

Editorial

En el presente número de Conocimiento Libre y Licenciamiento se presentan un conjunto de artículos en diversas áreas disciplinarias, como educación, ingenierías y ciencias naturales, con énfasis en la aplicación de conocimientos pertinentes. En ese sentido, se reafirma el compromiso de la revista con la multidisciplinariedad y el diálogo de saberes, que tan necesarios son para la conformación de otra cultura científica en la región.

El primer bloque, *Artículos sobre la Creación de Conocimiento*, comienza con “*Los estudios abiertos. Una dinámica de interacción para la acreditación de saberes*” de Tulio Carrillo y varios autores, que ofrece una imagen panorámica de la experiencia de este enfoque educativo, su trayectoria y los resultados alcanzados como esfuerzo andragógico de avanzada.

A continuación, el artículo “*Python e interfaz gráfica para calcular el Seeing en el Observatorio Astronómico Nacional*” de Jaidary Mejía y Giuliat Navas, expone una aproximación a las ventajas de este lenguaje de programación en el procesamiento de imágenes astronómicas. El siguiente artículo, “*Validación de técnicas geoestadísticas para estimación de caudales en cuencas sin registro*”, de Mairim Márquez-Romance y varios autores, presenta los resultados de la aplicación de métodos innovadores para el cálculo de flujos hídricos en cuencas carentes de datos históricos.

Seguidamente, el trabajo “*Crecimiento y mortalidad de una población de hippocampus reidi en la bahía de Turpialito, Estado Sucre, Venezuela*”, de Antulio Prieto, Mariela Cova y Roger Velásquez, sintetiza los resultados de un estudio sobre la ecología poblacional de esta variedad de fauna en las costas venezolanas. Para terminar esta sección, el artículo “*Suplementación nutricional en pacientes con sarcopenia, tratamiento y prevención: Una revisión sistemática*”, de José Ángel Vargas y Nizza Salas, presenta un registro de documentos sobre el suministro de nutrientes para la prevención y tratamiento de esta condición.

La sección *Ensayos sobre la Creación de Conocimiento*, abre con “*Transformación universitaria venezolana. Gestión y funcionamiento de coordinaciones en universidades politécnicas territoriales*”, de Denisse Pazos y varios autores, que trata sobre el papel de las universidades como instituciones fundamentales en la gestión del conocimiento y agentes de transformación social. El siguiente trabajo es “*La educación permanente: una vía pertinente para el desarrollo humano*”, de Beatriz Segura y Tulio Carrillo, que expone las características de este concepto y su importancia para el desarrollo integral del ser humano.

A continuación, en el ensayo “*El relato autobiográfico y el portafolio: Recursos para el crecimiento del ser*”, de Nizza Salas, se expone una perspectiva sobre las bondades de la elaboración de este tipo de documentos para la formación andragógica. Seguidamente, “*La Educación a Distancia en Venezuela. Una historia en progreso*”, de Sayda Contreras, Nidya

Contreras y Jimena Pérez, ofrece un breve relato sobre los hitos de esta modalidad educativa en el país. Para culminar esta sección, se presenta “*Química arqueológica. Una visión general de las tecnologías utilizadas durante la última década*”, de Diego Vargas Peláez y Franklin Vargas, donde se hace una revisión de las técnicas de análisis químico de las muestras recogidas en yacimientos arqueológicos.

La sección ***Experiencias de Conocimiento Libre*** abre con “*La robótica en el aula: Experiencia didáctica con niños de educación primaria*”, de Bethzaida Africano y María Febres-Cordero, que expone los avatares de una experiencia de robótica educativa y sus aportes a la formación de los estudiantes. Le sigue “*Implementación de boTTuga como recurso didáctico para el aprendizaje de la geometría*”, de José Puentes, donde se da cuenta de un ensayo de implementación de esta aplicación en experiencias de robótica educativa.

A continuación, se presenta “*Una oportunidad de aprendizaje: la invasión del coral blando *Unomia stolonifera* en el Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela*” de Carol Lárez, Migdalia Arcia y Sinatra Salazar, que abre las puertas a una experiencia de sensibilización de escolares a partir de la expansión de dicha variedad de fauna marina. Finalmente, se incluye “*Astrofotografía de la nebulosa NGC-7293 para la divulgación de la astronomía*”, de José Sánchez, Gregore Rojas, Luis Vivas y Giuliat Navas, en el cual se relatan los resultados del esfuerzo de captación y tratamiento de imágenes astronómicas en el Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato.

Completan este número la ***Reseña***, a cargo de Aida Andrade, con información sobre avances en tecnología educativa; y el ***Boletín*** del semestre, recopilado por María Eugenia Acosta, que se propone divulgar algunos hitos de la agenda científico-tecnológica del país.

Como siempre, se extiende la invitación a revisar la revista, compartirla, y sumarse a este esfuerzo de visibilización de la ciencia y la tecnología latinoamericana y venezolana.

Santiago Roca 
Equipo Editorial

Artículos sobre la Creación de Conocimiento




Los Estudios Abiertos. Una dinámica de interacción para la acreditación de saberes

The Open Studies. A dynamic of interaction for accreditation of knowledge

Tulio Carrillo ¹

Luis Molina ²

Miryam Pinzón ³

Elena Quintero ⁴

Jorge Rondón ⁵

Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez, Mérida, Venezuela^{1,2,3,4,5}

tuliocarr@gmail.com¹

luisamolinag48@gmail.com²

miryanpinzon8@gmail.com³

eqbdev@gmail.com⁴

jorgeoctaviorondon@gmail.com⁵

Fecha de recepción: 26/09/2024

Fecha de aceptación: 19/02/2025

Pág: 2 – 36

Resumen

El estudio indagó sobre la dinámica de interacción participativa en pos del conocimiento para la acreditación de saberes desde la autobiografía, la construcción del portafolio, la creación del trabajo de investigación hasta la generación de artículos científicos. Se desarrolló durante el acompañamiento a doce comunidades de aprendizaje, registrando los procesos que viven en su acción cotidiana, para identificar los elementos críticos que intervienen en la construcción de conocimiento desde la grupalización; entendida como el mecanismo que activa a las comunidades de aprendizaje en los estudios abiertos y que, contribuye a impulsar el desarrollo endógeno local e institucional. Por esta razón, se presenta el recorrido de algunas comunidades de aprendizaje y su grupalización, como aporte a los estudios abiertos. Su metodología correspondió al paradigma humanista cualitativo, porque recrea y reconoce los momentos vividos del proceso formativo.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

La recolección de información fue por medio del fichaje, cuadernos de notas, registro de opiniones y anécdotas de informantes clave; para luego, generar este documento de carácter crítico reflexivo que destaca el entramado situacional de compartir y promover la construcción de conocimiento, la gestión cognitivo afectiva, la autonomía responsable y comprometida que se vive en la interacción. Sobresalen como factores críticos: la importancia de la inducción, la necesidad de acompañamiento, el interés de favorecer la autenticidad, originalidad y la construcción de conocimiento para la acreditación con probidad. Como reflexión, se trasciende del espacio humano a lo académico, donde los modos de indagación y la relación afectiva son ejes transversales que aseguran el proceso formativo vivido.

Palabras clave: acreditación de saberes, autobiografía, comunidad de aprendizaje e investigación, estudios abiertos, portafolio.

Abstract

The purpose of this study was to investigate the dynamics of participatory social in pursuit of knowledge for the accreditation of knowledge, arising from the interest of the authors from the autobiographical story, the construction of the portfolio of knowledge, the creation of the research work and the generation of scientific articles. This experience was developed during the accompaniment of twelve communities, to identify the critical elements that intervene in the construction of knowledge from grouping, understood as the mechanism that activates learning communities in open studies, which contribute to some extent to promote the endogenous development of local communities or institutions. For this reason, we present the paths of some learning communities and their grouping, as a contribution to open studies. It is located in the qualitative humanist paradigm, because it recreates and recognizes the moments lived in the training process of key informants. The collection of information took place during the training accompaniments, notebooks, opinions and anecdotes of key informants and other documents; to then generate this document of a critical reflective nature, which highlights the situational framework of sharing and promoting the construction of knowledge within learning communities. This led to the unveiling of affective cognitive management, the responsible and committed autonomy that is experienced in social interaction. Authenticity and originality in the dynamics of knowledge and collective knowledge construction stand out as critical factors accreditation processes transcend the academic human space, forms of research, such as the promotion of development and affective relationships, being preponderant transversal axes.

Keywords: accreditation of knowledge, autobiography, learning and research community, open studies, portfolio.

A modo de introito: preparando el terreno para los estudios abiertos

La educación se constituye en el medio humano para el impulso de la actuación social y formación cultural, con la cual, se logra la verdadera transformación de las personas, familias y comunidades. Es también, una oportunidad noble y altamente espiritual, en la que se transmiten saberes a las siguientes generaciones; siendo un componente inquebrantable de la herencia socio cultural, vislumbrándose como fuente inagotable de conocimiento, influyendo inexorablemente siglo tras siglo en las maneras y modos de vivirla, a fin de activar otras formas de desarrollar la instrucción, para que pueda atender a todos por igual en cualquier lugar. Por ello, la educación transcurre longitudinalmente desde los primeros años de vida en la conducción personal dentro del seno familiar, como de la esfera colectiva en el medio escolar y luego en lo social; incluyendo acciones que conllevan a autoeducarse y autoformarse. Aun cuando estas últimas, no representen un factor importante para la educación convencional u oficial, pero si lo es para el propio desarrollo humano.

En cuanto al ámbito de la educación convencional desde una perspectiva crítica, ésta ha transitado en un devenir de aciertos y fallos, avances y atrasos que históricamente dan paso a diversas metodologías, procedimientos y diseños de instrucción emergentes y alternativos, tratando de ser cada vez más cónsonos con los momentos que se viven en cada localidad, sociedad o época de la humanidad. Haciéndose obviamente, el mayor énfasis siempre en el ser humano que recibe y comparte la instrucción, como fin ulterior de la educación; así lo establece la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2008), al exponer que se han de destinar todos y cada uno de los esfuerzos curriculares que ello implica; puesto que ha de asegurarse en buena medida, el logro de los fines educativos tanto en calidad y equidad como en atención, desde la formación inicial hasta la universitaria donde se han ejecutado interesantes transformaciones. Siendo el nivel universitario, el contexto del presente estudio, específicamente las Comunidades de Aprendizaje de Estudios Abiertos adscritas a la Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez, en el estado Mérida, Venezuela.

Ante las transformaciones que se han suscitado en el mencionado nivel educativo, Elboj et al. (2006), afirman que “lo que es importante y necesario esta dado, en proponer una educación que luche contra las desigualdades y que consiga una sociedad de la información para todas y todos, sea cual sea su origen y su condición social” (p. 19); corroborado posteriormente en el estudio de Angulo y Carrillo (2015), cuando exponen que la educación en el nivel universitario, “ha de apuntar en un futuro muy cercano, hacia nuevos horizontes y conquistas en todos los ámbitos de la vida (local, nacional, productiva, social, ambiental), particularmente centrada en el ser humano, independientemente de donde este se encuentre” (p. 83). Ello indica, el establecimiento de escenarios en que la persona juegue un rol preponderante como constructor de su propio conocimiento y su destino, siempre autorresponsable, con una conducta ética que le permita actuar con seriedad y sapiencia al momento de la toma de sus decisiones y acciones.

Además, se identifique y se comprometa con los ideales de todos al servicio de todos, en el marco de un enfoque ecológico y humanista, con la comunidad y la región que lo circunda.

Desde esta mirada, considerando el ordenamiento legal del ámbito educativo venezolano, como contexto macro témporo-espacial del presente artículo, se contempla que la educación tiene dentro de sus fines, el desarrollo pleno e integral del potencial humano y social de cada ciudadano que hace vida en el territorio nacional, en lo creativo, intelectual y reflexivo. Dado que se debe garantizar de este modo, el derecho pleno de cada persona a una formación permanente e innovadora al tiempo que, sea desarrollada de manera continua y de calidad en cualquiera de sus modalidades, niveles y localidades.

Esta responsabilidad del estado en la educación, se funda sobre la base de los principios universales y derechos fundamentales de la persona que lo inspiran, algunos de los cuales se han establecido en la declaración internacional sobre Educación Inclusiva de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2008), de los cuales destacan la participación, responsabilidad, equidad, ética y corresponsabilidad, donde cada uno de los individuos se expresen y desarrollen en plenitud de igualdad y oportunidades en el proceso socio-cognitivo y ético-ecológico de forma permanente. Lo cual, ha venido lográndose mediante las dimensiones onto epistemológicas del desarrollo humano centradas en aprender a ser, a conocer, a hacer y a convivir; tal como rezan los documentos legales nacionales y supranacionales consultados en materia de educación y que, sobre la misma se ha venido desarrollando en la Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR).

A partir de esta visión, se asegura que es con la educación universitaria y su adecuada formación integral, con la que cada persona progresa armónica y gradualmente en los aspectos sociales, económicos, productivos, ético axiológicos y operativos, dentro de las áreas de formación profesional. En tanto que, pueda potenciar los ámbitos de su desarrollo (cognitivo, afectivo, creativo), como son los artísticos, humanísticos, científicos y los tecnológicos que se implementan dentro de los diferentes programas de formación. Porque, logra potenciar los componentes que le permitan cristalizar el mayor cúmulo de bienestar y autorrealización humana a lo largo de su vida. Lo que indiscutiblemente, se consolida por medio de iniciativas innovadoras que lo garantizan, como ha ocurrido con las experiencias institucionales sobre la acreditación y reconocimiento de saberes. En tal sentido, se han venido ejecutando alternativas de acción en la UPTMKR, dentro de la cual destaca el Programa de Estudios Abiertos (ProEA) y sus comunidades de aprendizaje (CA), escenario de estudio del presente documento.

Acercamiento a los estudios abiertos: las experiencias previas

El hecho de contar con esta iniciativa de los estudios abiertos, tiene su sustento en el ordenamiento legal de la educación universitaria venezolana, a través la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), la Ley Orgánica de Educación (2009), en el artículo

25, literal 2^a, de las condiciones y oportunidades consagra el otorgamiento de acreditaciones y reconocimientos de aprendizajes, invenciones, experiencias y saberes ancestrales, artesanales, tradicionales y populares; de quienes no han alcanzado estudios académicos. Sentando así, las bases jurídicas para el surgimiento y ejecución de iniciativas novedosas de educación, que contribuyen al pleno desarrollo y formación integral de los ciudadanos. Tal como representa ser lo concerniente a los estudios abiertos, un diseño de formación impulsado por la Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (2012), a través del Programa universitario de Estudios Abiertos (ProEA), iniciado bajo la tutela de Miryam Anzola, fundadora de este programa.

Como antesala del ProEA, es preciso también mencionar lo expresado por Carrillo (2020), quien expone en su estudio, que en el pasado se desarrollaron otras iniciativas similares de acreditación, que podrían reconocerse como acontecimientos históricos previos, “así lo establece la Resolución 0002 del Ministerio del Poder Popular para la Educación del año 2015, surgida a partir de las innovaciones educativas que se iniciaron en el año 1983 por este ministerio, acerca de la acreditación de saberes y experiencias en la población de educación de adultos no escolarizados” (p. 121). El mismo, contemplaba la acreditación, la nivelación, certificación, prosecución y promoción de estudios en la población de educación de jóvenes y adultos en Educación Media General. A raíz del cual, se viene implementando la acreditación de saberes y haceres en el Instituto Nacional de Capacitación Educativa de Mérida (Centro INCES Mérida, Venezuela), en Educación Media General o bachillerato productivo, que egresa adultos como Técnico Medio en un oficio específico.

Otra experiencia considerada en torno a la acreditación, es la llevada a cabo en la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (2012), citada también en Carrillo (2020), “iniciada en año 1981 hasta la actualidad, desarrollando el Programa de Acreditación del Aprendizaje por Experiencia (PAAPE); modalidad educativa, cuyo objetivo es brindarle oportunidades de ingreso o avance en la educación a quienes han tenido dificultades para ello” (p. 121). Este se desarrolla, a través del reconocimiento de sus aprendizajes derivados de la experiencia educativa formal y no formal, que certifica las competencias en correspondencia con los planes de estudio que ofrece la mencionada universidad. Igualmente, en la Universidad de Los Andes, por medio del Programa de Estudios Abiertos y Desarrollo Social (PEADS – ULA, Venezuela) en el año 1980, se desarrolló una iniciativa similar, con una marcada ejecución en el ámbito socio comunitario, funcionando adscrito a la Facultad de Ciencias Políticas y Jurídicas (Carrillo, 2020, p. 122).

Sobre este contexto, vale mencionar algunos investigadores que se interesaron sobre el desarrollo de proyectos educativos alternativos, relacionados con los estudios abiertos y las comunidades de aprendizaje, pretendiendo conocer los factores integradores que lograban éxito en cuanto a la superación del fracaso educativo, datando registros de experiencias en Brasil, Corea y Estados Unidos desde 1968. Así lo expresa Flecha (2006), citado en el prólogo del texto

sobre comunidades de aprendizaje de Elboj et al. (2006), que, si bien es un modelo educativo que concierne a la sociedad de la información, prevalece sobre las desigualdades educativas, sociales y económicas que en éstos se componen. El autor al mismo tiempo afirma que:

La sociedad industrial ha quedado atrás y es absurdo pretender mantener formas y prácticas educativas que pertenecen a una sociedad ya caduca porque son, evidentemente, formas y prácticas educativas también caducas. Mientras otros ámbitos como la empresa o la sanidad se van transformando acorde con los cambios sociales, nos percatamos de que las aulas y los centros no han cambiado demasiado (p. 6).

Como ha de apreciarse, estos procesos constituyen ser antecedentes significativos tanto como relevantes, que han ido configurándose en el tiempo y ejecutándose institucionalmente sobre la base de generar aportes que, devinieron en una interesante propuesta universitaria para contribuir socio educativamente en la disminución de las desigualdades con procesos de calidad, dando paso a los Estudios Abiertos en una modalidad universitaria. Tal como se afirma en la Gaceta Oficial N° 40.366 del Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria (2014), en cuanto a la creación, apertura y funcionamiento del ProEA en la UPTMKR.

En virtud de lo cual, el documento contempla, define y rige la acreditación de experiencias y saberes acumulados por los participantes que ingresen a este programa, de cuyo desarrollo y desenvolvimiento previamente demostrado, sustentado y verificado; conduzca hacia el otorgamiento de títulos universitarios en Técnico Superior Universitario y Licenciaturas en sub áreas del conocimiento disciplinar, con el fin de mejorar de manera continua la calidad de la educación universitaria, junto al Reglamento Especial para Acreditar Experiencias y Saberes Acumulados del Programa Universitario de Estudios Abiertos (Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez, 2014). Desde allí, se establecen los principios, bases y procedimientos que materializan un amalgamado y dinámico articulado desarrollo intelectual, entrelazando el conocimiento generado a lo largo de la vida en la acción cotidiana, engranándolo a los mecanismos de prosecución del sistema educativo venezolano, en especial el universitario.

El ProEA se fundamenta en la formulación y ejecución de proyectos de formación profesional universitaria en núcleos de desarrollo endógeno (comunidades locales o instituciones públicas), con el propósito de formar a las personas en el marco de un currículo abierto, bajo la dirección de un tutor para su profesionalización. El objetivo del programa, según se expone en Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (2012) mencionado por Angulo y Carrillo (2015), es el de integrar la actividad docente universitaria gestionando la fusión en una permanente praxis en la que el docente con el participante, se compenetren en la práctica de acercarse al estudio, reflexión, análisis y la solución de los problemas locales, regionales o nacionales investigados. Para con ello, crear la pertinencia social de una “universidad vinculada con la solución de los problemas fundamentales de educación, salud, justicia social, seguridad,

economía, servicios, alimentación y preservación de los recursos ambientales” (p. 45); que intervenga con equidad en el acceso académico, mediante una política de ingreso cónsona con las vocaciones individuales, regionales, las aptitudes y las posibilidades geográficas a partir de nuevos modos de gestión curricular.

Ante tal avance, expresa Rivas (2019) en torno al ProEA que, está conceptualmente diseñado para “vincularse con el desarrollo de las localidades y zonas geográficas donde se anclan los proyectos comunitarios de aprendizaje y de investigación e innovación que le dan operatividad a esta novísima modalidad de trabajo” (p. 267), generando un nuevo conocimiento en el contexto propio de actuación, contribuyendo de manera significativa con el impulso del desarrollo endógeno local.

En su momento y dado lo novedoso de la iniciativa, se esperaba que con el ProEA se pudiese fortalecer la educación universitaria, partiendo de la formación integral, la creación intelectual y la vinculación socio comunitaria, promoviendo el desarrollo pertinente en lo social de las funciones, programas y actividades de formación en las instituciones de educación universitaria. No obstante hoy, a más de una década de su implementación, se observa que se han superado las expectativas matriculares de ingreso, permanencia y titulación, continuando con la prosecución hacia los estudios de postgrado. De los cuales también la UPTMKR, ha desarrollado tres líneas de formación e investigación (Pedagogía Crítica, Ecología del Desarrollo Humano y Gestión para la Creación Intelectual), donde los participantes pueden proseguir su desarrollo intelectual, científico, tecnológico y humanístico de formación, (especialidad, maestría y doctorado), como parte de un continuo proceso de construcción de conocimiento.

Situación ésta, que en la actualidad ha venido incrementando su matrícula y el rango de atención abarca la geografía nacional, en razón del espíritu de territorialidad de los procesos de atención, inclusión, formación y construcción de conocimiento propios de la UPTMKR. En este modelo del ProEA, Anzola (2014), propone:

(...) la cristalización del proceso de profundización democrática de la educación universitaria, sobre la base de la igualdad de condiciones a fin de coadyuvar en la articulación de las instituciones de educación universitaria y las comunidades, con movimientos sociales y colectivos organizados, la territorialidad en la construcción de la universidad pueblo” (p. 103).

Además de la naturaleza, fines, principios y alcances de su diseño, como de la metodología institucional, Rivas (2019), manifiesta que, debido a la novedosa singularidad, en el ProEA residen los retos que involucran la operatividad de la gestión curricular y de la práctica académica registrada en la bitácora, llevada a cabo por los miembros de la comunidad. En el entendido que, cada una de las comunidades de aprendizaje se convierte en substancia de una “permanente autoevaluación para generar acciones constructivas que re-orienten su desempeño. Igual veeduría y acompañamiento institucional realiza el Programa de Estudios

Abiertos (ProEA) encargado de administrar, supervisar y evaluar formativamente el curso de sus acciones y logros universitarios” (p. 269).

Se cuenta entonces, con la organización grupal autogestionada para la planificación, ejecución y valoración de los encuentros de saberes (charlas, debates, foros y otras iniciativas didácticas que pueden ser consideradas a juicio de los participantes); que, junto al tutor considerado para la socialización, actualización y mediación del conocimiento, luego es evidenciado en los productos intelectuales, en función de la matriz o malla curricular acordada. Se establece esta, por periodos y unidades crédito de los campos de conocimiento o seminarios, cuya ejecución está signada claramente:

(...) por el método andragógico, la autoformación y la formación cooperativa que genera la filosofía del paradigma de los Estudios Abiertos y la dinámica producida por los participantes en su trayecto, por la matriz curricular y su acción transformadora sobre la realidad (...) (Rivas, 2019, p. 270).

De lo expresado se menciona la elaboración de la autobiografía, la construcción del portafolio de saberes y experiencias como de la propuesta de investigación; así como de la formulación de talleres y seminarios, laboratorios y proyectos; otras estrategias metodológicas como son las de socialización de saberes, coloquios, debates, encuentros y, demás actividades grupales. Contando en su implementación con tutorías – asesorías personalizadas, con jornadas de trabajo colectivo que vienen ejecutándose en una dinámica grupal activa y horizontalizada, acompañados de coloquios de pares, indagaciones de campo o sistematizaciones de experiencias. Las mismas, contribuyen a una relación didáctica participativa y dialógica con el conocimiento disciplinar en acción, que conduce al aprendizaje consciente y significativo.

Perspectiva curricular del ProEA

Para dar cumplimiento a lo señalado, esta propuesta universitaria se enmarca a partir de la visión curricular en un modelo de plan de estudio más flexible, participativo y abierto, centrado en el participante. Un modelo planteado a la luz de la acreditación, que considera de suma importancia la formación continua del participante (sus saberes y haceres); en el que se permita de manera consciente construir conocimiento en colectivo del quehacer humano, enmarcado dentro del enfoque de la educación alternativa. Lo anterior, ha sido expuesto detalladamente en Montero (2022), al referir que este se centra en una visión óptica y en el desarrollo real de la persona que participa porque, está contextualizado dentro del paradigma humanista de la educación universitaria.

Estos son los espacios propicios de presentación, verificación y demostración de sus saberes y haceres, ubicados en campos del conocimiento sobre los cuales se articulan los saberes disciplinarios, a fin de fortalecer y acreditar esos conocimientos como individuales y colectivos. Esto es referido por Carrillo (2020), como la grupalización, una singular dinámica que viene

conjugándose para la reconstrucción dialógica teórico praxiológica de conocimientos, a partir de lo que cada participante posee y da cuenta de sí, quien a su vez reorganiza, comparte, transfiere y aporta a los demás miembros de su comunidad. “Procesos estos dentro de los cuales, se admita el desarrollo del ser humano y por ende, de sus comunidades locales o institucionales en relaciones dialógicas dialogizantes de entreayuda grupal a partir de posturas más auténticas, reales y contextualizadas” (p. 134). Las mismas, van tributando a una línea de investigación construida por cada participante, dentro del propio escenario vivido como contexto de actuación praxiológico y gnoseológico, que lo guía para el otorgamiento posterior de un título o grado académico, con la exigencia, profundidad y rigurosidad de cada nivel establecido en el normativo vigente del ProEA.

De este modo, siguiendo con lo expresado por Alonso y Carrillo (2017), argumentan que es efectivamente en esta modalidad de estudios donde “emergen dinámicas de dialogicidad construccionista, sintiéndose como un deseo cristalizado en muchas comunidades organizadas en pos del conocimiento que ha surgido inicialmente de manera espontánea en estos grupos, viéndose posteriormente en una realidad, desde el enfoque empírico praxiológico” (p. 45). En el ProEA, se contempla principalmente la acreditación de saberes y aprendizajes por experiencias acumuladas de las personas, como un mecanismo académico de reconocimiento y valoración para la formulación curricular, que según Montero (2022), surge a partir de la valoración de los aprendizajes “informales y no formales del participante, acumulados a lo largo de su vida, que cobran vitalidad y vigencia desde el ser que evoluciona con pertinencia académica y social, al estar inmersos en esta inédita experiencia universitaria” (p. 35).

En el mismo contexto, sobresale la importancia de la transformación del diseño curricular que promueve el ProEA, del prescriptivo pre existente (que en la actualidad se implementa en la educación universitaria), hacia uno más congruente con el talento, intelecto y desarrollo integral del participante; donde se promueve la dilución del currículo oculto, que ha dificultado el hecho andragógico en la formación académico profesional de las generaciones de relevo. Todo ello, se expresa en lo aportado por Angulo y Carrillo (2015), sobre el currículo que permita garantizar:

(...) un modelo más amplio flexible y reflexivo, donde el estudiante no sea necesariamente visto como tal, sino que se le reconozca como un ente que participa activamente con historia propia. Un protagonista que de manera directa y activa se inquieta y moviliza en la promoción de su propio aprendizaje, fomentando desde él, su formación integral, la investigación y el trabajo inter y multidisciplinario para la construcción consciente de su conocimiento. Pudiéndose demostrar con la interacción dialógica de pares, otros saberes vinculantes o no, pero igualmente válidos, a su proceso de desarrollo intelectual (p. 119).

De lo anterior, se destaca la participación en favor de mejorar el entorno laboral o comunitario con proyectos de investigación para el desarrollo endógeno sostenible de los

territorios, comunidades o instituciones. Lo cual se alcanza, al motivar y permitirle al participante socializar sus saberes y haceres en los grupos sociales con los que interactúa dentro de esta dinámica grupalizadora en pos del currículo elaborado. El conocimiento entonces, cobra nuevos significados en un nivel de conciencia que trascienden la esfera de su propia actuación, generando un marco de relaciones participativas signadas por la confianza con la entreayuda grupalizada. Ello, indiscutiblemente va potenciando sus posibilidades de generar y divulgar conocimiento, aprendiendo más allá de lo esperado y facilitando saberes a sus pares, dentro de una atmósfera de trabajo colaborativo, horizontal y flexible, que tributa en un diseño curricular innovador, del cual se hace su descripción más adelante.

Un espacio humano único: la comunidad de aprendizaje

Esta nueva forma de gestión intragrupal de saberes construidos, se convierte en un círculo de interacción social participativo, ha sido pensado como la comunidad de aprendizaje, definida en Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (2012) y Motta (2019), como un lugar humano de valoración del ser que le ofrece al participante como miembro activo de ésta, no solo la posibilidad de compartir saberes, sino que además, “propicia el entorno adecuado de desarrollo socio afectivo menos rígido, más horizontal para continuar con la formación que ha iniciado de manera no formal o informal, de carácter académico” (Motta, 2019, p. 114). Por su parte, Carrillo (2020), la define como “aquel espacio de dinámica grupal humana para la congregación, encuentro, interactividad, participación, aprendizaje y construcción del conocimiento, para el intercambio y valoración de saberes acumulados” (p. 131), pues que se concibe como un espacio experiencial intervencional de la acción humana, donde se da un mayor dinamismo intelectual para el desarrollo de la didáctica colaborativa, en el que la investigación se convierte en un eje transversal dinamizador.

Una comunidad de aprendizaje es también un espacio humano, que según Rondón (2023), se constituye “en una sala de investigación y desarrollo de proyectos socio comunitario, que contribuya a apuntalar la construcción del bienestar local o regional” (p. 112), mediante la generación colectiva de saberes y el empoderamiento del desarrollo local e institucional, vinculándose con otros, articulándose su acción personal, profesional, de oficio o laboral en una ejecución universitaria que dé cuenta de los saberes adquiridos a lo largo de su vida. Lo que da paso a fases de construcción de conocimiento como son “la sistematización, la investigación, la socialización y el aprendizaje cooperativo” (p. 201), destacado en Carrillo et al. (2022).

Vale decir, que las comunidades de aprendizaje apuntan a la transformación en los modos de pensar y hacer universidad, desde lo social y cultural que influye positivamente en su entorno, cuya interacción participativa emerge y se mantiene en el aprendizaje dialógico y la investigación para la construcción del conocimiento. Suponiendo ello, como expresa Flecha (2006), que deba reorganizarlo todo, desde el lugar de encuentro hasta la organización y sistematización de los saberes de la comunidad; bien sea una institución, un barrio o un pueblo, pero siempre con

base en el diálogo gratificante y enriquecedor que se extiende a todos y para todos.

Experiencias, vivencias y encuentros con la realidad. Los hallazgos

Es preciso señalar en cuanto al registro, sistematización de las experiencias, vivencias y encuentros con la realidad de las comunidades de aprendizaje, que en este estudio se efectuó el acompañamiento a trece de ellas, las cuales debían estar activas adscritas al ProEA, en cuyo desarrollo de actividades estuvieran contando con periodos de manera continua y presencial. En cuanto a la caracterización, destaca que las trece comunidades de aprendizaje están distribuidas geográficamente en cinco territorios municipales del estado Mérida, Venezuela; identificadas a su vez y para fines de este estudio, por siglas que las denotan, ubicadas en orden de acompañamiento en Mérida, Libertador (CA-FUNMER, CA-ANDRA, CA-CORPAN, CA-CENTO, CA-CEIDA, CA-ODSEP, CA-ADECH, CA-HEATUR y CA-ETEO); Tovar, Tovar (CA-ORDELC); Lagunillas, Sucre (CA-DOURI); Ejido, Campo Elías (CA-GESCUR) y El Vigía, Alberto Adriani (CA-ODORO).

De allí que, se estableció la actividad cotidiana de los encuentros, la cercanía y accesibilidad, su vinculación directa con los investigadores, el número significativo de encuentros registrados en su bitácora; así como el hecho de contar con tutores académicos y de investigación o que los investigadores pudieran haber pertenecido a alguna de estas comunidades de aprendizaje, en calidad de participante. Igualmente se destaca que, los registros de campo llevados a cabo durante el estudio para la recolección de información fueron el fichaje, cuadernos de notas, registro de opiniones y anécdotas de informantes clave, ameritando de un procesamiento de análisis cualitativo, aportado por Piñero y Rivera (2013), en sus orientaciones metodológicas, de las que se destacan la inferencia, interpretación, análisis descriptivo y reflexión desarrollados por medio de la triangulación. Este procedimiento permitió obtener los resultados correspondientes o hallazgos, que condujeron a la identificación de los factores críticos (categorías emergentes). De allí, sobresalen las posturas de los referentes teóricos como sustento base para las discusiones y reflexiones de los investigadores.

En este sentido, se aprecia que durante las actividades de acompañamiento formativo desarrollado por los investigadores a estas trece comunidades (dentro de las cuales, se incluyen actividades tales como la facilitación de seminarios, tutorías, socializaciones, avances de portafolios y veedurías); se encontró que los recorridos académicos son identificados como trayectos o momentos, ejecutándose cada uno según la grupalización de la comunidad de aprendizaje, siguiendo las orientaciones propias ocurridas en el taller introductorio de inducción, que se ejecuta al inicio del proceso formativo, a cargo de los facilitadores del ProEA. Lo cual, es generado a partir de la construcción colectiva del proyecto de comunidad y considerando en primer lugar, el *relato autobiográfico* como una narrativa que expone el escrito sobre la propia historia de vida del participante; donde cada relato contiene sus experiencias, vivencias, evidencias sobre los conocimientos previos construidos y los intereses particulares -

colectivos en pro de mejorar el entorno.

Estas narrativas son de formato variado, la mayoría de su propio puño y letra en hojas o libretas con borrones y notas marginales, que muestran con timidez y luego con emoción, siendo socializadas por cada uno en comunidad, que como bien expresan, van destacando acontecimientos y saberes que antes no tenían el valor o reconocimiento consciente, que alcanzan para ese momento. Muchos de los cuales, son coincidentes en procesos similares de vida, manifestando que este ejercicio de mirar a su pasado, les ayuda a identificar sus fortalezas e intereses por aprender, además les contribuye a sentirse acompañados y comprendidos, en parte a entenderse y reflejarse en otros, activando la autorreflexión y autoconfianza, como un recorrido de autovaloración del ser.

De este primer hallazgo cabe destacar, lo afirmado por Carrillo et al. (2022), al mencionar que, junto a las vivencias personales de cada participante, también se exponen sus expectativas e intereses de formación, que van a ser superadas en la dinámica de gestión del conocimiento. En este caso, se genera de la interacción participativa durante la grupalización de la comunidad de aprendizaje; conjugándose con los deseos y requerimientos de actualización y sobre las necesidades de reconocimiento y autorrealización personal. Se confluje en la búsqueda de conocimientos más significativos en el participante, promoviéndose desde esta actuación grupal, una relación gnoseológica en la que aquellos que han alcanzado mayor nivel de desarrollo intelectual, comparten los saberes consolidados a sus pares contribuyendo con la generación de posturas más autónomas de construcción de conocimiento. Promoviendo con ello, el *efecto de cascada del conocimiento en comunidad*. Dado que este momento inicial, contribuye a que cada historia personal sea vivida lo más real posible, para que el participante vaya mostrándose de manera genuina a través de las experiencias que van dejando huellas.

Al mismo tiempo, tales experiencias son motivo de reflexión tanto desde un ámbito histórico político, como académico o social y cultural; generando mayor interés por investigar sobre lo que acontece dentro de la comunidad de aprendizaje, al igual que, se constituye en un material de trabajo desde lo personal, que decanta en una línea de investigación. Es aquí, donde emerge la narración autobiográfica como un acontecimiento especial, genuino y autentico, que va cobrando valor para el participante de la comunidad de aprendizaje, al verse a sí mismo como un autor - protagonista – investigador - promotor del desarrollo, en sus procesos de formación – aprendizaje; coincidiendo con los aportes que proporcionan en su momento, investigadores como García et al. (2016), también Carrillo et al. (2022).

Sin lugar a dudas, es durante los encuentros, cuando los participantes exteriorizan que es una vivencia autentica y genuina del relato autobiográfico, en la que se destacan los saberes, actitudes, habilidades y destrezas propias; lo que va activando la interacción horizontal de pares. También, emergen procesos creativos de innovación y apropiación de nuevos saberes o contenidos, sin prejuicios o temores por ser cuestionados, valorando los aprendizajes alcanzados.

Todo esto, según manifiestan ellos, han de ser cónsonos con los cambios y avances tecnológicos, históricos, económicos o sociales del entorno humano ecológico en el que se desenvuelve la persona. Otros en cambio, expresan que se van haciendo más propios y significativos todos los conocimientos, pues de lo contrario no tendría sentido la grupalización dentro de la comunidad de aprendizaje.

En el contexto venezolano, la educación en el sector universitario ha sido concebida como una de las grandes prioridades del estado venezolano, siendo además, fundamental para la consolidación, desarrollo y crecimiento tecnológico, académico, político y socio económico del país; muchos participantes coinciden en exteriorizar que, es importante entonces, reconocerla como el espacio propicio para generar movimientos académicos que aseguren el principio de territorialidad de la universidad en el desarrollo de la nación. Es por ello que, la pertinencia de esta propuesta de los estudios abiertos, permite este crecimiento y desarrollo intelectual deseado en materia universitaria. Para la mayoría de los participantes y así lo dejan saber enfáticamente, establecer el diseño de un plan de estudios (matriz curricular), articulado con sus haceres y saberes, les permite comprender una nueva dimensión del mecanismo de reconocimiento y acreditación por medio del portafolio e investigación, hacia la obtención de un título universitario, en términos de probidad académica.

Al respecto, Rondón (2023), considerando sus conclusiones sobre este tema, apunta que:

La investigación se realiza partiendo de la base de que cada área o tema está aportando a la solución de la problemática o necesidad de la comunidad local o institucional en la que todos están inmersos y poseen un interés en aportar a la solución, convirtiéndose en el foco de interés de la totalidad de participantes. Lo que genera empatía en la comunidad, configurándose un equipo de trabajo que propulsa en idéntico sentido independientemente de los beneficios particulares (p. 98).

Otro aspecto a tener en cuenta dentro de la comunidad de aprendizaje, es que a medida que la comunidad va encaminándose en su desarrollo como círculo de estudio autodirigido, experimentará un avance por fases, en el que Rondón (2023) expone “1.- fase de Aprendizaje, 2.-fase de Investigación, 3.- fase de Producción y 4.- fase de Integración a Redes, productivas o de divulgación de la investigación” (p. 101), en las que los participantes comienzan a tener mayor conciencia del crecimiento intelectual, que experimentan en su proceso de construcción de conocimiento.

La innovación curricular desde la acción cotidiana

En consideración a los elementos expuestos anteriormente, el proceso de construcción curricular es generado en la acción cotidiana de la comunidad de aprendizaje, a partir del propósito concebido en su proyecto, acompañado de los elementos curriculares propios del modelo del ProEA. Proceso este, que se da sobre la premisa de crear opciones de solución (con

el enfoque socio crítico), a los requerimientos socio comunitarios, ecológicos y socio económicos, dando ocasión de validar sus saberes. Lo cual, otorga de vida académica universitaria territorializada a los miembros de la comunidad de aprendizaje, resultando ser una innovación curricular desde la propia acción.

De allí que, sea en el marco de una visión curricular más flexible y con apertura a otros componentes ontoepistémicos generados en la propia construcción del participante; Vélchez (2004), señala que la elaboración de la malla o matriz curricular debe ser vista como un conjunto organizado de saberes y aprendizajes articulados, donde se involucren y se relacionen experiencias de carácter valorativa actitudinal, así como de saberes compartidos entre los participantes y los facilitadores en una dinámica siempre dialógica. Permite también, demostrar y desarrollar las diferentes potencialidades, que a su vez participen en el proceso continuo de innovación - evolución personal o colectiva en los campos del conocimiento destacados.

De esta manera, el currículo construido y ejecutado en la grupalización, se constituye en una propuesta educativa formativa que emerge del seno de la comunidad de aprendizaje, inicialmente con los relatos autobiográficos, desarrollada en escenarios sociales específicos que lo determinan, fortaleciéndose en su dinámica participativa. Tiene, por tanto un carácter contextualizador vital que le estampa esa marca particular de las comunidades de aprendizaje, que amplía su transferibilidad a otros espacios disímiles. Respondiendo de este modo, a los requerimientos que el momento le imprime a la acreditación con alto desarrollo humano. Pues como lo plantea Rivas (2019), se entrelaza una propuesta personal con lo grupal, desde una visión praxiológica que se fundamenta en supuestos no solo onto epistemológicos, sociales; sino que se asientan en lo psicológico y educativo, claramente explícitos por la comunidad de aprendizaje, que nutren la gestión curricular de la universidad y por tanto del ProEA.

Cada participante en las comunidades de aprendizaje observadas, aportan una propuesta de matriz curricular dentro de los estudios universitarios con pertinencia social, dado que al ser más flexible y viable su creación y ejecución, responde a lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1998), sobre una educación permanente, integradora, identificada con las ciencias y las humanidades, que pueda darse “a lo largo de la vida y a cualquier edad, tomando debidamente en cuenta las competencias adquiridas anteriormente. En consecuencia, el acceso a la educación superior no podrá admitir discriminación alguna” (p. 6); para que cada persona se forme, instruya y se capacite para aprender, desaprender y reaprender continuamente en pro del impulso de patrones de organización académica y curricular flexibles, pudiendo aportar desde sus saberes en el diseño curricular.

Visto de esta manera, el currículo en el ProEA es una práctica incluyente con pertinencia en lo social, al convertirse en una estrategia generadora de nuevas experiencias de aprendizaje; un ejercicio ético que activa la autonomía de quienes participan de su construcción, que

por su dimensión práctica se vuelve interpretable y abierto. Al tiempo de estar signado por la reflexión sobre su práctica compartida, contrastada críticamente con la realidad del participante haciendo que su diseño y desarrollo pueda identificarse en su tratamiento con la investigación reflexión acción. Además, ofrece diversas oportunidades, capacidades didácticas y la investigación inter y transdisciplinaria, amalgamando dialógicamente el aprendizaje social y los saberes de las comunidades. Tal circunstancia, permite la identificación y el desarrollo de potencialidades individuales y colectivas en el contexto mismo de esa acción cotidiana (vale decir, dentro de las instituciones, clubes, organizaciones, asociaciones, gremios o al aire libre), así como en la generación de experiencias de formación permanente, que puedan ser llevadas a cabo en espacios no convencionales.

Se hace oportuno expresar, que con esta modalidad se alcanza una innovación académica en lo que corresponde al diseño del currículo universitario, sustentándose en el enfoque orientativo del currículo abierto y flexible, que bien se fundamenta en el paradigma constructivista. Lo que arroja como resultado que, durante los acompañamientos formativos realizados, los participantes socializan que no solo se hace vida académica en la comunidad de aprendizaje, sino que pueden demostrarse los saberes acumulados a lo largo de la vida, elaborando y socializando sus producciones, en campos del saber inter y transdisciplinar.

Se ha observado en este punto, que se va fortaleciendo el desarrollo intelectual durante la dinámica de participación del saber que posee la persona; es decir, la razón ontológica en la que se construye un nuevo aprendizaje por medio de la investigación, surge desde el contexto real de actuación socio académica en el que cada uno está inmerso, marcando de originalidad su experiencia de indagación. Esta se lleva a cabo durante la interacción social participativa de los conocimientos compartidos y de su aplicación al contexto donde se desenvuelve, pues lo desarrolla con profundidad teórica y pertinencia socio comunitaria a partir de su propia práctica cotidiana, envistiéndose de alta significatividad en virtud del conocimiento construido; es decir, la razón epistemológica.

Apreciando estas experiencias, se demuestra que el currículo flexible permite indagar en la historia propia de formación del participante auto comprometido, dentro una postura reflexivo polivalente, que valora el discernimiento y logros en el marco de una disciplina, (propiciando la inter y transdisciplinariedad), al ubicarse en el campo de conocimiento específico y al ejercerlo en la resolución de problemas reales. Es a partir de estas experiencias en los campos de conocimiento disciplinar, que Barnes (1997), menciona que una de las ventajas del modelo de la organización curricular flexible es que, "sin perder de vista el rigor académico, se brinde una gama de opciones para la formación profesional donde el estudiante pueda participar directa y activamente en el diseño del propio programa, que fortalezca la capacidad formativa y la investigación interdisciplinaria"(p. 9).

Se constata durante los acompañamientos que, cada participante a través de sus saberes

y experiencias, pudo decidir con objetividad, voluntad y libertad la organización de su matriz curricular, observándose su pertinencia en el desempeño de su proyecto de vida, tanto académico como profesional. Mediante esta alternativa que ofrece la institución universitaria a las comunidades proporciona un proceso vivencial individual – colectivo, que como se aprecia más adelante, cobra valor cualitativo cuando se da inicio con la elaboración de la autobiografía, en el caso del ProEA.

Los relatos de una vida vivida. La narrativa autobiográfica

En relación a la autobiografía se ha encontrado que, durante el acompañamiento formativo, los participantes socializan su relato autobiográfico, el cual resulta ser altamente pertinente y significativo. Es un procedimiento estratégico de escritura, consistente en una elaboración auténtica y genuina, en la que la narrativa se realiza acerca de su propia vida. Esta es una construcción que, según los mismos participantes, ha sido una fase enriquecedora debido a que es la primera construcción que abre paso a los diferentes trayectos de encuentro con el conocimiento y, de donde emergen de manera consciente, otros procesos de auto afirmación, auto reconocimiento y autovaloración importantes para su desarrollo personal y académico.

Este procedimiento estratégico, ocurre al inicio de la conformación de cada comunidad, cuando cada integrante tiene la oportunidad de autodescribirse y de reconstruir su historia de vida personal a través de los sucesos a lo largo de su existencia, destacando sus etapas de vida e hitos importantes en las situaciones o aspectos éticos significativos. En torno a lo cual, González (2021), ubica a la autobiografía en un contexto socio histórico notable, al referir que:

Es la autobiografía un camino fino para encontrar problemas de investigación y ayudar a otros para que cierta historia salvaje, la historia cruel no se siga repitiendo generación tras generación o para que ciertas bondades encontradas las podamos potenciar porque la vida sigue, porque la vida es una red de la cual, por suerte, no podemos salir, pero sí compartir. La autobiografía no es un relato superficial, exige bastante profundidad para encontrar allí preguntas que nos ayuden a comprender el presente y vislumbrar caminos sociales, ayuda a la colación del sujeto en su contexto socio-cultural (p. 113).

En virtud de lo expresado, se halló que estas narraciones autobiográficas vienen acompañadas de las respectivas valoraciones y reflexiones personales, acerca de las vivencias familiares, sociales, laborales, afectivas y existenciales vividas por cada uno. Se destacan saberes y experiencias de aprendizaje a lo largo de su vida, así como de la identificación de las cualidades, como de los componentes y áreas del conocimiento que han desarrollado. Con ello, se genera una aproximación al perfil de habilidades y destrezas, (que configura su conocimiento praxiológico), sobre lo cual se establece un componente de la matriz curricular: los saberes individuales. Procedimiento, socializado por cada participante en compañía del tutor de la comunidad, considerando los aportes de Carrillo et al. (2022) quienes exponen que durante la

grupalización en las comunidades de aprendizaje, la autobiografía y la pedagogía alternativa confluyen para que cada miembro logre auto reconocerse y valorarse.

Es preciso señalar que, los participantes luego de socializar su relato autobiográfico en su mayoría, expresan una grata sorpresa al momento de hacer su reflexión acerca de cómo han podido explorar su pasado para reinterpretar su vida y sus vivencias; al mismo tiempo, de tomar conciencia de los logros alcanzados, que mayormente no le daban importancia y valor. Pudiendo de este modo, escribir un documento genuino y auténtico de su propio puño y letra, que una vez socializada, no solo reconstruyen su vida, pues también, encuentran que sus vivencias no se alejan de las vividas por sus pares. Algunos coinciden en afirmar que sanan eventos y reconocen el valor de la vida vivida. Razón por la cual, cabe destacar lo que González (2021), advierte:

Autobiografiarnos es hacernos un retrato, pero no es un retrato cualquiera, es un retrato que sobrevuele nuestros primeros sentires, nuestras emocionalidades para darle un espacio a la lógica, para entregarle un territorio a la teoría y, a partir de allí, poder encontrarle soluciones a unas problemáticas que se eternizan que, pese a ser vividas y padecidas por nosotros, no se han logrado superar, de ahí que una investigación devenida de una autobiografía nos ayudará a comprender esa realidad particular y a encontrarle alternativas que desencadene en munificencias sociales, en pertinencias culturales y en instancias teórico-prácticas (p. 113).

Esta experiencia en efecto, resulta ser un ejercicio de investigación sobre su propia vida que hace entender el por qué es igualmente recursivo y complejo, pues contribuye con la autorreflexión en cada etapa de vida. Es un espacio personal hacia la valoración de la autoimagen que genera autoconfianza y contribuye con el fortalecimiento de su autoestima. Además, como también muchos de los participantes refieren, al socializar se dan el permiso de sanar procesos de vida: entenderse, reencontrarse y encaminar metas en su autorrealización.

En concordancia con lo anterior, González (2017) manifiesta que este es un “diálogo de saberes, una apertura a comprender nuestras diversidades, a vernos en y con los otros, pero también, es un recorrido por las movilidades humanas” (p. 113); por lo que, el participante se hace consciente de sus habilidades, destrezas y conocimientos acumulados, poniéndolos a disposición de sus pares en el intercambio de saberes. Más tarde Carrillo (2019a), destaca que desde el punto de vista andragógico, la autobiografía posee una alta efectividad como estrategia vivencial en los procesos de autoformación, siendo un momento transformador para involucrarse conscientemente en la investigación autoetnográfica, que se inicia con el reconocimiento de la persona. Pues, la autobiografía moviliza en la grupalización de la comunidad de aprendizaje, un proceso consciente de construcción y socialización de saberes, que finaliza como un manuscrito propiamente real, dando cuenta de la vida del participante en la comunidad de aprendizaje.

En virtud de lo expresado, cuando en colectivo se socializa la autobiografía (como parte de

su visión autoetnográfica), se reconoce mayoritariamente, que esta es una de las formas más eficiente de autoexploración del ser, sobre una vida transitada desde el aquí y del ahora de cada uno de ellos y que, al ser valorada, cada quien concluye que es el protagonista del presente y de su destino. Un aspecto existencial de auto encuentro, de apertura de otros procesos en la generación de rutas más expeditas para la investigación y construcción del conocimiento, necesarios en la acreditación dentro del ProEA.

Es importante mencionar que, al llevarse a cabo el curso introductorio de inducción a los estudios abiertos, durante la primera elaboración y socialización de la autobiografía como ejercicio personal; es el momento propicio en el que la grupalización genera de manera afectiva espacios de mayor cercanía, convivencia y valoración. Siendo estos, estampados por la horizontalidad en la convivencia por los saberes, la flexibilidad curricular, y la comprensión de sus propios procesos interactivos, conlleva a formas de autovaloración desde el plano ontológico en sus miembros y a la participación didáctica en la elaboración epistémica. De no desarrollarse adecuadamente el curso introductorio, se dificultaría la misión del relato autobiográfico en pos del conocimiento.

Analizar estas experiencias, permite entender su relación con la construcción de conocimiento, tal como lo manifiesta Carrillo (2018), en sus registros de acompañamiento durante el desarrollo de los talleres de inducción, al manifestar que, se van abriendo además rutas para la elaboración del portafolio, la matriz curricular y la investigación. Convirtiéndose como bien lo menciona Rondón (2023), en un ejercicio significativo que contribuye a motivar y avanzar en el desarrollo de la escritura académica, como “base de la narración de los relatos de vida y de los diferentes productos que exigen disciplina, creatividad y esfuerzo para la producción de resultados necesarios, que respondan a las exigencias propias de la metodología del programa de estudios abiertos” (p. 143).

Por consiguiente, para el ProEA la autobiografía es fundamental desarrollarla y socializarla, al destacar los saberes y conocimientos vocacionales asociados a la práctica y la experiencia cotidiana de cada participante, son a su vez evidenciados y vivenciados durante el proceso de socialización y acompañamiento formativo. De allí, la importancia de su socialización durante la grupalización en la comunidad de aprendizaje; pues este sirve también, de instrumento de autodiagnóstico para el diseño curricular, para el reconocimiento de la persona como participante y como punto de partida para la investigación a tono con lo propuesto por Salazar y Andrade (2009), permite conocer (se) y dar a conocer, para identificar los aprendizajes adquiridos a lo largo de la vida, así como el de buscar nuevas rutas personales para acercarse al conocimiento.

Así pues, se ha podido evidenciar que el ejercicio personal y colectivo de narrar sus autobiografías, les permite a los participantes asumir un rol de investigadores (autoetnógrafos), con el que recorren senderos donde comienzan a conocerse a sí mismos desde otras miradas

(sus contextos y relaciones); conduciéndoles a tomar conciencia de los diferentes componentes del ser humano como son lo ontoepistémico y metódico. Por ello, González (2015), muestra en su obra que la autobiografía tiene bajo sí misma, mecanismos de búsqueda por lo que se “acude a las memorias, a diarios personales, correspondencias, registros icónicos y objetos personales entre otros” (p. 23), siendo una tarea poco sencilla que se vuelve compleja, porque van explorando y reencontrándose con sus mundos.

Estos obviamente, van emergiendo dibujados de forma secuencial, entrelazados o en paralelo, develando verdades o contrariedades, que le sirven de revivificación de inquietudes para investigarlas y trabajarlas desde una perspectiva teórico conceptual y procedimental más formal. Cada miembro, va comprendiendo el proceso propio de la dinámica de la construcción de conocimiento, generando espacios de socialización y reflexión de esta experiencia autobiográfica; pues, se trasciende el mismo ejercicio autobiográfico para propiciar nuevos espacios de convivencia relacional, dando paso también a la matriz curricular.

Un diseño innovador del currículo en la práctica. La Malla o Matriz Curricular

Es importante mencionar que el diseño de la matriz curricular flexible involucra una apertura en la visión formativa tanto del participante como del tutor, para seleccionar, organizar y distribuir los contenidos en áreas del conocimiento disciplinar, lo cual ha de establecerse considerando su relevancia, pertinencia, utilidad social e individual, tanto de la contextualización, su aplicabilidad e impacto centrado siempre en el participante y en la generación de nuevos conocimientos para potenciar y desarrollar otras habilidades y destrezas. Su diseño cobra vida a partir del saber previo que le sirve a cada quien, de soporte y fundamento para la incorporación, comprensión y aprehensión de nuevas ideas, nuevos pensamientos, por tanto, de nuevos aprendizajes y de allí, su carácter abierto.

Ilustrando de este modo la acción cotidiana, Rondón (2023), plantea en su estudio doctoral que la matriz curricular es construida de forma colectiva por la comunidad de aprendizaje, debiéndose realizar un taller introductorio con la participación del máximo de los integrantes, donde cada uno forma parte (desde sus fortalezas y sus debilidades teniendo en cuenta la salida académica a la que se aspira), en la construcción de la Matriz Curricular General de la comunidad, (porque aplica a toda la comunidad de aprendizaje según sea su proyecto).

Como resultado de esta actividad grupal autoconsciente, se van designando unidades curriculares según los campos del conocimiento establecidos, para conformar los seminarios del tronco común, por medio del cual, gira la dinámica del conocimiento en la grupalización. Es decir, que se identifican los seminarios que tienen un carácter obligatorio (facilitados por el ProEA) y los optativos que pudieran ser acreditables en cada participante, según las orientaciones del tutor académico; un experto en el área de conocimiento del participante,

quien acompaña formativamente al participante. Este, ha de asegurar el éxito de las diferentes etapas y trayectos en el desarrollo académico de la comunidad de aprendizaje.

Posterior a ese procedimiento, con base en la Matriz Curricular General construida, contentiva de los seminarios del tronco común (optativos) y los acreditables (individuales); cada participante confecciona su Matriz Curricular Personal, cuando se da pie para iniciar el proceso de investigación y elaboración del contenido de los diferentes seminarios, que permitan demostrar sus fortalezas o dominios alcanzados en cada seminario o unidad curricular. Tales escenarios, le otorgan a las Comunidades de Aprendizaje el hecho de poder validar sus concepciones y saberes, al tiempo de someterlas a juicios de pares o expertos, en el debate de cada encuentro; para luego fortalecer los saberes y nociones relevantes, que puedan fijarse en la medida en que otras nociones, estén debidamente claras y disponibles en su estructura cognitiva. Estas realidades vividas, se cristalizan en la elaboración de la matriz curricular con sus tres componentes estructurales esenciales, como se ha descrito: los seminarios medulares (propios del programa de estudios abiertos ProEA), los seminarios acreditables (particulares o individuales) y seminarios del tronco común de la comunidad que se pudieron identificar desde el proyecto.

Convirtiéndose desde luego, en hallazgos significativos al comprender que la matriz curricular posee una cualidad transversal dentro de esta forma de participación dialogizadora en comunidad, pues cada quien se auto observa y auto evalúa reflexionando acerca del desarrollo vivido y; con ello, tomar conciencia de los mecanismos cognitivos y metacognitivos desarrollados como propios. Es una experiencia que ocurre en función de cada seminario, (bien sea medular, del tronco común y de acreditación), los cuales están inmersos en la matriz curricular; que pueden irse garantizando en su ejecución para la consolidación de propios y nuevos conocimientos de forma real y consciente.

Estos componentes praxiológicos, se destacan en la acción grupalizadora en donde la asimilación y la retención del saber que se le brinda al participante en la dinámica participativa personal y grupal, van tributando a los productos de gestión intelectual contruidos y desarrollados en las diferentes etapas de vida de la comunidad de aprendizaje. Todo ello, va orbitando activamente en función de la malla o matriz curricular, lo que la convierte en un desarrollo más cercano al ser humano que se transforma dentro de esta dinámica.

Ante lo hallado, Angulo y Carrillo (2015), mencionan que este procedimiento de gestión curricular, no solo adquiere un significado y utilidad teórico – práctico para el mismo participante, sino que beneficia tanto el saber colectivo de su comunidad de aprendizaje como el de su entorno socio cultural y laboral del que forma parte; desarrollando habilidades y destrezas para generar, producir, compartir y divulgar su conocimiento. En efecto, este modelo de programa de estudios abiertos concibe al currículo: como un proceso autogestionado, dinámico, abierto y flexible que responde a los intereses, las características y cualidades de

cada comunidad.

Vale destacar entonces, la mirada humanista del ser humano que responde a sus expectativas, a sus requerimientos académicos y sociales como participantes, quienes exteriorizan que una vez finalizado cada uno de los encuentros, se incorporan las visiones personales conectadas con las grupales, surgiendo de este modo, rutas más auténticas y validas en la búsqueda y construcción de conocimiento, como bien asegura Hernández (2023):

(...) genera nuevas experiencias significativas, que coadyuvan a fortalecer las habilidades, destrezas y capacidades para la producción intelectual, que ahora son vistas como contribuciones que se inician desde lo individual personal, para que nutra lo grupal colectivo en comunidades de aprendizaje (p. 154).

Esto efectivamente, se ha evidenciado en la mayoría de las comunidades acompañadas (once de ellas), lo cual ocurre al ritmo propio de cada una, debido a las particulares condiciones que obviamente nunca son similares, otorgándole un matiz multidiverso y de complejo dinamismo, muy *sui generis*, que las motoriza e identifica. Lo anterior, permite comprender el hecho de que los integrantes de las comunidades de aprendizaje se movilizan hacia nuevos modos de gestión curricular, dentro de una interacción horizontal, destacándose la tutoría y el acompañamiento individualizado, los encuentros de saberes y la divulgación de conocimiento.

Parafraseando los hallazgos y conclusiones de Herrera y Didriksson (1999), Carrillo (2010); como de Alonso y Carrillo (2017), Rivas (2019) y Hernández (2023), en sus respectivas investigaciones, estos autores coinciden que en la construcción del currículo en el marco de un esquema curricular flexible y abierto, cobra vigencia la integración metodológica de proyectos de aprendizaje y de investigación. Así pues, dentro de su contexto vivencial su construcción, se desarrolla como procedimiento didáctico participativo; que más allá de representar un desafío epistémico metodológico, es también, la oportunidad expedita sobre las actuaciones personales y grupales que motivan a la generación de conocimiento: una vinculación en espacios de alteridad.

En función de lo expresado, la elaboración hermenéutica y etnografía, por tanto, cobra un realismo vivencial auto reflexivo que encamina a la construcción de la autobiografía, el portafolio y las propuestas de investigación, articulando los saberes inter y transdisciplinarios en el marco de la grupalización en la comunidad de aprendizaje. Todo ello ocurre, a fin de guiar el aprendizaje y demostrar el conocimiento en un contexto real vivido, como un continuo de formación mucho más auténtico, signado por las potencialidades de cada quien y la consideración académica de sus saberes acumulados.

El portafolio de saberes: una reconstrucción con sentido en la experiencia

Seguido de la elaboración, socialización y valoración de la autobiografía para la construcción de la matriz curricular, se establecen las siguientes etapas en la construcción del Portafolio

de cada participante. Entendido éste, como un documento propio que se elabora durante la grupalización, mostrándose multifacético y versátil, funciona como estrategia - instrumento – recurso del participante; fundamental para la acreditación de saberes, la concreción del plan de estudios o matriz curricular y la investigación surgida del propio contexto del participante. De este portafolio, se destacan los campos de conocimiento y áreas disciplinares del participante con sus respectivas evidencias, elaboraciones o productos obtenidos de los seminarios medulares propios de estudios abiertos, de los saberes individuales y los formativos comunes devenidos del proyecto de la comunidad de aprendizaje.

El documento en mención, es elaborado en la práctica vivencial, destacando las habilidades y destrezas, contentivo de los niveles de dominios teórico - conceptuales, actitudinal - axiológico y procedimental - operativo que posee la persona miembro de la comunidad de aprendizaje: una elaboración en función del relato de vida de cada uno, siguiendo los lineamientos de la autobiografía y portafolio, incidente en la matriz curricular de cada uno de los participantes. Ese procedimiento se lleva a cabo, durante el ciclo de iniciación de la comunidad de aprendizaje, dado que con el acompañamiento formativo del tutor académico y de investigación que asigna el programa universitario de los estudios abiertos de la UPTM Kléber Ramírez, se socializan los avances en los diferentes trayectos hacia la acreditación final, donde es reconocido en cada quien, el nivel universitario alcanzado por sus conocimientos, tal como establece el reglamento o normativa.

En afinidad con lo expuesto, Angulo y Carrillo (2015), establecen en su estudio que es en la práctica de la gestión académica de estudios abiertos, donde se “verifican y comprueban las producciones intelectuales, los productos e innovaciones, las distintas elaboraciones, los perfiles de ingreso y proyectivo como de los alcances esperados; que, junto a las reflexiones, la cualificación y calificación del participante, le otorgan seriedad y rigurosidad” (p. 41). Su construcción, se alcanza con el acompañamiento formativo del tutor, conjuntamente con los miembros de la comunidad de aprendizaje, seguida de la valoración de expertos y testigos (pudiendo darse la auto-evaluación, co-evaluación y hetero-evaluación). Se ha constituido entonces, un procedimiento que le imprime el carácter formal y amerita el proceso académico para optar al nivel o grado al que aspira el participante, tal cual sugiere Carrillo (2018); quien pone de manifiesto que se expone:

Una creación intelectual donde se plasma, organiza y sistematizan una serie de documentos, evidencias y producciones personales que describen y muestran los alcances, logros y recorridos llevados a cabo por la persona. Estos, son el resultado de su desarrollo, que se inicia desde la autobiografía y cierra con el trabajo de investigación. Además, que incluye los productos intelectuales curriculares desarrollados en el proceso de formación (p. 18).

Otro aspecto relevante del desarrollo y elaboración del portafolio, obedece al encontrado durante las participaciones de los investigadores en las lecturas, presentaciones y socializaciones

del acompañamiento formativo, relativo a la secuencia de eventos que aseguran la calidad y el éxito del mismo, como son la planificación, construcción y desarrollo, socialización y evaluación del portafolio, dado que, estas etapas se presentan desde una perspectiva más humana, centrada en el participante – grupo. Siendo, además momentos oportunos para reflexionar sobre el propio desarrollo y evolución intelectual de cada miembro, de sus propuestas y teorizaciones. Carrillo (2018), igualmente refiere que, en esta relación dialógica el grupo y el participante se amalgaman como un todo dinámico, estimando según el contexto propio de actuación y su desempeño el cómo, con qué y cuándo ser evaluado en los diferentes momentos identificados como los avances de portafolio.

Acontecimientos estos que, de una formalidad académica propicios para el debate, la confrontación, argumentación y verificación reflexiva de los alcances logrados por cada uno, en materia de construcción teórico praxiológica de las disciplinas que confluyen en el portafolio, dan cuenta del nivel logrado por cada participante en esta modalidad de estudios.

De hecho, el portafolio se constituye en un procedimiento auto – etnográfico, andragógico, constructivista, porque se convierte en un método estratégico sistematizador de construcción del aprendizaje y de autovaloración personal, que para Carrillo (2019b), “es ir más allá de la acumulación y registro de saberes, porque se promueve la sistematización del conocimiento alcanzado y la organización de producciones de diferente índole, en razón de valorar las habilidades, capacidades, destrezas”(p. 26), en el marco de los componentes de una disciplina o campo del conocimiento, que muestran áreas de estudio o procesos de formación. Para ser luego, acreditados por un equipo de expertos en el área, que además de conocer de cerca el desarrollo de la comunidad y del participante, ilustran cada uno de estos en la malla curricular y en las diferentes secciones del portafolio.

En pos de la acreditación: la gestión académica del ProEA

Algo importante a considerar sobre la acreditación, es la novedosa forma de administración del plan académico, como ocurre en el ProEA en sus dos salidas establecidas, desde el técnico superior universitario y las licenciaturas en pedagogía alternativa y desarrollo endógeno. Ambas, con las respectivas sub áreas en función de la formación construida por el participante, descritas y debidamente justificadas en el portafolio de saberes y experiencias, sustentada en el proyecto de la comunidad (Montero, 2022).

En este proceso, los participantes exteriorizan que han comprendido desde la práctica que las unidades curriculares, no se conciben como un conjunto de programas temáticos cerrados preestablecidos de prelaciones e inconexos, a ser dictados o impartidos durante un período o lapso, mucho menos que, el participante deba memorizar y reproducir para aprobarlas. Sino que, por el contrario, destacan que se presenta como un proceso secuencial en el que se cristaliza la acreditación para el reconocimiento de saberes y experiencias comprobadas del

participante, en un plan de estudio definido o matriz curricular. La mayoría, distinguen que ha sido elaborado y socializado en comunidad, orientados durante el acompañamiento formativo para el cumplimiento de cada unidad curricular (seminario y unidades crédito) correspondiente a su salida. Lo mismo, se aplica con los participantes que desarrollan las líneas de investigación en postgrado, quienes lo viven como un continuo de desarrollo intelectual, tal cual se expone en la gaceta oficial y demás documentos que así lo fundamentan.

De la evaluación y valoración de las acreditaciones que cada participante realiza de sí mismo y de los demás participantes en compañía de su tutor, es preciso señalar que cada quien, consigna una serie de documentos como requisitos previos durante el período académico establecido, siguiendo con la normativa de estudios universitario vigente, por ante la coordinación del ProEA. En el consejo técnico académico, se designan los testigos (jurados o expertos), se revisa y verifica lo concerniente a la autobiografía, matriz curricular, ensayos, productos y elaboraciones, como de su creación intelectual e investigación. Todo ello, para la apreciación de valores y actitudes desarrolladas durante las experiencias evaluadas. En concordancia con Anzola (2014), quien afirma que se presentan registros y avales de contextos socio laborales o socio productivos de actuación, junto a la validación de problemas investigados, las áreas de conocimiento desarrolladas y finalmente, la demostración adecuada del dominio teórico práctico, ponderado de acuerdo a la matriz curricular elaborada, según el proyecto de investigación individual y de la comunidad de aprendizaje.

En relación a la periodicidad de la modalidad de los estudios abiertos, es importante mencionar que ésta se caracteriza por ser desarrollada en periodos que se establecen de acuerdo a las formas organizativas signadas por la práctica pedagógica alternativa; como efectivamente se ha constatado en las visitas y acompañamientos llevados a cabo. Los mismos se distribuyen por los periodos que establezcan sus miembros, distribuidos para cada uno de los encuentros según acuerden el tutor y los participantes de las comunidades de aprendizaje, en consideración a la concepción metodológica de proyectos de aprendizaje y de investigación, así como de la profundidad y significación de los saberes tratados.

Es necesario aclarar que según describe Carrillo (2018), los trayectos de formación en consecuencia, son definidos como los momentos o periodos consecutivos en que ocurre cada proceso formativo, en lapsos indeterminados. Vale decir, que estos no poseen una duración previamente establecida, la misma depende de la dinámica participativa que presenten los participantes y el tutor, siendo éste, parte del matiz de apertura curricular que la define en su praxis. Para lo cual, es importante la adjudicación del tutor y del enlace, que se lleva a cabo por parte del Consejo Académico del ProEA, quien según Montero (2022), revisará previamente las credenciales del posible tutor y decidirá la cualificación del mismo, que luego participa de un proceso de inducción previa, antes de iniciadas las diferentes etapas de la comunidad de aprendizaje.

Cabe destacar que la singularidad de desarrollo de las comunidades de aprendizaje en estudios abiertos, a considerar según la literatura consultada por los autores, es mayoritariamente presencial (los seminarios se facilitan de modo presencial, otros son semi presencial, algunos son a distancia, virtual o mixtos), incluyen en su desarrollo varias estrategias didácticas multimodales. Siendo en el caso que nos atañe del ProEA, la modalidad presencial, aquella más expedita, en la que los encuentros de saberes se desarrollan principalmente con la presencia física del tutor, algún experto y cada uno de los participantes, dándose el encuentro de saberes en tiempo real. Lo cual, ha sido corroborado en la practicidad de las comunidades, cuando la mayoría (doce de las comunidades acompañadas), coinciden en afirmar que es en la presencialidad que se logran alcanzar las metas establecidas.

En concordancia con estos hallazgos, es preciso señalar que el contacto humano es esencial en las acciones que llevan a cabo las comunidades de aprendizaje, evidenciándose que, el desarrollo de la empatía y la afectividad es indiscutiblemente un componente humano primordial que articula el funcionamiento de la comunidad. Entonces la presencialidad, es un modo para asegurar el desarrollo de todos los procesos, estrategias y fases de la comunidad, según advierten sus participantes. En otros casos, cuando las actividades son asincrónicas o virtuales, los mismos integrantes afirman que no han podido seguirse, debido al ritmo de la relación dialógica que requiere la gestión de conocimiento de la comunidad.

Vale explicar que, durante la grupalización es cuando los participantes se reúnen en un ambiente específico, por lo general fuera del recinto universitario, dándose en espacios socio laborales o socio comunitarios más confortables, donde hacen vida cotidiana los participantes y tiene mayor impacto sus haceres y saberes, con lo cual, se hace efectivo el principio de territorialidad de la universidad. Aun cuando, el carácter presencial es el más común, hay otras comunidades de aprendizaje (cuatro de ellas) que, funcionan muy distantes en otros municipios, las cuales también fueron observadas y acompañadas en su momento, evidenciando en éstas, la existencia en menor grado del modo semi presencial, dadas las características de accesibilidad, imposibilidad de estrategias multimodales o de desplazamiento de algunos de sus miembros, en razón de la distancia.

Es preciso mencionar que, los participantes relacionan que son pocos los miembros de las comunidades de aprendizaje que se acogen a la ejecución a distancia, no todos cuentan con accesibilidad tecnológica permanente de energía eléctrica, lo que influye con cierto grado de flexibilidad en tiempos de dedicación y autoaprendizaje, a través de las plataformas tecnológicas; en cuanto a que no ocupan espacios físicos de aulas ni horarios establecidos de manera rígida. No es la mayoría, la que se inclina por la semi presencialidad, lo que permite que el número de participantes pueda ser mayor en el espectro de participación y atención del modo presencial. Claro está, que para ambos casos, el nivel de acompañamiento formativo de parte del equipo académico de estudios abiertos, es un tema de mayor consideración, a fin de evitar algún contratiempo en lo que respecta a lo académico, técnico o administrativo del modelo de ProEA.

Esta condición es una particularidad significativa del programa, en ocasiones los participantes exteriorizan que se hace difícil conseguir un horario común para todos, así como también expresan que el acceso al recinto universitario se les dificulta, además de la poca o escasa posibilidad de la utilización de recursos tecnológicos y el cumplimiento del cronograma agendado. No obstante, en ambas modalidades se hacen esfuerzos para garantizar los principios de calidad, relevancia, corresponsabilidad y pertinencia de la educación universitaria, teniendo en cuenta que es la cualificación que priva sobre la cantidad. Se resalta el hecho de que, los facilitadores del programa acuden frecuentemente a aquellas comunidades distantes, para facilitar seminarios y realizar acompañamiento formativo en los diferentes trayectos.

Las voces de los protagonistas. El acercamiento a los factores críticos

Una vez expuestos en detalle los procesos que se viven en las trece comunidades de aprendizaje desarrollados en la práctica cotidiana de las mismas, destacando los componentes estratégicos y metodológicos del ProEA para la acreditación de saberes y experiencias, y habiéndose descrito los aspectos más importantes en su ejecución; se distinguen igualmente, los hallazgos obtenidos del acompañamiento formativo, identificando algunas situaciones que se consideraron los *factores críticos*, devenidos de la sistematización (tanto de los procesos reflexivos aportados por los participantes, junto a los obtenidos por los investigadores en los encuentros reflexivos de la propia comunidad de aprendizaje, como del análisis de los hallazgos).

Dentro de estos, cabe destacar que los logros y alcances significativamente positivos obtenidos durante los años de desarrollo del ProEA, son mayores los aspectos positivos y de cuyos resultados hablan los descritos a lo largo de este documento. En primer lugar, sobresale la *grupalización como la dinámica participativa*, que fluye hacia la generación de conocimiento como aporte sustantivo al patrimonio intelectual de la universidad y la región, un producto en la construcción de conocimiento. De ello hablan en segundo lugar, la elaboración de su propia *investigación, más genuina y auténtica* dentro de un contexto temporal espacial congruente con los procesos que viven los participantes, en cuanto a la divulgación de conocimiento y de los aportes comunitarios e institucionales que se han puesto en marcha desde hace más de una década. Lo cual indiscutiblemente, cualifica como altamente positivo el nivel logrado desde el ProEA en y con las comunidades de aprendizaje.

No obstante, a pesar de esta realidad encontrada en las comunidades de aprendizaje acompañadas tanto por sus participantes como de investigadores, es preciso señalar que también destacan factores críticos que requieren de atención, a ser considerados para alcanzar el máximo nivel de calidad de los procesos académicos formativos de esta modalidad de estudios universitarios. En este acto de contricción, se requiere ser objetivo con la diligencia oportuna, para comprender que es importante haber identificado cada uno de ellos, a fin de comenzar a darles una adecuada atención y seguimiento en cada etapa del proceso mismo de las

comunidades de aprendizaje. De tal modo, que se proporcione la debida corrección en tiempos y fases idóneas, para subsanar tales debilidades y convertirlas en potenciales fortalezas. Los mismos se presentan a continuación, según se fueron identificando en el transcurso indagatorio llevado a cabo por los investigadores.

En este orden de ideas, se destaca que la mayoría de las comunidades han venido alcanzando las metas propuestas en cuanto a *producción intelectual y acreditación*, para el reconocimiento y obtención del título universitario según lo señalado en su respectiva normativa, en función de los fundamentos y procesos propios de su desarrollo, tal como se contempla en la gaceta oficial y la normativa respectiva. Salvo aquellas comunidades, donde se evidenciaron algunas debilidades en las que, los tutores encargados de los procesos formativos medulares, se mantienen aún muy *apegados académicamente al modelo convencional* de educación universitaria, afectan la dinámica praxiológica de la comunidad donde los encuentros de saberes y la producción intelectual se está viendo en cierto modo perjudicada.

Tal situación podría darse, debido a que su visión curricular acoge el *enfoque con inclinación al modelo cerrado y prescriptivo*, persistiendo las experiencias de aprendizaje como clases magistrales propias del modelo conductista, sin que puedan darse relaciones participativas con el conocimiento elaborado en conjunto. En el entendido que, los participantes pudieran ser tablas razas sobre las cuales, deben esculpirse los nuevos saberes disciplinares o enciclopédicos, que podría jugar en detrimento de los saberes devenidos de la gestión empírica praxiológica que bien pudieran nutrir notablemente la interacción social participativa: la otredad. Quedando fuera de la dinámica grupal, cualquier alternativa andragógica (en participación, horizontalidad e investigación), que pueda surgir del seno de la comunidad para generar espacios de encuentro, donde todos compartan sus experiencias y conocimiento para ser validados en la interacción socializadora durante la grupalización.

De igual consideración, se evidencian ciertos *vacíos en el manejo consciente del modelo de ProEA*. Los participantes refieren que buena parte de los seminarios del tronco común, quedan a discrecionalidad del tutor y responde más aun a una inquietud o proyecto de perspectiva personal, por lo que se les dificulta promover acciones grupales para la construcción curricular abierta y flexible a partir de las estrategias de generación de sus productos, como lo es con la narrativa autobiográfica y la elaboración del perfil de habilidades y destrezas de cada participante, que podrían quedar a un lado en la formulación de la matriz curricular.

Dentro de las causas de esta situación, destacan la base explícita en la que algunos participantes esgrimen que los tutores y participantes, no alcanzan a *empoderarse* del modelo educativo del ProEA, y que probablemente al no poseer las competencias idóneas sobre los diferentes momentos y etapas del proceso de acreditación en los estudios abiertos, entonces marcan de forma inadecuada el desarrollo de la comunidad de aprendizaje. Esto trae como efecto, que cada participante ejecute su desempeño y productos en función de lo que pueda

imaginarse, concebir, creer o pensar, de cómo ha de llevarse a cabo la dinámica de participación y elaboración en pos del conocimiento. El resultado de tales circunstancias, podrían además desvirtuar y distanciar a la comunidad del modelo del ProEA hacia otros enfoques, que indiscutiblemente generarían una inadecuada impronta de sus procesos.

De allí, se aprecia que si el tutor no ha recibido debidamente el *taller de inducción* a los estudios abiertos y no ha sido acompañado por el ProEA, la grupalización se ve afectada de forma negativa, si no se cumple con lo establecido en las orientaciones metodológicas del taller de inducción e introducción a los Estudios Abiertos, como bien expresa Carrillo (2020), si estos no se reciben de parte de la coordinación del ProEA, “tanto los participantes como el tutor, presentaran indudablemente debilidades y fallas en su ejecución, y por tanto se percibirán una serie de dificultades en su desarrollo para la comprensión vivencial de los procesos de acreditación” (p. 132).

Del mismo modo, se encontraron debilidades en el *acompañamiento del tutor de la investigación*. En sus reflexiones y valoraciones (un pequeño grupo de participantes manifiesta que no se sienten adecuadamente orientados y acompañados por algunos de sus tutores), en materia de construcción del portafolio, del proceso de elaboración de la línea de investigación y, de la consecuente producción intelectual (ensayos y artículos), en favor de cumplir con lo establecido en el proyecto de la comunidad de aprendizaje que, ha de apuntar hacia el desarrollo endógeno local; pues según expresa Rondón (2023), se estarían alejando de las contribuciones para desarrollo endógeno de la localidad o institución, presentando incoherencias en los enfoques de la metodología de investigación en y por los estudios abiertos o de la estructuración del portafolio, sus componentes y evidencias.

De lo expresado anteriormente, se precisa destacar que al ser orientados por otros tutores o facilitadores externos, que no están involucrados con esta modalidad de estudios (o, en algunos casos verificados por el jurado), los participantes de las comunidades de aprendizaje estudiadas, encuentran que no se han alcanzado algunos requerimientos en torno a sus escritos, (como son ensayos o productos intelectuales), de las cuales forman parte tanto los seminarios y los artículos, como de las monografías y a otras construcciones (sus evidencias), que conforman el portafolio.

Otros participantes en cambio, coinciden en afirmar en torno a las exigencias que establece el programa y las que poseen algunos tutores externos, significativas diferencias y *debilidades por las inconsistencias de los discursos* que ofrecen al momento de proporcionar las orientaciones en los procedimientos y requerimientos, sobresaliendo lo que corresponde a la continuidad o prosecución dentro del programa (que ocurre de un nivel o grado académico hacia otro más elevado). Entendiéndose que, al avanzar de un nivel a otro, deben asumirse las exigencias y producción para la divulgación científica, en cuanto a la elaboración, profundidad del conocimiento y la gestión intelectual, que como expone Rondón (2023), en ello debe imperar

el *cumplimiento de formación en cada uno de los niveles*, hacia una mayor producción en la medida que avanza su desarrollo en la comunidad de aprendizaje.

Observamos que estas circunstancias, aun cuando son situaciones que ocurren en pequeña medida, son percibidas por los propios participantes como amenazas que afectan el nivel de credibilidad o confianza en la grupalización llevada a cabo dentro de su comunidad, afectando de la dinámica participativa y su motivación para la generación de conocimiento. Pues, si se desvirtúan los procedimientos propios del ProEA, se podría generar una impronta que desconcierta a los participantes, afectando el nivel de conocimiento acerca de los procesos propios del *ProEA*. Esto en parte, explica el por qué algunos miembros han abandonado el proceso en sus comunidades de origen, para continuar asistiendo en otra que les permita participar. Tal situación ocurre como ellos mismos exteriorizan, cuando se observa que en otras se desarrolla un dinamismo más cónsono con sus expectativas de formación, investigación y acreditación, lo cual ha sido evidenciado por los investigadores en tres comunidades acompañadas.

Ante esta realidad de las comunidades de aprendizaje, otros participantes expresan que debería ponerse en práctica lo inspirado en el pensamiento más avanzado en cuanto al *continuo de formación*, en el sentido que, quien modela escenarios de actuación para la indagación y producción intelectual o tecnológica (de auto y co-formación), deba estar ejecutando con ello, una práctica reflexiva de la educación alternativa y socio crítica desde la perspectiva comunitaria y de movimientos como la educación popular; de cuyas experiencias en América Latina, ha proporcionado Anzola (2014) en sus estudios y documentos.

Otro elemento localizado que se torna un factor crítico de atención en la *grupalización*, detectado durante el acompañamiento de algunas comunidades, lo constituye la dificultad de algunos tutores en relación a la *identificación de las diferentes formas de apropiación del conocimiento* de los participantes, como de los procesos cognitivos, creativos y afectivos que conforman la dinámica grupal en la práctica de este modelo. Igualmente, se evidencia poco dominio en cuanto al uso de los recursos reales y medios virtuales para la elaboración de los productos. Se observan también, debilidades en el *seguimiento tutorial a algunos participantes*, a lo que se le une el avance la inteligencia artificial que facilita elaboraciones individuales las cuales, no se ajustan a los requerimientos de *probidad académica* en cuanto a la planificación, elaboración, demostración y generación de conocimiento, como de su originalidad y autenticidad inherentes a los procesos de socialización, aprendizaje y evaluación, que son debidamente solicitados en las diferentes fases dentro del ProEA.

Siguiendo con estos acontecimientos, se logró evidenciar cómo se gestiona el desarrollo intelectual, cuyos aportes significativos presentaron ciertas debilidades en su ejecución con tres de las comunidades acompañadas, sobre la base de las opiniones de algunos participantes de éstas, se aprecian los efectos de la dinámica grupal implícita, cuando no se consideran

los acuerdos y normas internas de conducción de la comunidad, (en torno a roles, formas de conducción grupal y liderazgos o cuando su desarrollo depende únicamente de quien la dirige). Estas situaciones pueden deberse posiblemente, a dejar de lado las orientaciones que son ofrecidas en la inducción del programa y sobre lo cual, cada facilitador adscrito al ProEA, hace énfasis en cuanto a la importancia que implican los registros que deben seguirse dentro de la bitácora de la comunidad.

La bitácora desde esta perspectiva, es un instrumento colectivo importante en el que se registra el acontecer cotidiano y sobre el cual, se sistematizan los procesos internos, de cuyo aporte destaca el hecho en cuanto a ir dejando plasmado de manera cronológica y secuencial, todo lo que ocurre en la comunidad de aprendizaje, es la historia de la comunidad narrada por sus propios protagonistas (Carrillo, 2020). Se destaca que no todas llevan a cabo los registros, como son los de asistencia, de participación, los de acuerdos, actas de encuentro y demás evidencias del desarrollo dentro de la bitácora. Por lo que es importante, motivar a estas comunidades para que puedan actualizar los registros dentro de las bitácoras.

En torno a otros factores vale acotar que, se ha localizado en seis de las comunidades estudiadas, *procesos de divulgación del conocimiento* importantes, han venido dando aportes altamente significativos para validar y medir el desarrollo o establecer indicadores de calidad y crecimiento de las comunidades de aprendizaje, en instrumentos o estrategias que impulsan el desarrollo endógeno sostenible, como son los escenarios e indicadores, las estrategias y fases de desarrollo, que se encuentra ampliamente descrito por Rondón (2023). En tales circunstancias, se destacan actividades como coloquios de investigación o congresillos, donde los participantes socializan los avances de los estudios, seminarios de divulgación desarrollados por los propios participantes a fin de colaborar con el desarrollo formativos de sus pares, encuentros inter comunidades en redes de comunidades.

Del mismo modo destaca, el diseño y la formulación de páginas web, de *bloggers*, también de revistas de corte científico, como medios de divulgación de conocimiento generado en el seno de la comunidad o de la participación en conferencias locales o nacionales, que emergen como valor agregado inestimable en la generación de conocimiento. Experiencias estas, en que la escritura académica y científica se desarrolla desde la propia práctica cotidiana en interacción con el saber disciplinar, siendo ocasiones individuales o grupales para intercambiar conocimientos, exteriorizar sus logros en investigación, exponer saberes y demás experiencias de reciclaje e innovación del conocimiento.

Reflexiones finales

Como se ha podido apreciar a lo largo de este interesante estudio, en el ProEA se concibe a la persona que participa de esta modalidad, como un eje primordial en su condición humana compleja y dinámica, que puede evolucionar dentro de acciones académicas universitarias

innovadoras para la profesionalización y los estudios de postgrado. Bajo el cual, el aprendizaje colaborativo promueve la flexibilidad la inclusión en su programa y, en el desarrollo del currículo, siendo altamente significativo en los procesos de investigación y acreditación. Ello viene dado en cada participante, quien consigue ser el actor protagonista en la grupalización, que ocurre en las comunidades de aprendizaje: un espacio humano dialogizador de demostración y construcción del conocimiento, que se inicia a partir de los saberes y experiencias, donde cobra vida la otredad y alteridad en la academia. Esta es la razón de ser, del ProEA a diferencia de otros modelos y métodos convencionales o tradicionales de la educación universitaria.

En consecuencia cada participante a su vez, se ve fortalecido, acrecentando y construyendo los conocimientos, al tiempo que en su dinámica social participativa va ampliando sus habilidades sumadas a sus destrezas mediante la orientación y acompañamiento formativo del tutor; de tal modo, que el aprendizaje sea más significativo al ser construido en colectivo, por lo tanto, más agradable y motivador, lo cual parte desde la autobiografía como oportunidad óptica para demostrar sus saberes, cristalizados en una matriz o malla curricular.

Si bien la filosofía de los estudios abiertos universitarios, se sustenta en nuevos paradigmas de construcción del conocimiento como del aprendizaje basado en proyectos, devenidos de aportes de la neurociencia, esto ocurre bajo el enfoque humanista socio crítico de perspectiva histórica, hermenéutica y etnográfica. Se debe asegurar entonces, que en todas las comunidades de aprendizaje este modelo del ProEA, siga siendo un espacio de encuentro de saberes cada vez más crítico propositivo, con ambientes y dinámicas también cada vez más complejas, enmarcadas en la complementariedad metodológica de vanguardia.

Lo anteriormente planteado, deviene de la calidad en la interacción grupal observada durante el acompañamiento formativo que se produce entre sus miembros, destacando la presencialidad, dada las relaciones dialógicas y sinérgicas que ocurren en los encuentros de saberes. En razón, de que la interacción participativa destaca el conjunto de relaciones de alteridad y otredad en pos del conocimiento: un entramado situacional de compartir y promover los saberes, la gestión cognitiva, creativo - afectiva, la autonomía responsable y comprometida que se vive en la grupalización.

A partir de lo expresado, emergen como factores críticos la importancia de la inducción, la necesidad de acompañamiento, el interés de favorecer la investigación desde una perspectiva de autenticidad, originalidad y la construcción de conocimiento para la acreditación con probidad académica. Por lo que, la grupalización está obviamente signada en el interés de comprender, compartir y debatir sobre lo que ocurre en un mundo multidiverso y pluridimensional, en el que puedan operarse variadas dimensiones humanas tanto sónicas como simbólicas, con vivencias intersubjetivas de reflexión crítico dialógica de los saberes compartidos y contruidos. Todo ello, en el marco de las perspectivas del desarrollo praxiológico-teórico-metodológico propios del ProEA.

Esta modalidad de estudios universitarios a diferencia de otras, expone una visión acción de la dinámica ontoepistemológica de vanguardia, que trasciende del espacio humano a lo académico y viceversa, donde los modos de indagación y la relación afectiva son ejes transversales que aseguran el proceso formativo vivido creativamente. Pues, de no ser así, difícilmente podría estarse actuando sobre los fundamentos que sustentan y activan los procesos propios del ProEA.

En razón de lo expuesto, se destacan la generación, innovación y apropiación del conocimiento, que bien han sido aportados en sus documentos por Anzola (2014) y Carrillo (2020), acerca de esta innovación universitaria, como de la Gaceta Oficial 40.366, que lo ampara. En este aspecto, se evidencia un espacio de interacción que se acerca al modelo de educación andragógica en pos del conocimiento, en función tanto de las experiencias previas de formación, como de las demostraciones en el transitar de la teoría requerida y, de los intereses por hacer que el proyecto logre evolucionar en saberes y haceres, hacia el desarrollo endógeno. Todo ello, en un ambiente de horizontalidad, participación e investigación.

Bajo esta óptica, los investigadores encontraron en las experiencias de campo que, al realizar las jornadas de acompañamiento formativo en los estudios abiertos, se establecen en su operatividad los componentes descritos inicialmente por (Anzola, 2013, 2014); también los aportes expuestos en Alonso y Carrillo (2017) y en Carrillo (2020), de acuerdo a los requerimientos teórico-prácticos del proyecto que en colectivo se construye como inducción - proceso - producto – acreditación en el ProEA, que le permite a cada participante avanzar en sus diferentes trayectos, a un ritmo específico sin plazos prefijados, prelaciones, ni presiones y sin otras pretensiones que no sean la acreditación en el reconocimiento de saberes y experiencias en un campo del conocimiento desarrollado por el participante.

Como resultado de lo anterior, se ha venido alcanzando un nivel mayor de elaboración teórico conceptual y práctico, cumpliendo con las exigencias tanto de la comunidad, como de lo establecido en los documentos fundacionales y normativos de los estudios abiertos. Lo cual, se ha podido evidenciar durante los acompañamientos en los últimos años. Todo en virtud, de estar asentado en los niveles de desempeño y responsabilidades propias personales – grupales de sus integrantes, vistos en sus compromisos con el saber, en sus deseos e inclinaciones vocacionales, en las aptitudes y elaboraciones de los participantes.

Otro aspecto relevante representa ser, que este programa comprende un conjunto de componentes epistémico metodológicos dedicados a la conformación de diversas actividades de formación integral, de creación artística, humanística, científica, tecnológica, en áreas particulares de estudio, para impulsar la creatividad e innovación, la solución de problemas (personales, familiares, comunitarios, sociales, ambientales, de servicios, productivos, socio económicos, humanísticos, tecnológicos y científicos). Lo expresado ocurre, según Rondón

(2023), a través de la indagación continua, orientada a la contribución del desarrollo endógeno, la pedagogía crítica, la ecología para el desarrollo humano y la creación intelectual, dando como resultado el aprendizaje colectivo permanente.

Estos mecanismos procesuales, han apoyado la divulgación de conocimientos mediante la investigación autodirigida y coordinada por tutores, activando la docencia desde y para el ser, impulsando la producción intelectual y la territorialidad; en la convicción de desarrollar profesionales con alto sentido social, elevada actitud crítica reflexiva. Sintiendo al mismo tiempo, altamente calificados y avocados a responder a las necesidades o requerimientos de la sociedad y el entorno natural, donde tiene su hacer cotidiano. Todo ello, en el marco de la probidad académica como condición transversal garante de la ética y del espíritu propio del programa, en los procesos de enseñar y demostrar, aprender a aprender, construir y divulgar, valorar juntos y evaluar para acreditar.

El Programa de Estudios Abiertos es un programa que, en sí mismo contribuye a la construcción del bienestar de la persona, de la familia y comunidad local, debido a que los proyectos de investigación están dando respuesta a problemas locales o institucionales. Los propios, son registrados como focos mediadores a resolver, a través de la investigación devenida de la experiencia de vida y del análisis integrado de los demás componentes del portafolio de saberes, la socialización y por consiguiente de la grupalización. Tal característica ha de ser interiorizada en primera instancia por el tutor, luego por los participantes de la comunidad de aprendizaje y, después la comunidad local o institución. Estas últimas, deberían estar conscientes sobre la existencia de la comunidad de aprendizaje, como un ente dinámico y productivo de conocimiento, en favor de la gestación del bienestar comunitario o institucional.

Finalmente, considerando los hallazgos resultantes del estudio presentado, los investigadores consideran altamente importante atender los requerimientos de cada comunidad, que conduzcan a generar las vías expeditas para responder hacia el fortalecimiento de los factores críticos detectados, a fin de alcanzar un alto grado de congruencia y calidad, cónsonos con el espíritu propio del programa de estudios abiertos y de la autogestión del conocimiento. Dado que, con este documento también, se han proporcionado rutas para la mejora de los procesos de esta loable formación universitaria alternativa, en creciente expansión.

Referencias

Alonso, M., y Carrillo, T. (2017). *El acompañamiento formativo para la formación docente con la praxis de las pedagogías alternativas, a partir de la planificación estratégica educativa*. Universidad Valle del Momboy.

- Angulo, A., y Carrillo, T. (2015). *El currículo abierto y flexible en la acreditación de experiencias del programa de estudios abiertos de la UPTMKR, Ejido Mérida* [Tesis de grado de Maestría]. Universidad Fermín Toro.
- Anzola, M. (2013). Los Programas Universitarios de Estudios Abiertos (PUEA) de la Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez. Un estado del arte. *Conocimiento Libre Y Licenciamiento (CLIC)*, (6). <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/522>
- Anzola, M. (2014). Comunidades de Aprendizajes, investigación e innovación. Un nuevo espacio académico. *Conocimiento Libre Y Licenciamiento (CLIC)*, (7), 267-292. http://convite.cenditel.gob.ve/files/2014/06/RevistaCLIC_Experiencia_Comunidades1.pdf
- Barnes, F. (1997). *Líneas Generales para el Diseño Curricular*. UNAM. Coloquio Multidisciplinar, Facultad de Química de la UNAM.
- Carrillo, T. (2010). *Documento Prospectivo de la Escuela Alternativa “María Rosario Nava” fundamentos para la inclusión*. Inédito. Documento de registros de estudios.
- Carrillo, T. (2018). *La perspectiva de la Pedagogía alternativa. Seminario de formación medular en el programa de estudios abiertos. PROUEA*. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Carrillo, T. (2019a). *De la pedagogía general a la pedagogía crítica. Seminario de postgrado en pedagogía crítica. PROUEA*. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Carrillo, T. (2019b). *La interacción participativa en la comunidad de aprendizaje. Una aproximación a la intersubjetividad para la construcción de conocimiento. Material de trabajo para el seminario de Pedagogía Alternativa*. Inédito. ProEA. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Carrillo, T. (2020). *La grupalización como factor dinamizador en las comunidades de aprendizaje de estudios abiertos* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Carrillo, T., Montero, A., y Sulbarán, F. (2022). Comunidades de Aprendizaje y Pedagogía Alternativa: una Reflexión desde la Vivencia. *Revista Cruzentiana. Comunidad y patrimonio*, 13, p. 191.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*. 20 de diciembre de 1999 N° 5.423, Extraordinario.
- Elboj, C., Puig, D., Soler, M., y Valls, R. (2006). *Comunidades de aprendizaje. Transformar la Educación*. Editorial Graó.
- Flecha, R. (2006). *Las comunidades de aprendizaje en la resolución de conflictos. La Formación Comunitaria*. CREA.
- García, R., Jaramillo, G., y Mosquera, L. (2016). *Claves que subyacen en el método autobiográfico*. Universidad Católica de Pereira.
- González, M. (2015). *Lenguajes del poder ¿Lenguajes que nos piensan?* Universidad de Manizales.

- González, M. (2017). Diálogos de saberes: las homogeneizaciones-diversidades y las exclusiones-inclusiones en la Educación Colombiana, narrativas autobiográficas. *Revista de pedagogía*, 38(103), 209-247.
- González, M. (2021). Narrativas de sí, las autobiografías como dispositivos para pensar y precisar problemas de investigación en la educación. *Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 7(13), 95-116.
- Hernández, T. (2023). *Visión óptica del docente en el Programa Nacional de Formación en Ingeniería Informática* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Herrera, A., y Didriksson, A. (1999). La construcción curricular: innovación, flexibilidad y competencias. *Educación Superior y Sociedad*, 10(2), 29-52.
- Ley Orgánica de Educación. (2009). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*. 15 de agosto de 2009. N° 5.929. Extraordinario.
- Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria. (2014). *Programa Universitario de Estudios Abiertos*. Gaceta Oficial N° 40.366, 12 marzo 2014.
- Montero, A. (2022). *Modelo Humanista de Gestión para el programa de estudios abiertos* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Motta, R. (2019). *Complejidad, Educación y Transdisciplinariedad*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1998). Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción. *Educacion Superior y Sociedad*, 9(2).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2008). *Conferencia Internacional de Educación Inclusiva: El camino hacia el futuro*.
- Piñero, M., y Rivera, M. (2013). *Investigación cualitativa. Orientaciones procedimentales*. ILBPF UPEL.
- Rivas, P. (2019). Los Estudios Abiertos. Consideraciones sobre la formación avanzada de un programa nacional (PNFA). *Educere*, 23(75), 267-292.
- Rondón, J. (2023). *Modelado del Desarrollo Endógeno Sostenible: escenarios, estrategias e indicadores en los procesos de formación* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica Territorial Kléber Ramírez.
- Salazar, I., y Andrade, D. (2009). *Acreditación Del Aprendizaje Por Experiencia. Una política de Inclusión*. <http://es.scribd.com/doc/7102490/Acreditacion-Del-Aprendizaje-Por-Experiencia>
- Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez. (2012). *Postulados Filosóficos del Programa de Estudios Abiertos ProEA*. UPTMKR.
- Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez. (2014). *Reglamento Especial para Acreditar Experiencias y Saberes Acumulados del Programa Universitario de Estudios Abiertos*. UPTMKR.
- Vílchez, N. (2004). Una revisión y actualización del concepto de currículo. Telos Revista Interdisciplinaria de Estudios en Ciencias Sociales. *Revista Crucentiana. Comunidad y patrimonio*, 6(2), 191-208.

Python e interfaz gráfica para calcular el *Seeing* en el Observatorio Astronómico Nacional

Python and graphical interface to calculate the *Seeing* at the National Astronomical Observatory

Jaidary Mejía ¹

Giuliat Navas ²

Universidad Nacional Abierta, Trujillo, Venezuela¹

Fundación Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte, Mérida, Venezuela^{1,2}

jaidarymejia30@gmail.com¹

giuliatnavas@gmail.com²

Fecha de recepción: 26/01/2025

Fecha de aceptación: 23/05/2025

Pág: 37 – 59

Resumen

La observación astronómica requiere recolectar la luz proveniente de los astros. Sin embargo, cuando estas observaciones se realizan desde la superficie terrestre, la atmósfera actúa como un factor distorsionador de la luz, ya que está compuesta por capas de aire con diferentes densidades y temperaturas. Cuando la luz de un astro atraviesa estas capas, se dobla y dispersa, resultando en imágenes distorsionadas. Este efecto distorsionador de la atmósfera sobre los astros se conoce como *Seeing*, y su valor representa la calidad de la visibilidad atmosférica en un momento y lugar determinado. Este trabajo propone un código en Python, junto con su respectiva interfaz gráfica, para calcular el valor del *Seeing*. Se usa Python como herramienta gracias a su alto nivel en el procesamiento de datos y sus importantes bibliotecas especializadas en Astronomía. El método del FWHM se utiliza para determinar el *Seeing* en la escala de Pickering y se aplica a observaciones de abril del año 2024, debido al volumen de datos tomados en las diferentes fases lunares durante el mes. Gracias a la interfaz propuesta, los operadores de los telescopios podrían emplearla como herramienta de trabajo diario, permitiéndoles un conocimiento más profundo y cuantitativo de la calidad del cielo.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Este código permitiría evaluar y analizar en tiempo real la calidad de las observaciones astronómicas, facilitando la toma de decisiones sobre la viabilidad y ejecución de los proyectos planificados, además de cuantificar el valor del *Seeing* en las imágenes astronómicas.

Palabras clave: astronomía con Python, atmósfera, cálculo del *Seeing*, interfaz gráfica, refracción.

Abstract

Astronomical observation requires collecting light from celestial objects. However, when these observations are made from the Earth's surface, the atmosphere acts as a distorting factor for the light, as it is composed of layers of air with varying densities and temperatures. When light from a celestial object passes through these layers, it bends and scatters, resulting in distorted images. This distorting effect of the atmosphere on celestial objects is known as *Seeing*, and its value represents the quality of atmospheric visibility at a given time and location. This work proposes a Python code, along with its graphical interface, to calculate the *Seeing* value. Python is used as a tool due to its high capability in data processing and its important specialized libraries for Astronomy. The *Full Width at Half Maximum* (FWHM) method is employed to determine the *Seeing* on the Pickering scale and is applied to observations from April 2024, given the volume of data collected during different lunar phases that month. Thanks to the proposed interface, telescope operators could use it as a daily work tool, enabling a deeper and more quantitative understanding of sky quality. This code would allow real-time evaluation and analysis of the quality of astronomical observations, facilitating decision-making regarding the feasibility and execution of planned projects, as well as quantifying the *Seeing* value in astronomical images.

Keywords: astronomy with Python, atmosphere, calculation of *Seeing*, graphical interface, refraction.

Introducción

La astronomía, como disciplina observacional, se dedica al estudio de todos los objetos celestes más allá de los límites de nuestro planeta. Su fase inicial consiste en la recolección de la mayor cantidad de luz emitida por objetos luminosos, la cual es captada mediante telescopios y cámaras CCD (CCD, Charge Coupled device). Estos objetos luminosos pueden emitir o reflejar luz por diversas razones, dependiendo de su naturaleza. Algunos emiten luz propia debido a reacciones de fusión nuclear que ocurren en su núcleo (Enciclopedia Concepto, 2022). Otros, aunque no tienen luz propia, reflejan la luz de las estrellas a

las cuales orbitan. Algunos de estos objetos también pueden emitir o dispersar la luz bajo circunstancias particulares, como la sublimación de sus materiales o la ionización causada por estrellas cercanas (Zuñiga, 2019). Este complejo espectro de fenómenos convierte la luz en el principal vehículo para entender la composición, estructura y dinámica del universo.

La observación astronómica requiere recolectar esta luz proveniente de los astros, mediante receptores ubicados generalmente en la superficie terrestre. Este proceso abarca desde nuestros ojos y telescopios que captan la radiación electromagnética en el rango visible (longitudes de onda entre 400 y 700 nanómetros), hasta antenas que detectan frecuencias de radio (longitudes de onda superiores a 1 centímetro y de varios kilómetros de largo). Esta radiación proveniente de cualquier astro debe atravesar la atmósfera terrestre antes de llegar al instrumento o al ojo del observador en la superficie terrestre. Debido a que la luz cruza la atmósfera, el camino óptico de esta señal se modifica por el fenómeno de la refracción (Fernández et al., 2023, p. 197).

La refracción es el cambio en la dirección de propagación de una onda electromagnética al atravesar dos medios homogéneos con distintos índices de refracción (Malacara, 2015, p. 34; Miczaika y Sinton, 1967, p. 15). Dado que la densidad del aire disminuye a medida que se incrementa la altura respecto a la superficie terrestre, es usual tratar a la atmósfera como un conjunto de capas esféricas, donde cada capa posee sus propias características físicas (Fernández et al., 2023, p. 43; Smart, 1962, p. 60), de manera que, la refracción depende, entre otras cosas, de las características físicas de la atmósfera y de la altitud sobre el horizonte o distancia cenital del cuerpo observado siendo ésta más pronunciada cuando los objetos a observar están cerca del horizonte terrestre, porque el rayo de luz atraviesa una mayor cantidad de atmósfera (Abad et al., 2002).

Una noche nublada puede bloquear por completo la visión de los astros desde la superficie terrestre. Las nubes no solo actúan como obstáculos visuales, sino que también dispersan la luz, especialmente la proveniente de fuentes artificiales (contaminación lumínica), lo cual puede alterar la visibilidad del cielo y dificultar la observación. Las partículas presentes en la atmósfera, como el polvo y el vapor de agua, dispersan la luz emitida por las ciudades, incrementando la luminosidad del cielo nocturno y dificultando la observación de astros tenues (Innovations Foresight, 2016). Estos efectos combinados con la refracción atmosférica, la turbulencia atmosférica, la dispersión de la luz y la absorción atmosférica (Pastrana, 2013) pueden alterar el brillo, el color y la posición aparente de los objetos celestes en el cielo observados desde telescopios terrestres, interferencias que no experimentan los telescopios ubicados fuera de la atmósfera terrestre, tal como el Telescopio Espacial Hubble, James Webb, Gaia, entre otros.

La turbulencia en la atmósfera es causada por el movimiento del aire y las variaciones de la temperatura. La atmósfera de la Tierra está compuesta de capas de aire con diferentes densidades y temperaturas, que están en constante movimiento debido a factores como el

viento y las corrientes de aire. Cuando la luz de un cuerpo celeste atraviesa estas capas turbulentas, su trayectoria se desvía de manera irregular, causando variaciones en la posición del cuerpo y en su brillo. Desde la superficie de la Tierra, estas desviaciones producen un efecto visual en el que los cuerpos celestes parecen titilar. Este efecto visual varía según el tipo de cuerpo celeste. Las estrellas, al ser puntos de luz muy distantes y pequeños en el cielo, su luz es más susceptible a las variaciones causadas por la atmósfera terrestre, lo que las hace ver como titilar. En cambio, los planetas y los asteroides, al tener un tamaño aparente mayor a las estrellas, no se ven titilar tanto como las estrellas, la luz que reflejan atraviesa la atmósfera en un área más amplia, lo que promedia las desviaciones y reduce el efecto de titilación. Cuando la luz pasa a través de diferentes capas de aire con distintas temperaturas y densidades, hace que la luz se doble y se disperse, resultando imágenes borrosas y distorsionadas (Sentinelmission, 2024). Este efecto distorsionador de la atmósfera sobre los objetos celestes es lo que llamamos el *Seeing*, y su valor representa la calidad de visión o visibilidad atmosférica en un instante o en un lugar determinado (Astropractica, 2023).

En términos prácticos, el *Seeing* se ve reflejado en el titilar de las estrellas. En buenas condiciones de *Seeing*, las estrellas no deberían titilar. Por el contrario, en una mala noche, el titilar de las estrellas puede ser muy violento e incluso afectar su tonalidad. A través de los telescopios terrestres, el grado de turbulencia es todavía más evidente. Las imágenes de las estrellas se mostrarán temblorosas y será difícil enfocarlas en noches con un valor de *Seeing* mayor. De manera que, el valor del *Seeing* nos proporciona información sobre la calidad de las observaciones.

Conocer el valor del *Seeing* en una noche de observación en los telescopios del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) es crucial para determinar si las condiciones son adecuadas para continuar con las observaciones. Este conocimiento permite a los investigadores evaluar la calidad del cielo y, por lo tanto, la calidad de los datos que se pueden obtener. Mantener un registro detallado del *Seeing* a lo largo del año es una herramienta invaluable para la planificación de proyectos y observaciones a largo plazo en el observatorio, información de la que no disponemos actualmente, ya que en el OAN no contamos con un método para calcular el *Seeing*, lo que impide registrar sus valores correspondientes. De allí radica la importancia de este estudio en la que se propone un código en Python con su respectiva interfaz gráfica para calcular el *Seeing* como herramienta de trabajo para ser empleada por los asistentes científicos en el OAN (operadores de los telescopios). Esta herramienta facilitaría, primeramente, el cálculo del valor del *Seeing* en cualquier momento de la observación y en cualquier proyecto, permitiéndoles monitorear sus variaciones en el lugar, asegurando así, que los proyectos se desarrollen en las mejores condiciones atmosféricas posibles y contribuyendo significativamente a la calidad de los datos recolectados.

Desarrollo

El *Seeing*

El *Seeing* determina la mejor resolución angular posible en unas condiciones dadas. En observatorios a gran altitud (superiores a 4000 msnm), como Mauna Kea en Hawái o la Palma en España, pueden alcanzar valores de 0,4" (segundos de arco), mientras en observatorios a baja altitud (inferiores a 2000 msnm) es común que el *Seeing* supere valores de 1". Actualmente, gracias a este estudio se registró en el OAN un valor del *Seeing* entre 1,9" y 3,8", pero hace 30 años atrás, el valor del *Seeing* en el OAN llegó a valores inferiores a 1". Otros observatorios, como el Instituto de Astrofísica de Canarias tiene un *Seeing* promedio de 0,7" (IAC, 2024), y en la República Checa de 5" (Kolář, 2015). De manera que, conocer el valor del *Seeing* es fundamental para los astrónomos, ya que pueden seleccionar las mejores noches para realizar observaciones detalladas, por ejemplo para estudios de fotometría, y las noches con mayor valor de *Seeing* destinarlos a proyectos menos sensibles, tales como al estudio de las posiciones astrométricas de los astros, astrofotografía, entre otros.

El requisito principal para las observaciones astronómicas de alta resolución es operar bajo una atmósfera lo más tranquila y estable ópticamente posible, caracterizada por una turbulencia (óptica) débil o de pequeña escala (Parada et al., 2020). En consecuencia, se determina que calcular el *Seeing* en los observatorios es crucial, puesto que afecta directamente la nitidez de las imágenes astronómicas. Un mal *Seeing* hace que las imágenes sean menos claras y más difíciles de enfocar, lo que puede eliminar detalles sutiles en planetas, asteroides y en estrellas dobles.

Actualmente, existen dos escalas para medir la calidad del *Seeing* en una noche, la escala de Antoniadi, diseñada por el astrónomo francés Antonidi y la escala de Pickering ideada por William H. Pickering. Ambas son similares y se usan indistintamente. La escala de Antoniadi divide la visión en cinco grados, y va del I (perfecto valor del *Seeing*) al V (pésimo valor del *Seeing*), y la escala de Pickering divide la visión en diez grados, y va del 1 (buen valor) al 10 (pésimo valor) (Sarazin y Roddier, 1990).

Tomando en cuenta los valores del *Seeing*, es crucial seleccionar sitios idóneos para la instalación de telescopios ópticos terrestres teniendo en cuenta el *Seeing* natural del lugar y una baja contaminación lumínica. Los observatorios de Mauna Kea en Hawái (Racine, 1996), el Observatorio del Roque de los Muchachos en La Palma, Islas Canarias (Radu et al., 2011) y el Observatorio Paranal en Chile (Lombardi et al., 2009) son ejemplos de ubicaciones con excelente *Seeing* natural. La estratificación de la atmósfera y su efecto en el *Seeing* son generalmente bien conocidos, aunque cada sitio presenta ligeras diferencias debido a la topografía natural (o construida) y clima particular. Esto ha impulsado la práctica de realizar campañas de prueba de sitios antes de comisionar un telescopio en un determinado lugar, con el fin de determinar primeramente las estadísticas de turbulencia atmosféricas en el sitio.

(Skidmore et al., 2009).

El sector de Llano del Hato en Mérida, donde se encuentra el OAN fue considerado por el Dr. Jurgen Stock (Fundador del OAN) como uno de los mejores lugares en Venezuela para comisionar los telescopios que están actualmente, debido a varias razones. Su ubicación a una altitud de 3600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), reduce la cantidad de atmósfera que la luz debe atravesar antes de llegar a los telescopios, mejorando así la calidad de las observaciones. Además, cuenta con un clima favorable, muchas noches despejadas durante el año, baja humedad y baja contaminación lumínica, lo cual es crucial para obtener imágenes claras y precisas.

Cálculo del *Seeing*

Cuando se analiza una estrella en una imagen astronómica, se observa que está representada por un grupo de píxeles, algunos más brillantes cerca del centro y otros de menor intensidad a su alrededor. Las imágenes ideales de fuentes puntuales obtenidas por un instrumento óptico tienen un patrón de intensidad llamado disco de Airy (American Association of Variable Star Observers, 2010). Sin embargo, la luz de una estrella al pasar por la atmósfera da lugar a una distribución de intensidad no uniforme. Para medir la intensidad de una imagen que no tiene los bordes bien definidos, se emplea el FWHM, o “anchura a media altura” (*Full Width at Half Maximum*, por sus siglas en ingles), para describir la anchura de una señal en el punto donde su amplitud es la mitad de su valor máximo (Figura 1).

En astronomía, el FWHM es relevante para describir la calidad de una imagen astronómica, y es el método que aplicaremos en este estudio para calcular el valor del *Seeing* en la escala de Pickering. El FWHM se refiere a la anchura de la estrella en el punto donde la intensidad de la luz cae a la mitad de su valor máximo. Un menor valor de FWHM indica que las estrellas son más puntuales y la imagen es más nítida y, por lo tanto mejor calidad de observación (Astropractica, 2023). En otras palabras, el *Seeing* se mide como la mejor resolución angular posible, y se obtiene al expresar en segundos de arco el valor de la anchura a media altura (FWHM) en píxeles. Este concepto es crucial y es el que usaremos en este trabajo para cuantificar la estabilidad y claridad del cielo observado.

En el marco de este trabajo, la observaciones utilizadas para probar el código y la interfaz del cálculo del *Seeing* fueron tomadas del Telescopio Reflector de 1 metro de diámetro, ubicado en el OAN (8°47'11"N, 70°52'18,8"O, 3,600 msnm). Las imágenes usadas fueron suministradas por la CATO (Comité de Asignación de Tiempo de Observación) respetando la propiedad de las observaciones y el derecho moral de los investigadores principales de los proyectos (Navas, 2022). Para esas observaciones, al telescopio se le acopló una cámara CCD, modelo FLI PL4240 256 en su configuración F/5,2 permitiéndole a la luz recorrer una distancia focal de 5.150 mm, con una anchura del pixel de 13,5 μm y cubriendo un campo de visión de 19' x 19' (minutos de

arco).

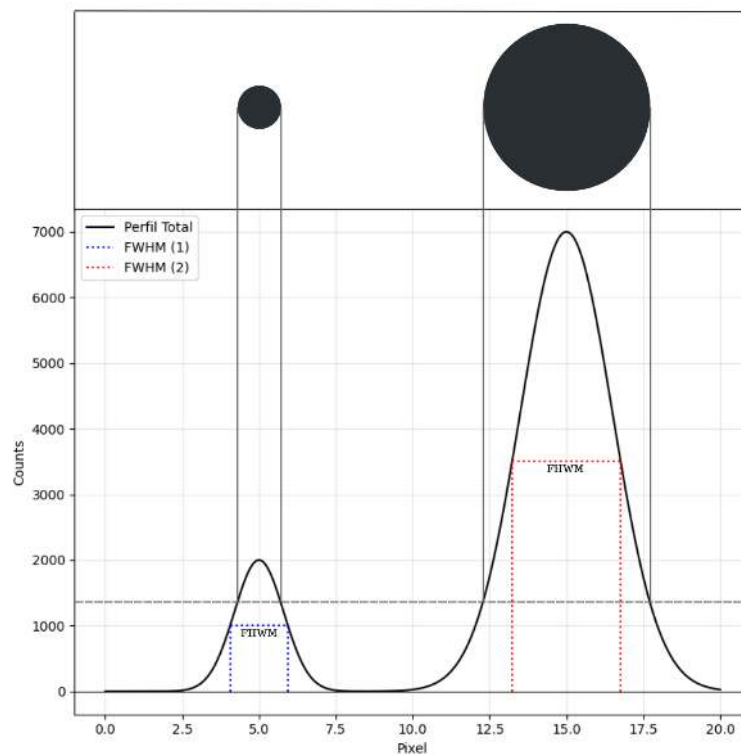


Figura 1: Esquema que representa el FWHM, se observa la función donde el eje horizontal se expresa en pixeles, mientras el eje vertical se expresa en unidades de cuentas. Se puede apreciar que la estrella 1 es de menor tamaño que la estrella 2 y sus FWHM son diferentes.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Metodología para calcular el *Seeing*

La metodología que se propone en este trabajo automatiza el procesamiento de imágenes astronómicas en formato FITS (*Flexible Image Transport System*), permitiendo identificar estrellas en el campo observado, calcular los contornos de las estrellas de acuerdo a las cuentas (valores ADU) y ajustar los perfiles gaussianos a través del FWHM para estimar el valor del *Seeing*.

Python fue elegido como la herramienta principal debido a su flexibilidad, extensas bibliotecas científicas y capacidad para manejar datos complejos. Las bibliotecas utilizadas en el desarrollo del código incluyen: Astropy: para manejar archivos FITS y unidades astronómicas, Numpy: para cálculos numéricos y manipulación de matrices, Matplotlib: para la visualización de datos y resultados, Scipy: para realizar los ajustes gaussianos y el análisis funcional, Photutils: para la fotometría y la detección de objetos astronómicos. Estas bibliotecas permiten

calcular con precisión las curvas de luz necesarias para determinar el valor del *Seeing*. El método desarrollado en este trabajo comprende las siguientes etapas implementadas en las secciones del código descrito en la Tabla 1.

Definición de la ubicación y lectura de los datos

El análisis comienza con la definición de la ruta en donde se encuentran almacenados las imágenes astronómicas y la manera de leerlos, tal como se detalla en Mejía y Navas (2024). Estos archivos fits contienen una matriz bidimensional que representa los valores de cuentas (en ADU), junto con una cabecera (header) que incluye información clave sobre la configuración del telescopio. Esta cabecera o encabezado proporciona datos como la escala de los píxeles (PIXSCAL), la fecha de observación, las coordenadas ecuatoriales del campo observado (RA, DEC), el tiempo de exposición y el binning de la cámara (CCDSUM), entre otros parámetros. Cada archivo fits se procesa en Python empleando la biblioteca (Astropy Project, [s.f.-b](#)), que facilita la manipulación de imágenes astronómicas y sus metadatos.

Pre-procesamiento

El valor de la escala de píxeles se ajusta dinámicamente en función del binning del sensor CCD (el cual se lee en la cabecera de los datos), multiplicando la escala base por los factores de binning aplicados en las direcciones horizontal y vertical del sensor. Las coordenadas de las estrellas a analizar se ingresan manualmente, después de haber sido identificadas previamente mediante herramientas de visualización como SAOImage DS9 (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, [s.f.](#)). Estas coordenadas a introducir corresponde a la posición central (x,y) de cada estrella en píxeles.

Estimación del radio óptimo de apertura

Se estima un radio de apertura óptimo para cada estrella en el campo de observación. Este radio maximiza la desviación estándar del flujo dentro de una región circular, identificando la zona donde el flujo estelar es más significativo. El rango explorado para el radio en este trabajo abarca de 3 a 25 píxeles, y se detiene automáticamente cuando la desviación estándar comienza a decrecer.

Cálculo del FWHM

Para cada estrella, el código define una Región de Interés (ROI) centrada en sus coordenadas centrales (x,y) y ajustada según el radio óptimo. Posteriormente, modela el perfil de flujo utilizando una función Gaussiana 1D ajustada con el método de mínimos cuadrados de Levenberg-Marquardt (LevMarLSQFitter) (Astropy Project, [s.f.-a](#)). A partir del ajuste Gaussiano modelado, se calcula el ancho total a media altura (FWHM) en píxeles, el cual se convierte a segundos de arco utilizando la escala de píxeles ajustada.

Análisis de los resultados

El análisis de los resultados en el código, se basa en el estudio de los parámetros calculados para cada estrella identificada de forma individual, tomando en cuenta las estadísticas fundamentales como el flujo total, la media y la desviación estándar del flujo. Como resultado, el código muestra el radio óptimo de apertura de cada estrella seleccionada y el valor del *Seeing* estimado en segundos de arco, además, calcula y muestra el valor promedio del *Seeing* para la imagen astronómica estudiada a partir de los valores individuales de *Seeing* estimados de todas las estrellas analizadas en la imagen.

Generación de gráficos y reportes

El análisis visual mediante gráficos generados por el código cumple un rol crucial en la interpretación y validación de los resultados obtenidos en el cálculo del *Seeing*. Los perfiles de flujo y los ajustes gaussianos permiten evaluar la distribución de la luz emitida por cada estrella y verificar la precisión del modelo gaussiano aplicado en las coordenadas ingresadas. Este análisis gráfico es fundamental para identificar desviaciones significativas o anomalías en el perfil de flujo, que podrían afectar la medición del *Seeing* al no estar la estrella debidamente centrada dentro del ROI. Además, proporcionan una referencia visual inmediata que ayuda a validar el ajuste y asegura que los datos sean representativos de la calidad óptica y atmosférica en el momento de la observación.

Los mapas de intensidad de las regiones de interés (ROI) ofrecen una representación espacial del flujo en torno a cada estrella. Estos gráficos son especialmente útiles para identificar problemas como la contaminación de fuentes cercanas, ruido de fondo o características específicas del sensor que puedan influir en los resultados. Al visualizar directamente la distribución de luz en el área analizada, el investigador puede detectar patrones inesperados y corregir posibles errores en los cálculos o en la selección de parámetros.

Finalmente, los contornos isofotales aportan una perspectiva más detallada de la simetría y distribución del flujo alrededor de las estrellas. En conjunto, estos gráficos no solo complementan los datos numéricos, sino que también ofrecen una herramienta poderosa para validar y enriquecer el análisis, garantizando conclusiones más precisas y confiables.

Almacenamiento de resultados

El código permite guardar en un archivo de texto los resultados, detallando el número total de estrellas analizadas, los parámetros calculados para cada estrella y el promedio estimado del valor del *Seeing* para dicha observación. Esto facilita al asistente científico del OAN el registro de los valores del *Seeing* durante las noches de observación.

Tabla 1: Código propuesto para calcular el *Seeing* en una imagen .fit.

```

#LIBRERIAS A USAR
from astropy.io import fits
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from photutils.aperture import CircularAperture, ApertureStats
from astropy.modeling import models, fitting
from scipy.signal import find_peaks, peak_widths
from matplotlib.colors import LogNorm
from scipy.ndimage import gaussian_filter
from datetime import datetime

# 1. DEFINICION DE LA RUTA DE LA IMAGEN ASTRONÓMICA
file = fits.open('/content/C2021S3_2X2_V_30s_007.fit')
imag = file[0].data
header = file[0].header

# 2. PROCESO PARA AJUSTAR PIXSCAL AL CCD DEL TELESCOPIO
ccdsum = header['CCDSUM']
binning_x, binning_y = map(int, ccdsum.split())
pixscale = header['PIXSCAL'] * binning_x
# Obtener el valor del binning
# Convertir a enteros8
# Ajustar escala de píxeles

# Obtener la fecha del estudio (en formato YYYY-MM-DD)
fecha_estudio = header.get('DATE-OBS', datetime.now().strftime('%Y-%m-%d'))

# 3. PROCESO PARA INGRESAR LAS COORDENADAS (X,Y) DEL CENTRO DE LAS ESTRELLAS
def ingresar_coordenadas_estrellas():
    num_estrellas = int(input("¿Cuántas estrellas desea ingresar? "))
    print("Escribe las coordenadas de las estrellas previamente identificadas en SAOImage:")
    coordenadas = [(float(input(f"X de estrella {i + 1}: ")), float(input(f"Y de estrella {i + 1}: "))) for i in range(num_estrellas)]
    return coordenadas

coordenadas_estrellas = ingresar_coordenadas_estrellas()

# 4. PROCESO PARA DEFINIR EL RADIO DE APERTURA SEGÚN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL FLUJO
min_radius, max_radius = 3, 25
def calcular_radio_optimo(x_star, y_star, imag):
    fluxes = {}
    max_std_flux, optimal_radius = -float('inf'), None
    for radius in range(min_radius, max_radius + 1):
        aper = CircularAperture([x_star, y_star], r=radius)
        stats = ApertureStats(imag, aper)
        fluxes[radius] = {'flux': stats.sum, 'mean_flux': stats.mean, 'std_flux': stats.std}
        if stats.std > max_std_flux:
            max_std_flux = stats.std
            optimal_radius = radius
        elif stats.std < max_std_flux:
            # Si comienza a decrecer, detener
            break
    return optimal_radius, fluxes

# 5. CÁLCULO DEL MÉTODO FWHM
def calcular_Seeing(x_star, y_star, optimal_radius, imag):
    x_min, x_max = int(x_star - optimal_radius), int(x_star + optimal_radius)
    y_min, y_max = int(y_star - optimal_radius), int(y_star + optimal_radius)
    # Extraer la región de la estrella
    star_region = imag[y_min:y_max, x_min:x_max]
    # Calcular la fila central de la estrella (pasando por y_star)
    fila_central = int(y_star - y_min)
    x = np.arange(star_region.shape[1])
    y = star_region[fila_central, :]
    # Coordenada relativa a la ROI
    # Posiciones en X dentro de la ROI
    # Flujo en la fila central (perfil 1D)

```

Continúa en la siguiente página...

... Viene de la página anterior

Tabla 2: Código propuesto para calcular el *Seeing* en una imagen .fit.

```
# Ajuste Gaussiano inicial
g_init = models.Gaussian1D(amplitude=np.max(y) - np.min(y), mean=np.mean(x), stddev=np.std(x),
bounds={'amplitude': (0, np.max(y) - np.min(y)), 'stddev': (0.5, 1.6)})
fitter = fitting.LevMarLSQFitter()
g = fitter(g_init, x, y - np.min(y))
# Escalar el ajuste gaussiano para igualar el máximo de los datos reales1
peaks, _ = find_peaks(g(x))
results_half = peak_widths(g(x), peaks, rel_height=0.5)
fwhm_pixels = results_half[0][0]
fwhm_arcsec = fwhm_pixels * pixscale
g.level = np.min(y)
return fwhm_arcsec, star_region, x, y, lambda x: g(x) + np.min(y)
# Convertir a segundos de arco
# Restablecer el nivel base al flujo mínimo

# 6. PROCESAMIENTO DE CADA ESTRELLA
resultados = {}
for x_star, y_star in coordenadas_estrellas:
    optimal_radius, fluxes = calcular_radio_optimo(x_star, y_star, imag)
    if optimal_radius:
        # Calculamos el Seeing y obtenemos la región de la estrella
        fwhm_arcsec, star_region, x, y, g = calcular_Seeing(x_star, y_star, optimal_radius, imag)
        # Ajuste dinámico del tamaño de la ROI en función de optimal_radius
        roi_size = int(optimal_radius * 1.5) # Multiplicamos el radio óptimo por 1.5 (o el valor que consideres adecuado)
        # Definir los límites de la ROI
        x_min, x_max = int(x_star - roi_size), int(x_star + roi_size)
        y_min, y_max = int(y_star - roi_size), int(y_star + roi_size)
        # Extraer la región de la estrella con el nuevo tamaño dinámico de la ROI
        star_region = imag[y_min:y_max, x_min:x_max]
        # Almacenar los resultados de esta estrella
        resultados[(x_star, y_star)] = {
            'optimal_radius': optimal_radius,
            'flux': fluxes[optimal_radius]['flux'],
            'mean_flux': fluxes[optimal_radius]['mean_flux'],
            'std_flux': fluxes[optimal_radius]['std_flux'],
            'fwhm_arcsec': fwhm_arcsec,
            'star_region': star_region,
            'x': x,
            'y': y,
            'g': g
        }
# 7. IMPRESIÓN DEL VALOR DEL Seeing DE CADA ESTRELLA Y EL VALOR PROMEDIO DE LA IMAGEN
print("\nSeeing de cada estrella:")
for (x_star, y_star), stats in resultados.items():
    print(f"Estrella ({x_star:.2f}, {y_star:.2f}): Seeing: {stats['fwhm_arcsec']:.2f} arcsec")
promedio_Seeing = np.mean([res['fwhm_arcsec'] for res in resultados.values()])
print(f"\nPromedio del Seeing de la imagen: {promedio_Seeing:.2f} arcsec")
nombre_imagen = header['FILENAME']
# 8. PROCESO PARA GUARDAR LOS RESULTADOS EN UN ARCHIVO TXT
def guardar_resultados_txt(resultados, promedio_Seeing, nombre_imagen):
    nombre_archivo = f"Seeing_nombre_imagen.txt"
    with open(nombre_archivo, 'w') as f:
        f.write(f"Numero de estrellas: len(resultados)}\n\n")
```

Continúa en la siguiente página...

... Viene de la página anterior

Tabla 3: Código propuesto para calcular el *Seeing* en una imagen .fit.

```

for i, ((x_star, y_star), stats) in enumerate(resultados.items(), 1):
    f.write(f"Estrella {i}:\n")
    f.write(f"Coordenadas: ({x_star:.2f}, {y_star:.2f})\n")
    f.write(f"Radio óptimo: {stats['optimal_radius']} píxeles\n")
    f.write(f"Flujo: {stats['flux']:.2f}, Media: {stats['mean_flux']:.2f}, Desviación estándar: {stats['std_flux']:.2f}\n")
    f.write(f"Seeing: {stats['fwhm_arcsec']:.2f} arcsec\n")
f.write(f"Promedio del Seeing de la imagen: {promedio_Seeing:.2f} arcsec\n")
print(f"\nResultados guardados en {nombre_archivo}")
# Llamada para guardar los resultados
guardar_resultados_txt(resultados, promedio_Seeing, nombre_imagen)
# 9. OPCIÓN PARA VER DETALLES COMPLETOS DE LOS RESULTADOS
ver_info_completa = input("\n¿Desea ver la información completa de cada estrella? (s/n): ").strip().lower()
if ver_info_completa == 's':
    for (x_star, y_star), stats in resultados.items():
        print(f"\nEstrella ({x_star:.2f}, {y_star:.2f}):")
        print(f"Radio óptimo: {stats['optimal_radius']} píxeles")
        print(f"Flujo: {stats['flux']:.2f}, Media: {stats['mean_flux']:.2f}, Desviación estándar: {stats['std_flux']:.2f}")
        # Mostrar la región de interés y el ajuste gaussiano
        plt.figure(figsize=(16, 6))
        # Región de la estrella
        plt.subplot(1, 2, 1)
        plt.imshow(stats['star_region'], cmap='gray', origin='lower')
        plt.colorbar()
        plt.title('Región de la Estrella')
        # Perfil de flujo y ajuste
        plt.subplot(1, 2, 2)
        plt.plot(stats['x'], stats['y'], 'b.', label='Datos reales')
        plt.plot(stats['x'], stats['g'](stats['x']), 'r-', label='Ajuste Gaussiano')
        plt.title('Perfil de Flujo y Ajuste Gaussiano')
        plt.xlabel('Píxel')
        plt.ylabel('Flujo')
        plt.legend()
        plt.show()
        # Función para imprimir niveles y valores de contornos ISO
        def imprimir_niveles_contornos(contours):
            print("\nNiveles de Contornos ISO y Valores:")
            for i, level in enumerate(contours.levels):
                # Extraer los valores de los contornos para el nivel actual
                print(f"Nivel {i + 1} - Valor: {level:.2f}")
        # Crear una región de interés (ROI) alrededor de la estrella
        roi_size = 15 # Ajustar según el tamaño de la estrella (píxeles)
        x_min, x_max = int(x_star - roi_size), int(x_star + roi_size)
        y_min, y_max = int(y_star - roi_size), int(y_star + roi_size)
        star_region = imag[y_min:y_max, x_min:x_max]

```

Continúa en la siguiente página...

... Viene de la página anterior

Tabla 4: Código propuesto para calcular el *Seeing* en una imagen .fit.

```
# Suavizar la imagen para mejor detección de isofotas
smoothed_image = gaussian_filter(star_region, sigma=2.0)
# Crear una figura para la visualización
plt.figure(figsize=(8, 8))
plt.imshow(star_region, cmap='gray', norm=LogNorm(), origin='lower')
# Calcular los contornos ISO (isofotas)1014
contour_levels = np.linspace(np.min(smoothed_image), np.max(smoothed_image), 8)
contours = plt.contour(smoothed_image, levels=contour_levels, colors='red', linewidths=1, origin='lower')
# Añadir título y etiquetas
plt.clabel(contours, inline=True, fontsize=7, fmt='%1.1f')
plt.title(f'Contornos ISO de la estrella: {x_star, y_star} ')
plt.xlabel('X (píxeles)')
plt.ylabel('Y (píxeles)')
# Mostrar la imagen con los contornos ISO
plt.show()
# Llamar a la función para imprimir los niveles y valores de los contornos
imprimir_niveles_contornos(contours)
else:
    print("Fin del programa.")
```

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se pueden mencionar algunas consideraciones técnicas en el código a tener en cuenta, tal como es la resolución dinámica, donde los tamaños de las Regiones de Interés (ROI) y los radios de apertura se ajustan automáticamente para optimizar los cálculos según las características específicas de cada estrella. Además, se aplica un filtro Gaussiano para mejorar la detección de contornos isofotales, lo que facilita una mejor identificación de los detalles en las imágenes. El código también ofrece flexibilidad al permitir ajustes dinámicos en los parámetros de entrada, como la cantidad de estrellas y los radios explorados, proporcionando una mayor adaptabilidad a diferentes escenarios.

El código incluye un módulo adicional para registrar y analizar promedios de *Seeing* durante períodos de meses. Este módulo permite ingresar valores manuales y generar gráficos de tendencias, facilitando estudios estadísticos a largo plazo. El código está descrito en la Tabla 5.

Tabla 5: Código para calcular el valor del *Seeing* por mes y registrar los resultados.

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Solicitar la cantidad de meses
num_meses = int(input("¿Cuántos meses va a estudiar? "))
# Solicitar la cantidad de datos por mes
num_datos = int(input("¿Cuántos datos de Seeing desea ingresar por mes? "))
# Inicializar una lista para almacenar los promedios de cada mes
promedios_Seeing = []
# Bucle para cada mes
for mes in range(1, num_meses + 1):
# Inicializar una lista para almacenar los datos de Seeing
datos_Seeing = []
# Bucle para ingresar los datos de Seeing
for dato in range(1, num_datos + 1):
Seeing = float(input(f"Ingrese el valor del Seeing {dato} para el mes {mes}: "))
datos_Seeing.append(Seeing)
# Calcular el promedio de Seeing para el mes actual
promedio = np.mean(datos_Seeing)
promedios_Seeing.append(promedio)
# Imprimir los promedios de Seeing para cada mes
for mes, promedio in enumerate(promedios_Seeing, start=1):
print(f"\nEl promedio de Seeing para el mes {mes} es: {promedio:.2f}")
# Crear una gráfica con los resultados
meses = list(range(1, num_meses + 1))
plt.figure(figsize=(16, 6))
plt.plot(meses, promedios_Seeing, marker='o', linestyle='-', color='b')
plt.xlabel('Mes')
plt.ylabel('Promedio de Seeing')
plt.title('Promedio de Seeing por Mes')
plt.xticks(meses) # Asegurar que solo se muestren números enteros en el eje x
plt.grid(True)
plt.show()

```

Fuente: Elaboración propia (2025).

Interfaz gráfica para usar el código

Para la aplicación práctica de este código y con el fin de ser usado por los asistentes científicos del OAN, se ha desarrollado una interfaz gráfica mediante una aplicación web usando Python. Esta interfaz facilita el análisis de datos para los usuarios sin experiencia previa en programación. Las instrucciones para ejecutar el código son la siguientes:

1. Descargar la carpeta “Interfaz_Seeing” y guárdalo en la computadora.
2. Asegurarse de tener las imágenes .fits a analizar en una carpeta de fácil acceso.

3. Abrir el ejecutable “Calculadora_de_Seeing.exe”. Se despliega la interfaz de usuario.
4. Clickear en el botón “Cargar imagen” y seleccionar la imagen .fits a analizar
5. Introducir el número de estrellas que deseas tomar en cuenta para el cálculo del *Seeing*.
6. Proporcionar las coordenadas (x,y) centrales de cada estrella a analizar de la imagen astronómica, las cuales deben previamente identificar con *SaoImageDS9*.
7. Una vez que los datos estén completos, puedes optar por visualizar los resultados detallados para cada estrella o cerrar la aplicación.

Los datos se almacenan en el archivo resultados_Seeing.db, ubicado en la misma carpeta que el ejecutable, lo que permite su acceso posterior. Para consultar el código de la interfaz gráfica, se ha proporcionado un enlace a una carpeta compartida en Google Drive. Dentro de esta carpeta, es necesario descargar el archivo index.py y ejecutarlo en Visual Studio Code (VSCode). Se recomienda crear un entorno virtual nuevo e instalar en él las librerías requeridas para la ejecución del código. Además, dentro de la carpeta se incluye un script que detalla, paso a paso, los comandos necesarios para ejecutar el código en VSCode en sistemas operativos Windows. El enlace de acceso es el siguiente: <https://drive.google.com/drive/folders/1vHx-KJd1yEFYV4eRLciRwyqTMWTym1X6?usp=sharing>

Aplicación del código

Tras presentar el método para calcular el *Seeing*, procedemos aplicarlo a diversas imágenes astronómicas captadas en el OAN durante Abril de 2024. Este mes fue elegido para evaluar el método en un conjunto de datos, ya que, a pesar de sus condiciones atmosféricas desfavorables, se logró recopilar un volumen significativo de imágenes que abarcan distintas fases lunares lo que lo hizo interesante para este estudio. En futuras investigaciones será esencial estudiar la variabilidad del *Seeing* en otros meses para determinar sus valores con mayor precisión.

Las observaciones empleadas en este trabajo son de diversas noches, considerando diferentes fases lunares y utilizando varios filtros fotométricos. Las imágenes usadas fueron suministradas por la CATO (Comité de Asignación de Tiempo de Observación) respetando la propiedad de las observaciones y el derecho moral de los investigadores de los proyectos (Navas, 2022). El procesamiento se llevó a cabo utilizando herramientas especializadas como SAOimageDS9 y entornos interactivos como Google Colab Notebooks donde se desarrolló el código.

La Tabla 3 presenta un resumen de las observaciones realizadas en abril del año 2024, detallando parámetros esenciales como la fecha de observación, el nombre de las imágenes analizadas, las coordenadas centrales (x,y) de las estrellas seleccionadas, el valor del *Seeing* promedio de cada imagen en segundos de arco según nuestro código, y el *Seeing* de referencia

obtenido a través del software Astrométrica (Raab, 2025). También se incluyen las condiciones lunares, y los filtros utilizados. Este análisis aborda imágenes con presencia de tanto cometas como asteroides, utilizando los filtros R o V y técnicas específicas según las características empleadas por el investigador. La inclusión de las observaciones con diferentes fases lunares y filtros permite contextualizar los valores de *Seeing* obtenidos, asegurando el análisis de diversas condiciones atmosféricas que deben ser consideradas en la interpretación de los resultados.

Tabla 6: Cálculo del *Seeing* en observaciones del mes de abril del año 2024 del OAN.

Fecha	Imagen	Estrella 1	Estrella2	Estrella3	Seeing	SeeingR	Fase Lunar	Filtro
06-04-2024	62P_R_120s_001	(1064,1203)	(399,1621)	(1822,765)	2,07	2,075	Menguante 9.9 % de iluminación	R
06-04-2024	62P_R_120s_007	(1051,1185)	(386,1603)	(1809,747)	2,06	2,075	Menguante 9.9 % de iluminación	R
06-04-2024	62P_R_120s_014	(1044,1174)	(379,1592)	(1801,736)	2,09	2,075	Menguante 9.9 % de iluminación	R
07-04-2024	25869_R_120s_006_A	(1186,1005)	(302,1593)	(1925,849)	2,10	2,15	Menguante 3.8 % de iluminación	R
07-04-2024	25869_R_120s_011_A	(1175,988)	(290,1577)	(1914,833)	2,08	2,075	Menguante 3.8 % de iluminación	R
12-04-2024	C2023A3_2X2_V_60s_001	(138,336)	(897,480)	(598,707)	3,61	3,62	Creciente 8.1 % de iluminación	V
12-04-2024	C2023A3_2X2_V_60s_015	(138,336)	(897,480)	(598,707)	3,77	3,8	Creciente 8.1 % de iluminación	V
12-04-2024	C2023A3_2X2_V_60s_035	(138,336)	(897,480)	(598,707)	3,64	3,7	Creciente 8.1 % de iluminación	V
13-04-2024	25869_R_120s_011_B1	(917,1084)	(100,809)	(1344,1590)	2,08	2,1	Creciente 24.1 % de iluminación	R
13-04-2024	25869_R_120s_011_B3	(907,1097)	(91,822)	(1335,1603)	2,11	2,125	Creciente 24.1 % de iluminación	R
15-04-2024	25869_R_120s_002_C	(1170,1084)	(1935,1692)	(376,600)	2,10	2,125	Creciente 43.6 % de iluminación	R
15-04-2024	25869_R_120s_006_C	(1177,1078)	(1942,1686)	(383,595)	2,08	2,1	Creciente 43.6 % de iluminación	R
15-04-2024	25869_R_120s_010_C	(1187,1073)	(1951,1680)	(393,589)	2,08	2,1	Creciente 43.6 % de iluminación	R

Fuente: Elaboración propia (2025).

Los resultados obtenidos sobre el cálculo del *Seeing* mediante el programa desarrollado en este trabajo demuestran una notable concordancia con los valores proporcionados por el software Astrométrica (Raab, 2025), tal como se evidencia en la Tabla 6. Durante las observaciones realizadas en abril de 2024, los valores calculados por el programa muestran una pequeña desviación respecto al *Seeing* de referencia de Astrométrica, con diferencias que oscilan entre +0,02 y +0,06 segundos de arco. Esta proximidad en los resultados no solo refuerza la veracidad y confiabilidad del programa que se propone en este trabajo, sino que también valida su capacidad para reproducir mediciones precisas y consistentes en diferentes condiciones astronómicas, posicionándolo como una herramienta confiable y gratuita a ser utilizada para monitorear el cielo en observaciones científicas, educativas o divulgativas.

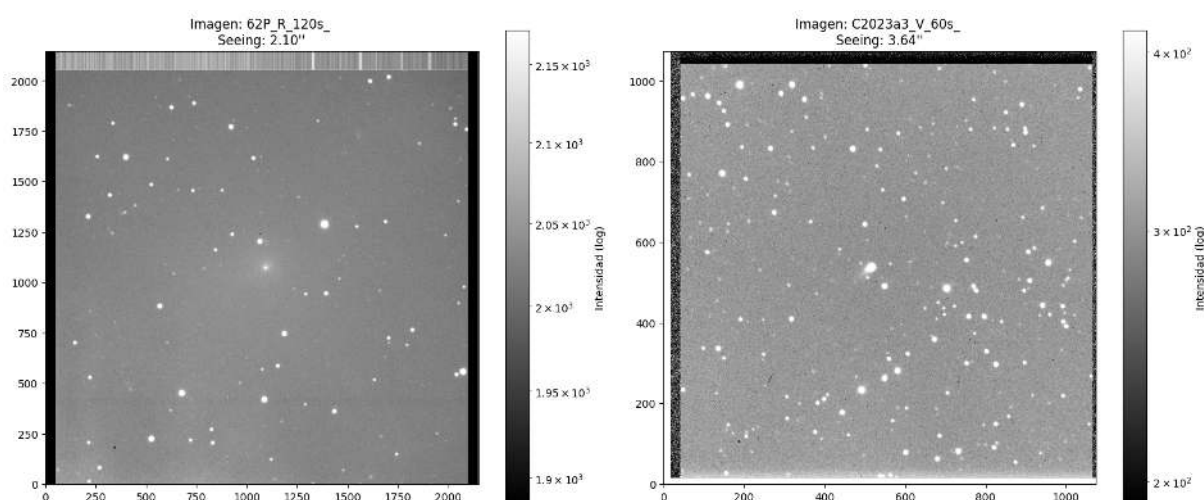


Figura 2: Izquierda: imagen fit del cometa 62P con un *Seeing* de 2,10". Derecha: imagen .fit del cometa C2023 A3 con un *Seeing* de 3,64".

Fuente: Elaboración propia (2025)

A partir de los datos obtenidos en la Tabla 6, se puede concluir que los valores promedios de *Seeing* durante el mes de abril en las imágenes del filtro V son de 3,67" y las del filtro R son de 2,08". Los altos valores de *Seeing* en ambos filtros se deben a las variaciones en las condiciones atmosféricas registradas en el OAN durante el mes de abril, que es mayoritariamente nublado y lluvioso. Además, estos valores de *Seeing* revelan que las estrellas, asteroides y/o cometas presentes en las imágenes analizadas están un poco distorsionadas tal como se puede ver en la Figura 2. En donde la calidad de los astros se ven mejor, más puntuales y más nítidos en la imagen con menor valor de *Seeing* que en la imagen con un *Seeing* de 3,64 segundos de arco. Un menor valor de FWHM indica que los astros en las imágenes son más puntuales, la imagen es más nítida y, por lo tanto, la observación es de mejor calidad. El valor óptimo y esperado para observar los astros es con un *Seeing* inferior a 1 segundo de arco, sin embargo, ese valor es difícil alcanzarlo durante el mes de abril. Por otra parte, aunque la iluminación lunar afecta todas las observaciones en la Tabla 6, el filtro R (rojo) es generalmente menos sensible a los efectos de la atmósfera y a la contaminación lumínica, en comparación con el filtro V (visual). Esto convierte al filtro rojo en una opción a considerar en presencia de condiciones atmosféricas variables, como alta iluminación lunar o alta nubosidad.

La sensibilidad a las diferentes longitudes de onda (y, por lo tanto, a los filtros) varía según la interacción de las ondas de luz con la atmósfera. El filtro R cubre la parte roja del espectro visible, que son longitudes de onda más largas, entre 600 a 700 nanómetros (nm). Estas longitudes de onda son menos susceptibles a la dispersión y absorción de la luz por la atmósfera en comparación con longitudes de onda más cortas. Esto significa que, en general, las imágenes obtenidas con el filtro R son menos afectadas por la turbulencia atmosférica, lo que reduce el impacto del *Seeing* en las imágenes (LibreTexts, s.f.). Por otro lado, el filtro V, que abarca

la banda verde del espectro visible, aproximadamente entre 500 a 600 nm, es más sensible a la dispersión de la luz y turbulencia atmosférica lo que puede causar un mayor desenfoque de las estrellas en las imágenes astronómicas y dificultar la obtención de mediciones precisas. Por lo tanto, si el asistente científico requiere tomar imágenes con el filtro V en un proyecto determinado, debe verificar que el valor del *Seeing* en esa noche sea lo suficientemente bueno para lograr resultados científicos interesantes. De lo contrario, recomendarle al investigador el uso del filtro R para mejorar los valores del *Seeing* en las observaciones, o cambiar de proyecto.

La aplicación de este código permite un análisis sistemático y reproducible del cálculo del *Seeing* a cualquier imagen .fit a lo largo del tiempo, contribuyendo así a la evaluación y al monitoreo de la calidad del cielo para las planificaciones de observaciones astronómicas durante el año. La Figura 3 muestra uno de los gráficos visuales generados por este código, como parte de las metodologías aplicadas en el análisis de los resultados obtenidos para la estrella 1 en la imagen 62P_R_120s_001.fit. Se observan dos paneles que analizan el flujo de luz de la estrella 1 en una imagen 62P_R_120s_001.fit. En el panel izquierdo se observa una representación en escala de grises de la región de interés alrededor de la estrella 1. El brillo más intenso (en el centro) indica la ubicación de la estrella 1, donde la mayor parte de la luz está concentrada, mientras que las zonas más oscuras reflejan áreas con menor intensidad del flujo de luz. La barra de color al lado derecho del panel muestra la escala de valores del flujo, donde los tonos claros representan valores altos y los oscuros valores bajos. En el panel derecho se ilustra el perfil de flujo y su correspondiente ajuste gaussiano a la estrella 1. Los puntos azules representan los datos reales del flujo de luz de la estrella a lo largo del eje de las x. La línea roja corresponde al ajuste gaussiano, que modela matemáticamente cómo se dispersa la luz de la estrella 1. Esta curva sigue una forma de campana característica que refleja la distribución del flujo, afectada por las condiciones atmosféricas y las propiedades ópticas del telescopio.

Discusiones

En este contexto, el estudio propuesto resalta la importancia de contar con herramientas eficientes para medir el *Seeing* y su variabilidad, ya que estos parámetros pueden influir en la elección de filtros o técnicas de observación, así como en el diseño de experimentos astronómicos. Conocer el *Seeing* permite a los astrónomos optimizar los tiempos de observación y seleccionar las mejores condiciones para la toma de datos, mejorando la precisión de las mediciones y facilitando la identificación de eventos astronómicos relevantes.

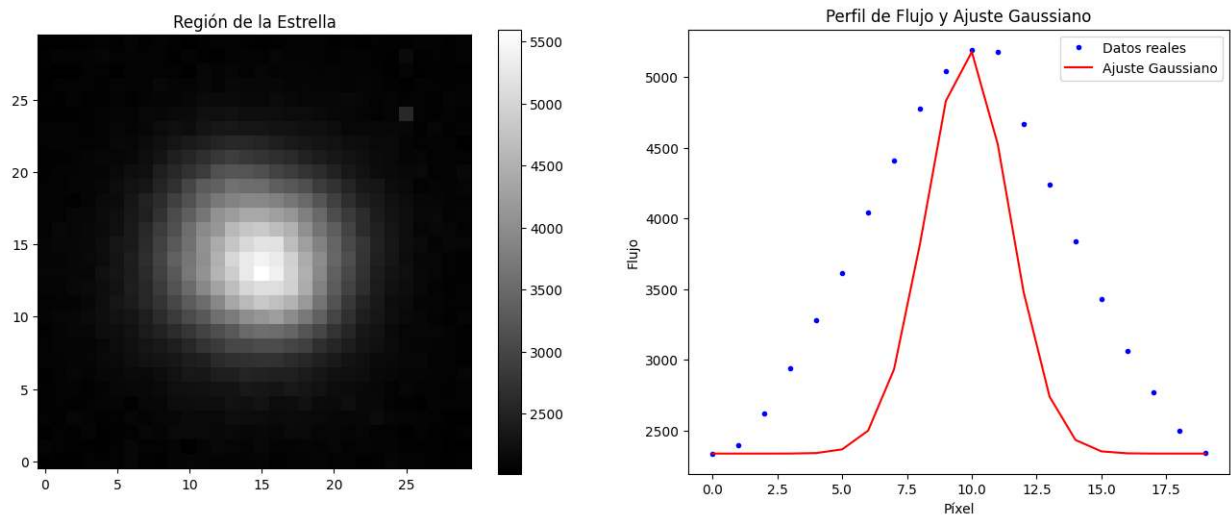


Figura 3: Descripción gráfica de la Región de Interés (ROI) (Izquierda) y ajuste gaussiano (derecha) de la estrella 1 de la imagen 62P_R_120s_001.fit. Estos gráficos, generados mediante las bibliotecas de Python, sirven como herramientas clave para el análisis y la visualización de resultados, los cuales forman parte del enfoque propuesto en este trabajo para presentar la información, a través del uso de la interfaz gráfica.

Fuente: Elaboración propia (2025)

El método propuesto en este estudio, basado en el análisis de perfiles de flujo y la medición del FWHM (*Full Width at Half Maximum*) mostró valores muy similares al del programa Astrométrica y, ha demostrado ser eficiente para calcular el *Seeing* de manera automatizada. Este enfoque no solo proporciona una medición precisa, sino que también permite su implementación en observatorios que operan con grandes volúmenes de datos. Al utilizar Python como plataforma para este análisis, se facilita la integración con otros sistemas de análisis de imágenes y se simplifica el proceso de cálculo, reduciendo la posibilidad de errores humanos.

Un aspecto que a menudo se pasa por alto, pero que puede afectar significativamente la calidad de las observaciones, es el *Seeing* de la cúpula del observatorio. Recientemente, (Munro et al., 2023) sugirieron que el *Seeing* de la cúpula es un factor determinante que debe ser monitorizado, ya que puede contribuir a la degradación de la calidad de las imágenes, especialmente en observaciones de alta resolución. Las condiciones dentro de la cúpula pueden ser influidas por factores como la temperatura interna, la humedad y las vibraciones estructurales, en el caso del OAN, no se emplea aire acondicionado en la cúpula, de manera que este tipo de fluctuaciones térmicas no afectan las observaciones de nuestros valores de *Seeing*. Por otra parte, este estudio no ha considerado explícitamente el impacto del *Seeing* de la cúpula, es relevante mencionar que las vibraciones de la estructura de la cúpula pudiesen tener efectos negativos sobre la calidad de las observaciones, al generar pequeñas perturbaciones

en la imagen que afectan la medición del *Seeing*. Este es un aspecto que podría ser objeto de futuras investigaciones, para determinar si las vibraciones de la cúpula del OAN están relacionadas con fluctuaciones en la calidad del *Seeing* en las imágenes obtenidas. En este sentido, sería útil explorar posibles métodos para mitigar este efecto, como la estabilización de la estructura de la cúpula o el uso de técnicas avanzadas de filtrado para reducir la influencia de las vibraciones en las mediciones astronómicas.

El uso de Python como herramienta para el análisis del *Seeing* ofrece múltiples ventajas, tanto en términos de eficiencia como de adaptabilidad. Este enfoque no solo es útil para mejorar la calidad de las observaciones en el OAN, sino que también puede ser adaptado a otros observatorios, incluso aquellos con diferentes configuraciones instrumentales o condiciones atmosféricas. Además, la capacidad de realizar cálculos automáticos y repetitivos es fundamental para observatorios que necesitan procesar grandes volúmenes de datos de manera rápida y precisa. Una posible extensión de este trabajo sería integrar el análisis del *Seeing* con otros parámetros de calidad del cielo, como la transparencia atmosférica o la contaminación lumínica, lo que permitiría obtener una evaluación más completa de las condiciones de observación. También sería interesante realizar un análisis de variabilidad de los valores del *Seeing* durante el año y así determinar los mejores meses para programar las observaciones.

Python es un lenguaje versátil con bibliotecas especializadas que optimizan el análisis de datos astronómicos, facilitando cálculos preciso como el *Seeing*. Su comunidad activa impulsa mejoras constantes, asegurando acceso a técnicas avanzadas. A diferencia de otros lenguajes de programación, su sintaxis clara permite desarrollar código libremente, sin restricciones en la manipulación de imágenes. Además, su capacidad par analizar datos, graficarlos y generar interfaces interactivas lo hacen una interesante opción para estudios astronómicos.

Conclusiones

El presente trabajo desarrolló un método automatizado para el cálculo del *Seeing* en imágenes astronómicas en formato fits, integrando herramientas avanzadas de procesamiento de datos mediante Python. Este enfoque permitió realizar mediciones precisas y sistemáticas, contribuyendo al monitoreo de la calidad del cielo en diferentes contextos de observación. Los resultados obtenidos destacan la eficiencia del método propuesto, ya que automatiza el análisis de las imágenes astronómicas mediante la identificación de estrellas, el cálculo de contornos isofotales y el ajuste de perfiles gaussianos para determinar el ancho total a media altura (FWHM). Estos procesos, implementados de manera reproducible, eliminan la subjetividad de métodos manuales tradicionales.

La adaptabilidad del método frente a variaciones en las condiciones de observación se evidenció mediante el ajuste dinámico de parámetros, como el radio de apertura óptimo y la

escala de píxeles. Estos ajustes garantizan la robustez del análisis ante distintas configuraciones instrumentales y condiciones atmosféricas. Asimismo, el análisis del impacto de los filtros fotométricos confirmó que el filtro R (rojo) es menos sensible a los efectos de la dispersión atmosférica, lo que lo posiciona como una opción confiable en condiciones de iluminación lunar elevada.

El uso de representaciones gráficas, como mapas de intensidad y ajustes gaussianos, fue esencial para la validación de los resultados. Estas herramientas visuales no solo complementaron los datos numéricos, sino que también facilitaron la identificación de anomalías, mejorando la precisión y confiabilidad de las conclusiones. En relación con los filtros empleados, los resultados mostraron que las imágenes procesadas con el filtro rojo presentaron valores de *Seeing* más consistentes, resaltando su ventaja frente al filtro verde (V), que mostró mayor sensibilidad a las condiciones atmosféricas y de iluminación lunar.

El método propuesto demostró su relevancia en la observación de cuerpos menores del Sistema Solar, como asteroides y cometas. La capacidad para adaptar las configuraciones instrumentales según las propiedades de brillo y movimiento de estos objetos permitió obtener datos precisos y representativos. Además, el análisis del *Seeing* en diferentes fechas y fases lunares estableció una base sólida para comprender las variaciones en la calidad del cielo nocturno a lo largo del tiempo.

El uso de Python como herramienta principal en el desarrollo del método destacó por su flexibilidad, amplio ecosistema de bibliotecas científicas y su capacidad para manejar datos complejos de manera eficiente. Comparado con otros lenguajes, Python ofrece una integración más fluida entre diferentes etapas del análisis, desde el manejo de archivos .fits con Astropy hasta los ajustes gaussianos precisos utilizando Scipy. Además, su comunidad activa y su enfoque en la accesibilidad permiten desarrollar métodos avanzados sin requerir un nivel extremo de especialización en programación. La combinación de estas características posiciona a Python como una opción ideal para aplicaciones astronómicas, ofreciendo una ventaja competitiva frente a otros lenguajes más rígidos o menos especializados en tareas científicas. En este contexto, su utilidad se evidencia en la capacidad de implementar un flujo de trabajo automatizado y reproducible, facilitando análisis complejos y fortaleciendo el alcance de los estudios astronómicos modernos.

Referencias

- Abad, A., Docobo, J., y Elipe, A. (2002). *Curso de Astronomía (1era. ed.)* Prensas Universitarias de Zaragoza.

- American Association of Variable Star Observers. (2010). *Guía de fotometría CCD: Capítulo 3*. https://www.aavso.org/sites/default/files/publications_files/ccd_photometry_guide/CCDPhotometryGuide-Spanish/SpanishPhotometryGuide-Chapter3.pdf
- AstropRACTICA. (2023). *SEEING y FWHM: Escala para condiciones de visibilidad atmosférica y procedimiento para medirla*. AstropRACTICA. <https://www.astropRACTICA.org/tem3/seeing/seeing.htm>
- Astropy Project. (s.f.-a). *Astropy modeling: Introduction*. Astropy Documentation. <https://docs.astropy.org/en/stable/modeling/>
- Astropy Project. (s.f.-b). *FITS File Handling (astropy.io.fits)*. Astropy v5.0. Astropy Documentation. <https://docs.astropy.org/en/stable/io/fits/>
- Enciclopedia Concepto. (2022). *Cuerpos celestes*. <https://concepto.de/cuerpos-celestes/>
- Fernández, L., De Biasi, M., y De Elía, G. (2023). *Astronomía Esférica. Fundamentos de Astrometría. Libros de Cátedra*. Editorial de la UNLP. Universidad Nacional de la Plata.
- Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics. (s.f.). *SAOImage DS9 Documentation*. LibreTexts. <https://sites.google.com/cfa.harvard.edu/saoimageds9/documentation>
- IAC. (2024). *Seeing*. Instituto de Astrofísica de Canarias. <https://www.iac.es/en/observatorios-de-canarias/sky-quality/sky-quality-parameters/seeing>
- Innovations Foresight. (2016). *Introduction to astronomical seeing*. Innovations Foresight. <https://www.innovationsforesight.com/education/astronomical-seeing-tutorial/>
- Kolář, J. (2015). *How to measure seeing*. European Association for Astronomy Education (EAAE). https://eaae-astronomy.org/images/projects/catch-a-star/2015/18_How_to_measure_seeing.pdf
- LibreTexts. (s.f.). *Astronomical spectra, filters, and magnitudes*. LibreTexts. https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Astronomy__Cosmology/Supplemental_Modules_%28Astronomy_and_Cosmology%29/Cosmology/Astrophysics_%28Richmond%29/07:_Astronomical_Spectra,_Filters_and_Magnitudes?form=MG0AV3
- Lombardi, G., Zitelli, V., y Ortolani, S. (2009). The astroclimatological comparison of the Paranal Observatory and El Roque de Los Muchachos Observatory. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 399(2), 783-793. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2009.15309.x>
- Malacara, D. (2015). *Óptica básica*. Fondo de Cultura Económica (FCE). <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-8009399-8b7fa80700.pdf>
- Mejía, J., y Navas, G. (2024). Python como herramienta para el análisis de las imágenes astronómicas del Telescopio Reflector: Python as a tool for the analysis of astronomical images from the Reflector Telescope. *Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, (29), 23-49. <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/1260>
- Miczaika, G., y Sinton, W. (1967). *Las herramientas del astrónomo*. Eudeba.
- Munro, J., Hansen, J., Travouillon, T., Grosse, D., y Tokovinin, A. (2023). Dome seeing analysis of the Anglo-Australian Telescope. *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments and Systems*, 9(1). <https://doi.org/10.1117/1.JATIS.9.1.017004>


- Navas, G. (2022). Implicaciones de la propiedad intelectual en la investigación astronómica venezolana, la ética y el reconocimiento de los derechos morales en los descubrimientos. *Propiedad Intelectual*, 23(3). <https://doi.org/10.53766/PI/2022.23.03>
- Parada, R., Rueda, S., y Monzo, C. (2020). Local seeing measurement for increasing astrophysical observatory quality images using an autonomous wireless sensor network. *Sensors*, 20(13), 3792. <https://doi.org/10.3390/s20133792>
- Pastrana, R. (2013). Medición de Seeing en el Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa por medio de Técnicas Fotométricas. *Ciencias Espaciales*, 3(1), 54-65. <https://doi.org/10.5377/ce.v3i1.1082>
- Raab, H. (2025). *Software Astrometrica*. Software Astrometrica. <http://www.astrometrica.at/>
- Racine, R. (1996). Temporal Fluctuations of Atmospheric Seeing. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 108(722), 372-374. <http://www.jstor.org/stable/40680729>
- Radu, A., Angelescu, T., Curtef, V., Felea, D., Hasegan, D., Lucaschi, B., Manea, A., Popa, V., y Ralita, I. (2011). An astroclimatological study of candidate sites to host an imaging atmospheric Cherenkov Telescope in Romania. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 422(3), 2262-2273. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2012.20771.x>
- Sarazin, M., y Roddier, F. (1990). The ESO differential image motion monitor. *Astronomy and Astrophysics*, 227(1), 294-300. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1990A%26A...227..294S>
- Sentinelmission. (2024). *Astronomical Seeing - Definition & Detailed Explanation - Astronomical Units & Measurements Glossary*. Sentinelmission. <https://sentinelmission.org/astronomical-units-measurements-glossary/astronomical-seeing/#:~:text=Astronomical%20seeing%20is%20typically%20measured%20using%20a%20scale,FWHM%20value%2C%20the%20better%20the%20seeing%20conditions%20are>
- Skidmore, W., Els, S., Travouillon, T., Riddle, R., Schock, M., Bustos, E., Seguel, J., y Walker, D. (2009). Thirty meter telescope site testing V: seeing and isoplanatic angle. *The Astronomical Society of the Pacific*, 121(884), 1151-1166. <https://doi.org/10.1086/644758>
- Smart, W. (1962). *Text-Book on Spherical Astronomy. Quinta edicion*. Cambridge University Press.
- Zuñiga, J. (2019). Identificando Cuerpos Celestes en el Universo Observable. *Con-Ciencia y Técnica*, 3(1), 63-69. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/2406>


Validación de técnicas geoestadísticas para estimación de caudales en cuencas sin registro

Validation of geostatistical techniques for flow estimation in unregistered watersheds


Mairim Márquez ¹

Adriana Márquez ²

Bettys Farías ³

Edilberto Guevara ⁴

Sergio Pérez ⁵

Eduardo Buroz ⁶

Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela^{1,2,3,4,5}

Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela⁶

mmarquer@uc.edu.ve¹

ammarquez@uc.edu.ve²

bfarias@uc.edu.ve³

eguevara@uc.edu.ve⁴

sperez@uc.edu.ve⁵

eduardo.buroz@gmail.com⁶

Fecha de recepción: 04/07/2024

Fecha de aceptación: 05/05/2025

Pág: 60 – 100

Resumen

En este estudio se validan técnicas avanzadas para estimación de caudales en cuencas sin registro, involucrando a microcuencas de quebradas Quintana (N°1) y Cantilote (N°2), Estado Carabobo. Las características geomorfológicas de las microcuencas se obtuvieron procesando modelos de elevación digital adquiridos desde satélites ALOS PALSAR y ASTER mediante herramientas ArcGIS V-10.0 y ENVI V-4.7. Las técnicas incluyeron dos modelos para predicción espacial de variables hidrometeorológicas. El primero involucró componentes determinísticos y estocásticos, calibrados usando dos series de tiempo (ST). La ST-1 consistió de 227 estaciones de precipitación y 62 de evaporación colectados por Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.) en el período 1980-1999. La ST-2 abarcó registros desde 28 estaciones de precipitación y 18 de evapotranspiración colectados por Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) en el período 2015-2018.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

El segundo estimó precipitación efectiva, recibiendo mapas de precipitación de ST-2, del coeficiente de escorrentía desde la predicción de usos y coberturas terrestres (UCT) y el tipo de suelo. Los UCTs fueron estimados sobre 59 imágenes del satélite Landsat 8OLI en el período 2015-2018 aplicando clasificación supervisada. La validación se realizó con observaciones de compañía Hidrológica del Centro y resultó coeficientes R^2 0.95-0.98. El flujo subterráneo fue estimado usando información de niveles de agua y perfiles litológicos de estudios MARN -INAMEH. La producción hídrica mensual para ST-1 y ST-2 durante época lluviosa para microcuencas N° 1 y 2 resultó 120,000 m^3 /mes, y 30,000 m^3 /mes, para probabilidad de excedencia 80 %. El aporte subterráneo fue 100 veces menor al flujo superficial.

Palabras clave: imágenes satelitales, modelos de elevación digital, modelos estocásticos, modelos determinísticos.

Abstract

This study validates advanced techniques for estimating flows in basins without registration, involving micro-basins of Quintana (No. 1) and Cantilote (No. 2) streams, Carabobo State. The geomorphological characteristics of the micro-basins were obtained by processing digital elevation models acquired from the ALOS PALSAR and ASTER satellites using ArcGIS V-10.0 and ENVI V-4.7 tools. The techniques included two models for spatial prediction of hydrometeorological variables. The first involved deterministic and stochastic components, calibrated using two time series (TS). TS-1 consisted of 227 precipitation stations and 62 evaporation stations collected by the Ministry of the Environment and Renewable Natural Resources (M.A.R.N.) in the period 1980-1999. TS-2 included records from 28 precipitation stations and 18 evapotranspiration stations collected by the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMEH) in the period 2015-2018. The second estimated effective precipitation, receiving precipitation maps from ST-2, the runoff coefficient from the prediction of land use and land cover (LULC) and the type of soil. The LULCs were estimated on 59 images from the Landsat 8OLI satellite in the period 2015-2018 applying supervised classification. The validation was carried out with observations from the Hydrological Company of the Center and resulted in coefficients R^2 0.95-0.98. The groundwater flow was estimated using information on water levels and lithological profiles from MARN-INAMEH studies. The monthly water production for TS-1 and TS-2 during the rainy season for micro-basins N ° 1 and 2 was 120,000 m^3 / month, and 30,000 m^3 / month, for a probability of 80% exceedance. The underground contribution was 100 times less than the surface flow.

Keywords: satellite images, digital elevation models, stochastic models, deterministic models.

Introducción

En este estudio se presenta una estimación de la producción hídrica mensual de las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote, tributarios de la cuenca del río Paíto, Estado Carabobo. El estudio está fundamentado en una estimación mediante balance hídrico mensual y predicción de la escurrimiento directa ocurrida durante dos períodos 1980-2000 y 2015-2018. El balance hídrico mensual se realizó sobre la superficie del terreno, incluyendo componentes de entrada-salida asociados a la precipitación, como principal variable de entrada y las pérdidas de agua representadas por los procesos de infiltración y evaporación. Con respecto a la infiltración, se tomaron en cuenta la influencia de las coberturas naturales, usos y tipos de suelo, así como la evaporación.

Las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote no poseen información hidrometeorológica medida por métodos directos dentro de su extensión, lo cual ha conducido a aplicar métodos de predicción espacial soportados en el uso de información producida por equipos satelitales remotos mediante teledetección, tales como modelos de elevación digital de terreno producidos por los satélites ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, en inglés) (Jet Propulsion Laboratory, 2021) y ALOS-PALSAR, siendo PALSAR uno de los instrumentos correspondientes ALOS (Advanced Land Observing Satellite-1, en inglés) (Alaska Satellite Facility, 2021), ambos en un esfuerzo cooperativo entre los gobiernos de los Estados Unidos de América y Japón. Esta tecnología tiene propósitos de contribuir a los campos de la cartografía, la observación precisa de la cobertura terrestre regional, el seguimiento de desastres y la prospección de recursos. Así mismo se usaron imágenes multiespectrales de tecnología satelital para introducir la dinámica de cambios en las coberturas y usos de la tierra en la zona de estudio, producidas por la tercera generación de la serie de satélites LANDSAT (LANDSAT 8OLI) colocados en el espacio por el gobierno de los Estados Unidos de América desde 1972 hasta el presente. Los datos de LANDSAT 8OLI se han convertido rápidamente en la fuente principal de información utilizada por estos satélites debido a que los datos han ofrecido un rendimiento espacial, espectral, radiométrico y geométrico mejorado sobre los datos de los sensores de la primera y segunda generación de la serie de satélites LANDSAT (Chander et al., 2009). Algunas experiencias han validado la clasificación supervisada de imágenes de satélites de la serie LANDSAT a cuencas de Venezuela, incluyendo los ríos Pao (Fariás et al., 2018) y Urama (López et al., 2020).

El balance hídrico se realizó mediante la adaptación de métodos de predicción de variables hidrometeorológicas concentradas en el área hacia métodos de predicción espacio-temporal para obtener información autóctona para las microcuencas sin información. Para la predicción de las variables meteorológicas, precipitación y evaporación, se aplicó un modelo geoestadístico clasificado dentro de los modelos estadísticos lineales (probabilísticos) conocido como Kriging Ordinario (Gelfand et al., 2010). Las experiencias de aplicación de modelos geoestadísticos para la predicción de balance hídrico han conducido a establecer funciones matemáticas que

se han aproximado satisfactoriamente a las observaciones de las variables meteorológicas en la cuenca del río Pao, la cual ha incluido como una subcuenca a la correspondiente al río Paíto (Fariás et al., 2020).

En cuanto a la estimación de la escorrentía superficial ha sido realizada adaptando el método propuesto por el Servicio de Conservación de suelos de los Estados Unidos (U.S. Soil Conservation Service, en inglés) (Guevara y Cartaya, 2004) y un método propuesto por el Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales (CIHAM-UC) (Márquez et al., 2020) en una dimensión espacio-temporal para la estimación del componente de lluvia efectiva dentro de la expresión matemática del balance hídrico considerada en este estudio.

El flujo total se ha estimado combinando el flujo de la escorrentía directa con el flujo subterráneo o base para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote. El flujo base proveniente de la filtración del almacenamiento del agua subterránea ha sido cuantificado mediante el principio de la ley de Darcy (Guevara y Cartaya, 2004). En el acuífero del sector La Guacamaya ha sido estimado un flujo subterráneo hasta de $1.58 \text{ m}^3/\text{s}$ en 90 % del área del acuífero, ocurriendo valores de hasta de $9.73 \text{ m}^3/\text{s}$ para el resto del área del acuífero (Márquez et al., 2019b). Así mismo, el balance hídrico mensual en el acuífero del Municipio San Diego, Estado Carabobo ocupando un área de 117 km^2 , se ha cuantificado en una lámina promedio mensual extraída variando entre 77 y 110 mm/mes (aproximadamente 12.87 millones m^3/mes) (Márquez et al., 2018b).

El estudio ha incluido las secciones de descripción del área de estudio, métodos, resultados, conclusiones y recomendaciones. En la sección del área de estudio se ha presentado el alcance y la referencia espacial de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo. En la sección de métodos se ha descrito el esquema del método aplicado y las fases de la investigación. En la sección de resultados se han presentado gráficos que han descrito la variación temporal de los componentes del balance hídrico en el período 1980-2000 y 2015-2018. Así como, se han incluido los mapas de predicción espacial de la precipitación total y efectiva mensual usados para la predicción espacio-temporal de las variables en las microcuencas sin información, presentando como muestra al año 2015. Finalmente, se han presentado las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis de los resultados.

Materiales y métodos

Los materiales y métodos empleados para la elaboración de este estudio están asociados en el esquema mostrado en la Figura 1. El método involucró el procesamiento en tres herramientas computacionales MATLAB®, ArcGIS V-10.0, y ENVI V-4.7. Mediante la aplicación de las herramientas contenidas en estos paquetes computacionales se siguieron las fases descritas a continuación (Figura 1):

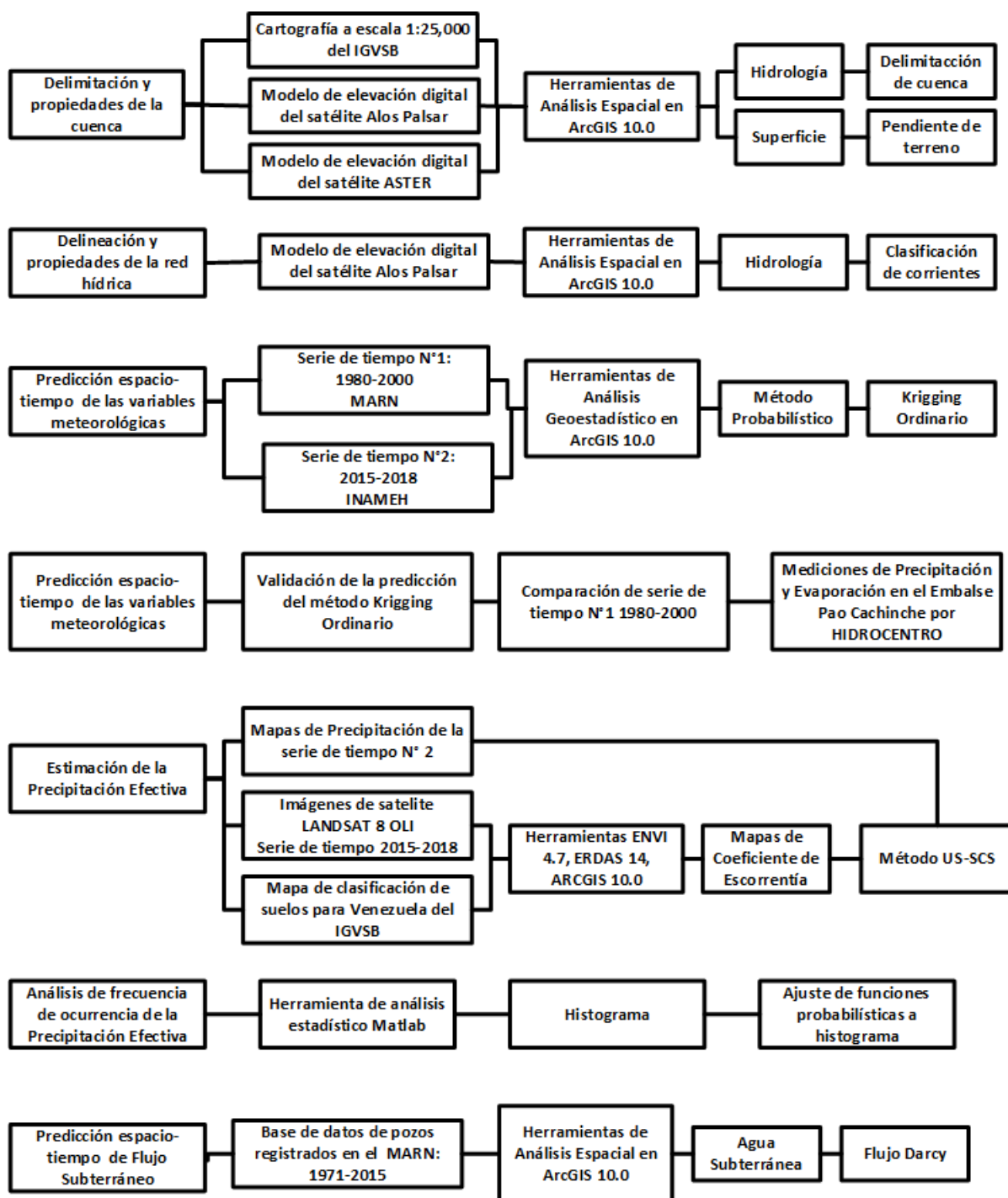


Figura 1: Esquema de materiales y métodos empleados para la estimación de la producción hídrica en las microcuencas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Delimitación y propiedades de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote

La delimitación y propiedades de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote fue llevada a cabo usando una imagen cartográfica a escala 1:25,000 producida por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), se aplicó un procedimiento de referencia espacial en el entorno de trabajo de ArcGIS V. 10.0 para la localización de la zona de estudio y comparar la red hídrica de las quebradas Quintana y Cantilote con la red producida usando modelos de elevación digital de los satélites ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, en inglés) y ALOS-PALSAR.

El modelo de elevación digital (MED) ASTER fue adquirido desde el sitio web EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) del U.S. Geological Survey (USGS). Cuatro escenas fueron adquiridas para cubrir la cuenca del río Pao, cuyos archivos se identifican como ASTGTM2_N09W068 (por ejemplo este código indica, 09 grados de latitud norte y 68 grados de longitud oeste), ASTGTM2_N09W069, ASTGTM2_N10W068, ASTGTM2_N10W069. Las características generales de cada escena ASTER son: tamaño de mosaico (3601 x 3601 (1 x 1)), tamaño de pixel (1 arc-second, aproximadamente 30 m en el ecuador), y sistema de coordenadas geográficas referenciado para referenciado al geoide del Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84) / Modelo Gravitacional de la Tierra de 1996 (EGM96) (Land Processes Distributed Active Archive Center (DAAC), 2011).

El modelo de elevación digital (MED) ALOS-PALSAR fue adquirido desde el sitio web Alaska Satellite Facility (<https://asf.alaska.edu/>). Los modelos digitales de elevación se crean utilizando el procesamiento de SAR (*Synthetic Aperture Radar*) interferométrico. Según Japan Aerospace Exploration Agency (2008), el radar de apertura sintética de banda L (PALSAR; 1.270 MHz / 23,5 cm) transportado en ALOS es, en principio, capaz de realizar observaciones con un gran número de combinaciones diferentes de polarización, ángulos fuera del nadir y resolución. Con el fin de garantizar la uniformidad cronológica y espacial, se han seleccionado los siguientes tres modos.

- Polarización HH, ángulo fuera del nadir 34,3 grados, resolución de 10 m
- Polarización HH + HV, ángulo fuera del nadir 34,3 grados, resolución de 20 m
- SAR de escaneo de polarización HH, resolución de 100 m

Según Japan Aerospace Exploration Agency (2008), el nivel de procesamiento de las escenas de ALOS-PALSAR 1.5 implica que después de realizar la compresión de azimut de alcance y de múltiples vistas, se realizan correcciones radiométricas y geométricas de acuerdo con la proyección del mapa. Los modos observacionales de ALOS-PALSAR 1.5 abarcan fino (polarización individual y dual), modo de escaneo SAR (*Synthetic Aperture Radar*, por sus siglas en inglés), modo de enlace descendente directo y el modo de polarimetría. La definición

de la escena PALSAR adquirida en modo de escaneo SAR se caracteriza por un espaciamiento de pixel de 12.5 m, tamaño de imagen (rango x azimuth) de 250 x 350 km, tamaño de cuadro este-oeste (3500 píxeles), tamaño de cuadro sur-norte (2500 píxeles).

Cuatro escenas de ALOS-PALSAR fueron adquiridas para cubrir la cuenca del río Pao, cuyos archivos se identifican como AP_02335_FBS_F0180, AP_02335_FBS_F0190, AP_02758_FBS_F0180, AP_02758_BS_F0190.

En el entorno de ArcGIS V-10.0, las escenas de los satélites ASTER y ALOS-PALSAR fueron proyectadas en el plano al transformar las coordenadas geográficas a coordenadas proyectadas aplicando el método *Universal Transverse Mercator* (UTM), usando las Zona UTM 19, Datum WGS84 y elipsoide WGS84. Posteriormente se realizó un mosaico consistente de los cuatro MEDs hacia un único raster. Cada raster dentro del mosaico poseía la misma cantidad de bandas y la misma profundidad de bit.

Una vez preparados los MEDs ASTER y ALOS-PALSAR, las microcuencas fueron delimitadas usando la herramienta de cuenca hidrográfica dentro del módulo de hidrología contenido en la caja de herramientas de Análisis Espacial de ArcGIS 10.0. La delimitación de la cuenca requirió como entradas un mapa de dirección de flujo generado a partir de un MDE y un archivo vectorial de puntos conteniendo el punto de la desembocadura de las microcuencas sobre el río Paito, obtenido desde la cartografía 1:25,000. La herramienta de dirección de flujo crea un ráster de dirección de flujo desde cada celda hasta su vecina con la pendiente descendente más empinada. La herramienta dio como resultado mapas raster de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote. Los mapas raster de cada microcuenca fueron convertidos desde raster a polígono usando herramientas de conversión dentro del entorno ArcGIS 10.0. Los polígonos de divisoria de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote fueron superpuestos encontrando coincidencia total.

En cuanto a las propiedades de la cuenca, la pendiente del terreno expresada en porcentaje fue determinada usando como entrada al MED-ALOS PALSAR para cada microcuenca, usando las herramientas de superficie en ArcGIS 10.0.

Delineación y propiedades de la red hídrica de las quebradas Quintana y Cantilote

La delineación y propiedades de la red hídrica de las quebradas Quintana y Cantilote fue llevada a cabo usando los MED, MED-ASTER y MED-ALOS PALSAR, en conjunto con las herramientas del módulo de hidrología en ArcGIS 10.0 para generar mapas de dirección de flujo, flujo acumulado y corrientes. Las capas de la red hídrica generada a través de cada MED fueron superpuestas encontrando total coincidencia. Adicionalmente se usó la herramienta de clasificación de corrientes para asignar órdenes a la red hídrica.

Modelos para la predicción de la distribución espacio-temporal de variables meteorológicas de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote

Los modelos para la predicción de la distribución espacio-temporal de variables meteorológicas de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote se aplicaron para la precipitación y evaporación mediante el módulo de análisis geoestadístico en ArcGIS 10.0. Los datos meteorológicos en la escala mensual fueron adquiridos en dos series de tiempo, la serie de tiempo No. 1 corresponde al período 1980-2000 producida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la serie de tiempo No. 2 producida por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) en el período 2015-2018. La serie de tiempo No. 1 incluyó valores mensuales de precipitación medida con pluviógrafo, usando un tipo de medidor que observa y registra la precipitación automáticamente. El registro automático se basó en un medidor de peso con un registrador de datos de gráfico de bandas. La evaporación fue medida con tina de evaporación tipo A (World Meteorological Organization, 2008).

La información correspondiente al período 2015-2018 fue adquirida usando para la precipitación, cubo basculante como colector de lluvia, calibrado de fábrica para medir 0.01 " (0.2 mm) de lluvia con cada tip (contacto entre el cubo y el sensor) y un sistema de telemetría con transmisores de radio UHF (frecuencia ultra alta) (Meza y Vargas, 2007). La evapotranspiración (ET) es una medida de la cantidad de vapor de agua devuelto al aire en un área determinada. Combina la cantidad de vapor de agua devuelto a través evaporación (de superficies húmedas) con la cantidad de vapor de agua que regresa a través transpiración (exhalación de humedad a través de los estomas de la planta) para llegar a un total (Guevara y Cartaya, 2004). Efectivamente, ET es lo opuesto a la lluvia y se expresa en las mismas unidades de medida (pulgadas, milímetros). Las estaciones del sistema automatizado del INAMEH usan temperatura del aire, humedad relativa, velocidad promedio del viento y datos de radiación solar para estimar la ET, que se calcula una vez cada hora, requiriendo contar con un sensor de radiación solar (Meza y Vargas, 2007).

Las predicciones se basaron en un modelo que combina componentes determinísticos y estocásticos (Márquez et al., 2019a):

$$Z(s) = \mu + \xi'(s) \quad (1)$$

Donde la variable objetivo Z está asociada a alguna ubicación, μ es la función estacionaria constante (media global) y $\xi'(s)$ la parte estocástica espacialmente correlacionada de la variación. Las predicciones se hacen como en Metheron, (1963) introduciendo al análisis de datos puntuales, la derivación y el trazado de las llamadas semivarianzas - diferencias entre los valores vecinos:

$$\gamma = \frac{1}{2}E[(Z(S_i) - Z(S_{i+h}))^2] \quad (2)$$

Donde $Z(S_i)$ es el valor de la variable objetivo en alguna ubicación muestreada y $Z(S_{i+h})$ es el valor del vecino a la distancia S_{i+h} . Las semivarianzas frente a sus distancias producen un variograma experimental estándar. A partir del variograma experimental, se puede ajustar utilizando algunos de los modelos de variogramas autorizados, como lineal, esférico, exponencial, circular, Gaussiano, Bessel, potencia y similares (Goovaerts, 2000).

Validación del método de predicción de Kriging Ordinario para la estimación de las variables meteorológicas de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote

La validación del método de predicción de Kriging Ordinario para la estimación de las variables meteorológicas de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote se realizó mediante la comparación de las estimaciones en las variables de precipitación y evaporación con las mediciones de la estación meteorológica ubicada en el embalse Pao Cachinche y reportadas en balances hídricos elaborados por la empresa hidrológica HIDROCENTRO, (Márquez et al., 2015).

Estimación de la precipitación efectiva en las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote

La estimación de la precipitación efectiva en las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote se realizó mediante la aplicación del método del U.S. Conservation Service (US-SCS) (Guevara y Cartaya, 2004). El método US-SCS comúnmente conocido como el método del número de curva (CN), cuyo objetivo es calcular las abstracciones de agua de una tormenta. En este método la precipitación de excesos (profundidad de escorrentía superficial) es una función de la precipitación total en la cuenca, de un parámetro de abstracción y del número de curva de escorrentía (CN).

En este estudio, para la aplicación del modelo US-SCS se determinaron los componentes adaptados a variables espacialmente distribuidas. La descripción detallada de la estimación de la distribución espacial a través de raster de tres componentes del modelo US-SCS (usos y coberturas terrestres, tipo de suelo y coeficientes de escorrentía). En forma resumida, la información requerida fue estimada como se indica a continuación:

- a) Condiciones iniciales de la cuenca. Las condiciones iniciales de la cuenca dependen de la precipitación antecedente. Una condición de suelo seco implica la ocurrencia de lluvias precedentes en orden de 0-35 mm. La condición de suelo normal se asocia a la ocurrencia de precipitación entre 35-50 mm. Así como, la condición de suelo húmedo está asociada a una lámina de lluvia mayor a 50 mm. Se asumió condición de suelo húmedo, asociada al número de curva (CNIII). Los valores fueron tomados según el uso y tipo de suelo desde Guevara y Cartaya (2004). La precipitación fue estimada.
- b) Clasificación de los suelos según sus características hidrológicas. Los suelos de las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote fueron identificados a partir del mapa de

clasificación de suelos para Venezuela generado por el IGVSB, encontrando que los mismos se clasifican como del tipo inceptisol, correspondiendo al tipo D (alto potencial de escorrentía).

- c) Condición Hidrológica. El tipo de cobertura vegetal tiene un marcado efecto sobre el proceso de interceptación, evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración. La condición hidrológica, como indicador de la situación para la infiltración, se usa como índice de la cobertura vegetal. El porcentaje de cobertura vegetal fue extraído de los mapas de clasificación de usos y coberturas encontrando una proporción de cobertura para la microcuenca de la quebrada Quintana variando más frecuentemente entre 60 y 83 %, así como para la quebrada Cantilote entre 60 y 97 %, siendo clasificada como de regular a buena (Guevara y Cartaya, 2004).
- d) Uso de la tierra. Es otro factor que tiene efecto sobre la respuesta de la cuenca a los fenómenos hidrometeorológicos. Se aplicó método de clasificación supervisada a las imágenes del satélite LANDSAT 8OLI en la escala mensual durante el período 2015-2018. En ambas microcuencas, dos tipos de coberturas son detectados, vegetación y suelo degradado, la cobertura predominante durante 2015 fue la vegetación. Así como dos tipos de usos, agrícola y urbano. El uso agrícola o agropecuario se desarrolla durante la época seca ocupando entre 5 y 10 % de la microcuenca.
- e) Coeficiente de escorrentía. Dependiendo de la clasificación de los suelos, uso de la tierra, tratamiento o práctica y de la condición hidrológica, se determina el Número de Curva. Los valores de CN para las condiciones I y III se encuentran tabulados en la bibliografía o se estiman mediante la ecuaciones (Guevara y Cartaya, 2004). Como una muestra, los mapas de coeficiente de escorrentía pueden ser observados para los meses del año 2015.

En cuencas grandes, parte del agua infiltrada retorna como flujo sub-superficial o subterráneo, pero no son consideradas en el análisis de tormentas puesto que tienen un tiempo de retardo suficientemente largo como para no influenciar el hidrograma de escorrentía directa. De acuerdo con lo anterior, la escorrentía es estimada mediante la Ecuación 3

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (3)$$

Análisis de frecuencia de ocurrencia de la precipitación efectiva en las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote

El análisis de la frecuencia de ocurrencia de la precipitación efectiva en las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote se realizó extrayendo una muestra de datos de los mapas de precipitación efectiva en la escala mensual en el período 2015-2018 para las microcuencas Quintana y Cantilote, mediante la generación de un vector que fue ingresado en una herramienta para generar histogramas y prueba de bondad de ajuste de funciones probabilísticas a las variable de estudio, dentro del módulo de estadística de MATLAB®. Los resultados obtenidos

corresponden con histogramas, gráficos de probabilidad de excedencia de la precipitación efectiva y prueba de la máxima verosimilitud como criterio para la selección de la función de distribución probabilística para la precipitación efectiva.

Predicción espacio-temporal del flujo subterráneo en las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote

La predicción espacio-temporal del flujo subterráneo en las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote se realizó usando la base de datos del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), la cual facilitó la información sobre 255 perfiles estratigráficos de suelo obtenidos desde los registros de pozos de explotación de agua subterránea registrados en el MPPA en el período 1971-2015. La predicción del flujo subterráneo se llevó a cabo usando el módulo de aguas subterráneas de ArcGIS 10.0, el cual realiza la estimación del flujo basado en la Ley de Darcy (Guevara y Cartaya, 2004). La herramienta requiere mapas de niveles estáticos de agua en pozos, porosidad efectiva, espesor saturado, permeabilidad, transmisividad.

Los mapas de niveles de agua referenciados con respecto al nivel del mar. Los mapas de descenso de nivel de agua en los pozos fueron obtenidos aplicando el método de Kriging Ordinario. Posteriormente, se realizó la referencia con respecto al terreno mediante la diferencia con respecto al MED-ALOS PALSAR. Las propiedades de suelo referentes a porosidad efectiva, espesor saturado, permeabilidad y transmisividad fueron configuradas de acuerdo a valores reportados en la bibliografía de mecánica de suelos (Lambe y Whitman, 1990).

Resultados

Caracterización geomorfológica del área de estudio

El área de estudio está constituida por dos microcuencas correspondientes a las corrientes principales representadas por las quebradas Quintana y Cantilote, las cuales son tributarios del río Paíto (Figura 2).

Descripción de las características geomorfológicas de la microcuenca de la Quebrada Quintana

La microcuenca de la quebrada Quintana se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas asociadas a los meridianos cuya longitud varía entre O 68°10'30" y O 68°07'30" y latitud comprendida entre los paralelos N 9° 59' 00" y N 9° 56'00" (Figura 2). El área de la microcuenca de la quebrada Quintana es de 8.23 km² (Tabla 1). Las características de las corrientes de la microcuenca de la quebrada Quintana se pueden observar en la Figura 1a, donde se observa que la longitud de la corriente principal de la quebrada Quintana es de 6.98 km, el orden máximo de la red hídrica correspondiente a la corriente principal es de 5, drenada mayormente por 20.75 km de corrientes de orden 1 y una longitud total de corrientes de 39.74

km. Las variaciones de las elevaciones de terreno dentro de la microcuenca de la quebrada Quintana se pueden observar en la Figura 2b3, donde se observa que por encima del 20 % del área desde las cabeceras de la microcuenca, ésta posee una variación suave de las elevaciones del terreno indicando que la mayor parte de la microcuenca es una planicie. Este comportamiento es confirmado en el mapa de pendientes de terreno (Figura 2c), donde se observa que la extensión del área cubierta por las pendientes despreciables y suaves es representativa en la mayor parte de la microcuenca tomando como referencia al cauce principal, el cual se encuentra dentro de las pendientes clasificadas como despreciables ($< 1\%$). Las pendientes de terreno de la microcuenca Quintana menores a 20 % ocurren con una frecuencia mayor entre 80 y 100 %, siendo la pendiente ponderada de 19.22 % (Tabla 1). Así como la pendiente ponderada del cauce principal de 1.23 % (Tabla 1).

Descripción de las características geomorfológicas de la microcuenca de la Quebrada Cantilote

La microcuenca de la quebrada Cantilote se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas asociadas a los meridianos cuya longitud varía entre O 68°08'30" y O 68°07'00" y latitud comprendida entre los paralelos N 9° 57' 00" y N 9° 58'30" (Figura 2). El área de la microcuenca de la quebrada Cantilote es de 2.09 km^2 (Tabla 1). Las variaciones de las elevaciones de terreno dentro de la microcuenca de la quebrada Cantilote se pueden observar en la Figura 2e, donde se observa que por encima del 20 % del área desde las cabeceras de la microcuenca, ésta posee una variación suave de las elevaciones del terreno indicando que la mayor parte de la microcuenca es una planicie. Este comportamiento es confirmado en el mapa de pendientes de terreno (Figura 2f), donde se observa que la extensión del área cubierta por las pendientes despreciables y suaves es representativa en la mayor parte de la microcuenca tomando como referencia al cauce principal, el cual se encuentra dentro de las pendientes clasificadas como despreciables ($< 1\%$).

Estimación del balance hídrico mensual para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo

El balance hídrico fue estimado para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para dos series de tiempo. La serie de tiempo No. 1 abarcó el período 1980-2000 y la serie de tiempo No. 2 se correspondió con el período 2015-2018.

Estimación del balance hídrico mensual para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo No. 1

Predicción espacial de las variables meteorológicas para la estimación del balance hídrico en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo No. 1

El balance hídrico para la serie de tiempo No. 1 fue estimado haciendo la diferencia entre los mapas raster de precipitación media mensual y evapotranspiración media mensual, ponderada por el área para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote. La predicción espacial de las variables meteorológicas fue llevada a cabo mediante la aplicación del método de Kriging Ordinario desde la información registrada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Los resultados de la predicción de las variables meteorológicas, precipitación media mensual y evaporación media mensual, se obtuvieron desde 227 estaciones de monitoreo de precipitación y 62 estaciones de monitoreo de evaporación administradas por el MARN para el período 1980-2000.

Para ambas microcuencas, en el período seco (enero-marzo), la precipitación mensual se encontró por debajo de 30 mm/mes (Figuras 3a-c, 4a-c). En el período lluvioso, la precipitación varió entre 50 y 230 mm/mes (Figuras 4a-5a) para el 25 y 50 % de tiempo (Figura 4). Así mismo, ocurren valores mínimos y máximos durante los meses de época lluviosa, donde la precipitación ocurrió variando entre 30 y 250 mm/mes, como ejemplo, el mes de mayo presenta la mayor aleatoriedad en los valores. La máxima precipitación es observada en los meses desde mayo a agosto, correspondiente a 250 mm/mes. Los diagramas de cajas y bigotes muestran que existe escasa varianza de la precipitación dentro de cualquier mes en la época seca en los valores estimados para 1980-1999 (Figuras 3a-4a), la cual varió entre 5 y 10 mm/mes, ocurriendo en un 25 a 50 % del tiempo, mientras que la varianza se incrementa entre 40 y 50 mm/mes dentro de cualquier mes ubicado en la estación lluviosa para el período 1980-1999 (Figuras 3a-4a). Algunos valores atípicos de la precipitación mensual ocurrieron, asociados con aquellos puntos más allá de 1.5 veces el rango intercuartil (ancho de caja) por arriba o debajo de la caja, indicados por un punto símbolo, que fueron encontrados en los meses secos (enero, febrero, abril, noviembre y diciembre).

En cuanto a la evaporación (E) (Figuras 3b-4), fue encontrado que toma los valores más altos y la mayor varianza (40-60 mm/mes), para la estación seca (enero-abril), variando entre 180 y 260 mm/mes.

Durante el período lluvioso, la E se vuelve más predecible debido a que la varianza disminuye significativamente (10 mm/mes). Además, los valores en el rango intercuartilico donde se ubican entre un 25 y 50 % de los valores, variaron entre 130 y 150 mm/mes (Figura 3), siendo un rango de ocurrencia estable durante el período lluvioso.

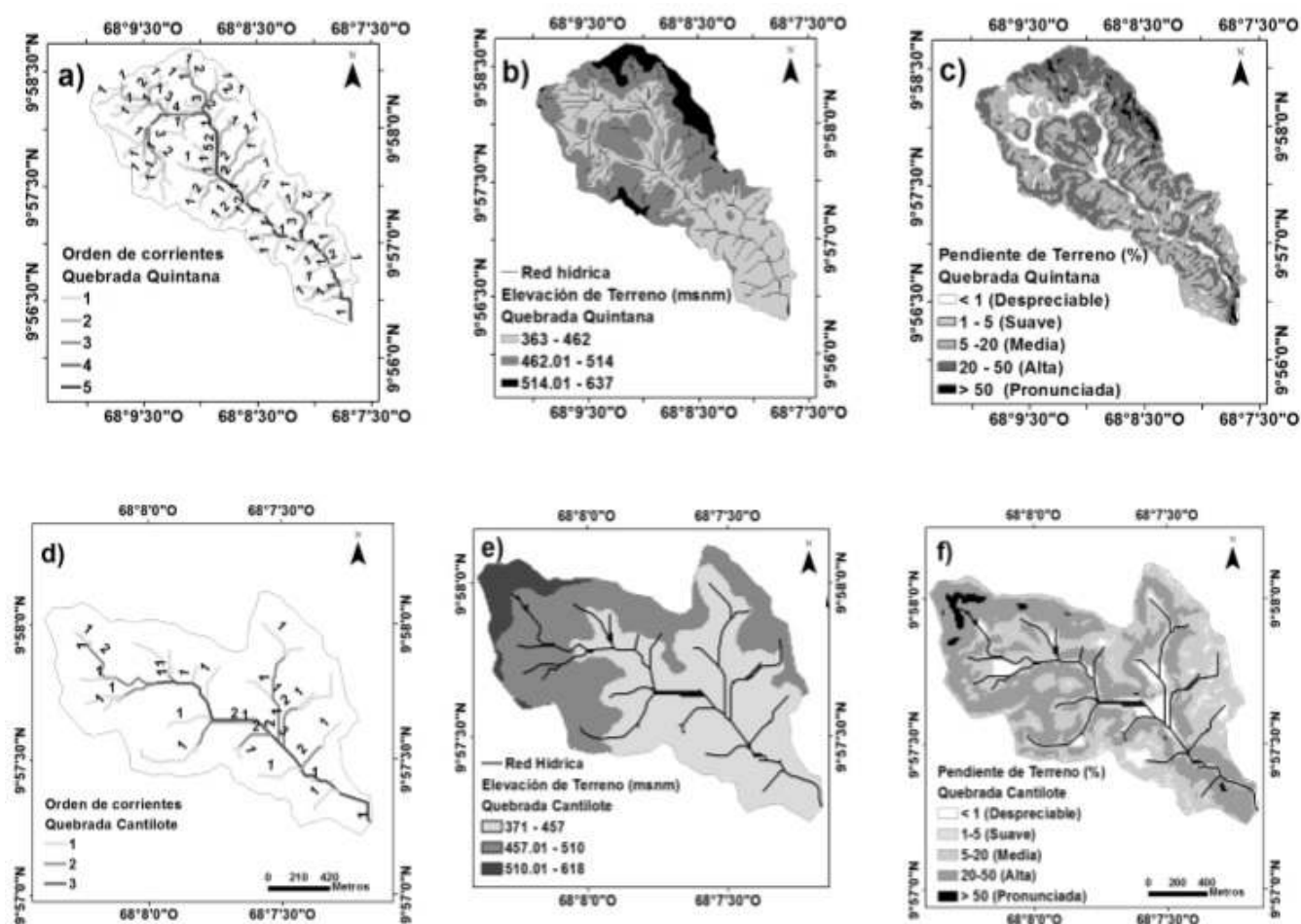


Figura 2: Parámetros geomorfológicos de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 1: Características geomorfológicas de las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo.

Parámetros	Microcuenca quebrada Quintana	Microcuenca quebrada Cantilote
Área (km^2)	8,23	2.09
Perímetro (km)	14.93	7.39
Pendiente promedio de la cuenca (%)	19.22	18.76

Fuente: Elaboración propia (2025).

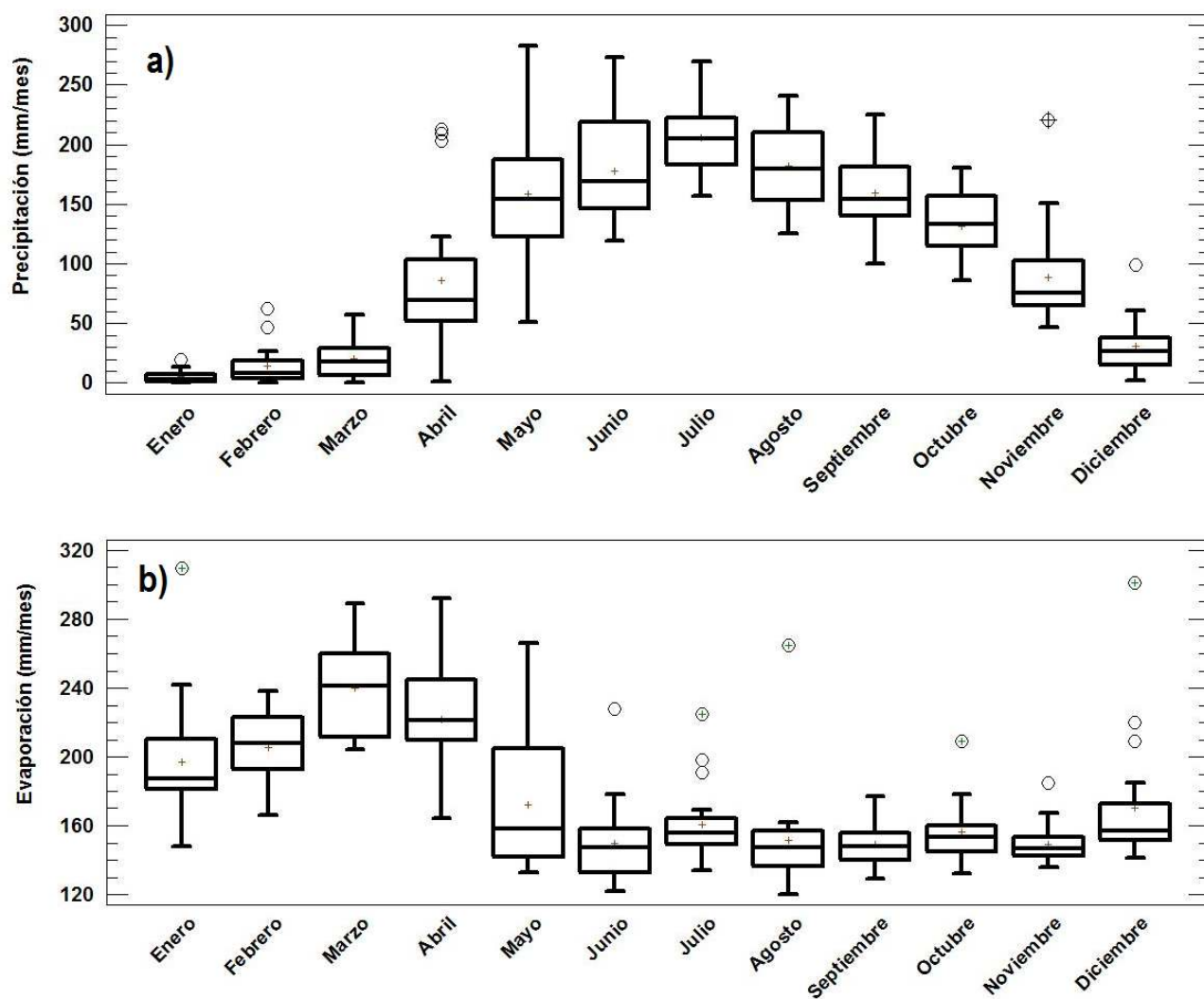


Figura 3: Diagramas de cajas y bigotes de la precipitación media mensual (a) y la evaporación media mensual (b) estimada mediante el método de Kriging Ordinario aplicados sobre la base de datos del MARN para serie de tiempo No. 1 (1980-2000) en la microcuenca de la Quebrada Quintana.

Fuente: Elaboración propia (2025)

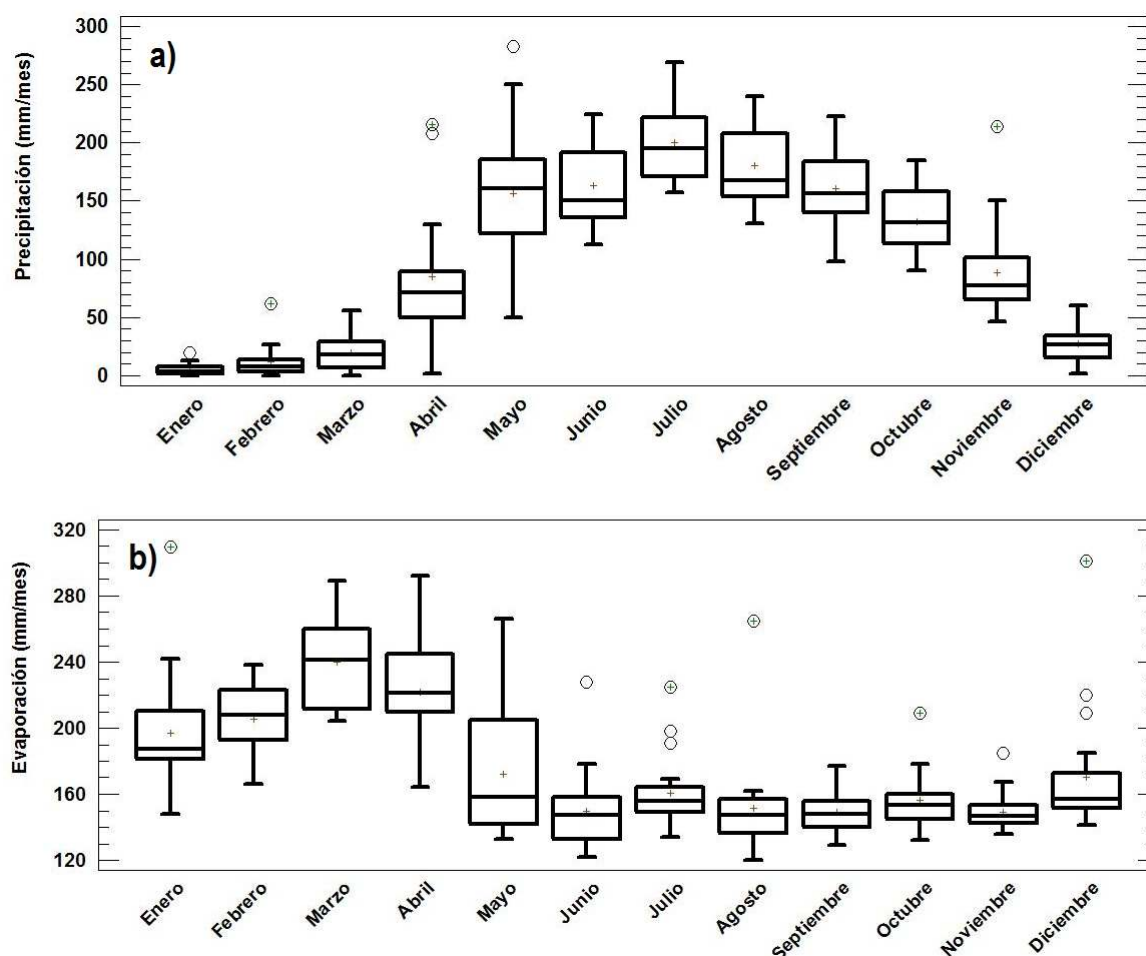


Figura 4: Diagramas de cajas y bigotes de la precipitación media mensual (a) y la evaporación media mensual (b) estimada mediante el método de Kriging Ordinario aplicados sobre la base de datos del MARN para serie de tiempo No. 1 (1980-2000) en la microcuenca de la Quebrada Cantilote.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Validación de la predicción de la precipitación mensual para la serie de tiempo N° 1

En la Figura 5 se muestra una comparación de la precipitación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del MARN para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 1980-2000 con la precipitación mensual observada en una estación meteorológica por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 1980-2000 (Márquez et al., 2015), donde se observa que

existe en alta proporción una superposición de las observaciones con las estimaciones. En la Figura 14 se muestra una relación lineal univariada entre las estimaciones y observaciones de la precipitación mensual mediante un gradiente de 0.86, el cual se encuentra muy aproximado a una relación 1:1. Así mismo, el coeficiente de determinación entre las observaciones y estimaciones resultó de 0.95, lo que comprueba una correlación de alta a muy alta.

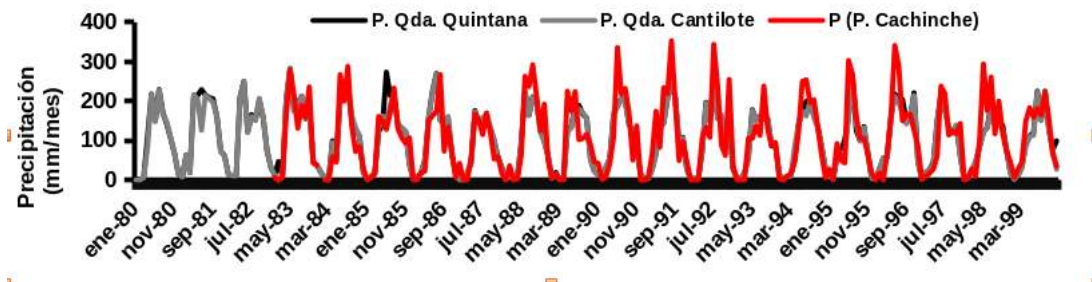


Figura 5: Comparación de la precipitación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del MARN para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 1980-2000 con la precipitación mensual observada en una estación meteorológica por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 1983-2000.

Fuente: Elaboración propia (2025)

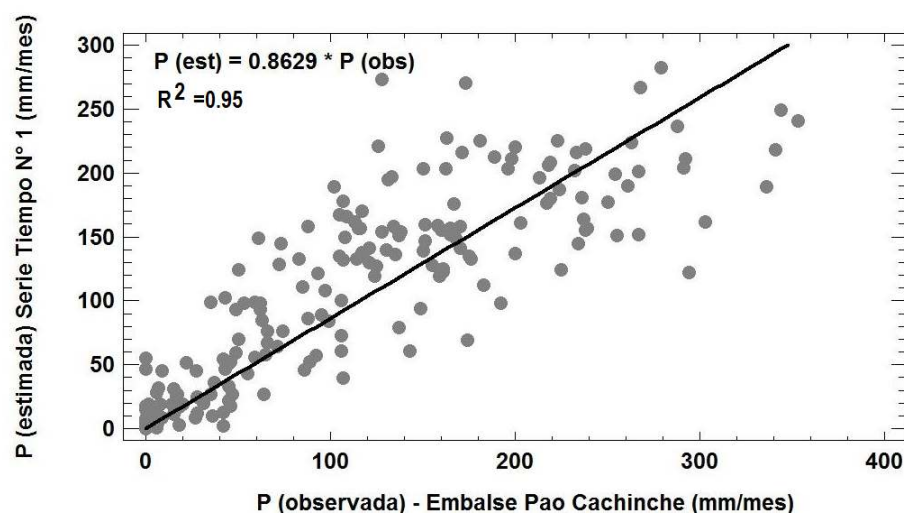


Figura 6: Relación lineal entre la precipitación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del MARN para las microcuencia de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 1980-2000 y la precipitación mensual observada en una estación meteorológica monitoreada por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 1983-2000.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Validación de la predicción de la evaporación mensual para la serie de tiempo No. 1

En la Figura 7 se muestra una comparación de la evaporación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del MARN para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 1980-2000 con la evaporación mensual observada en una estación meteorológica por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 1980-2000 (Márquez et al., 2015), donde se observa que existe en alta proporción una superposición de las observaciones con las estimaciones. En la Figura 8 se muestra una relación lineal univariada entre las estimaciones y observaciones de la evaporación mensual mediante un gradiente de 1.15, el cual se encuentra muy aproximado a una relación 1:1. Así mismo, el coeficiente de determinación entre las observaciones y estimaciones resultó de 0.98, lo que comprueba una correlación de alta a muy alta.

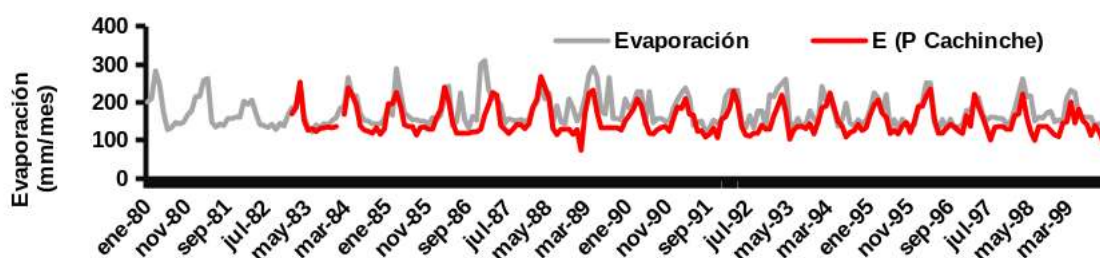


Figura 7: Comparación de la evaporación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del MARN en el periodo 1980-2000 con la evaporación mensual observada por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo. Para el período 1983-2000.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Estimación del balance hídrico mensual en la serie de tiempo No. 1(1980-2000)

La estimación del balance hídrico mensual (BHM) en la serie de tiempo No.1 (1980-2000) obtenida mediante la aplicación del método Kriging sobre 227 estaciones de monitoreo de precipitación y 62 estaciones de monitoreo de evaporación del MARN para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo se presenta en la Figura 9, donde se observa alternabilidad de los valores negativos del BHM durante la estación seca y valores positivos del BHM durante la estación lluviosa de cada año en el período 1980-2000, alcanzando un máximo de $1,234,500 \text{ m}^3/\text{mes}$ en la serie de tiempo No.1 para la microcuenca de la Quebrada Quintana y $313,500 \text{ m}^3/\text{mes}$ en la serie de tiempo No.1 para la microcuenca de la Quebrada Cantilote.

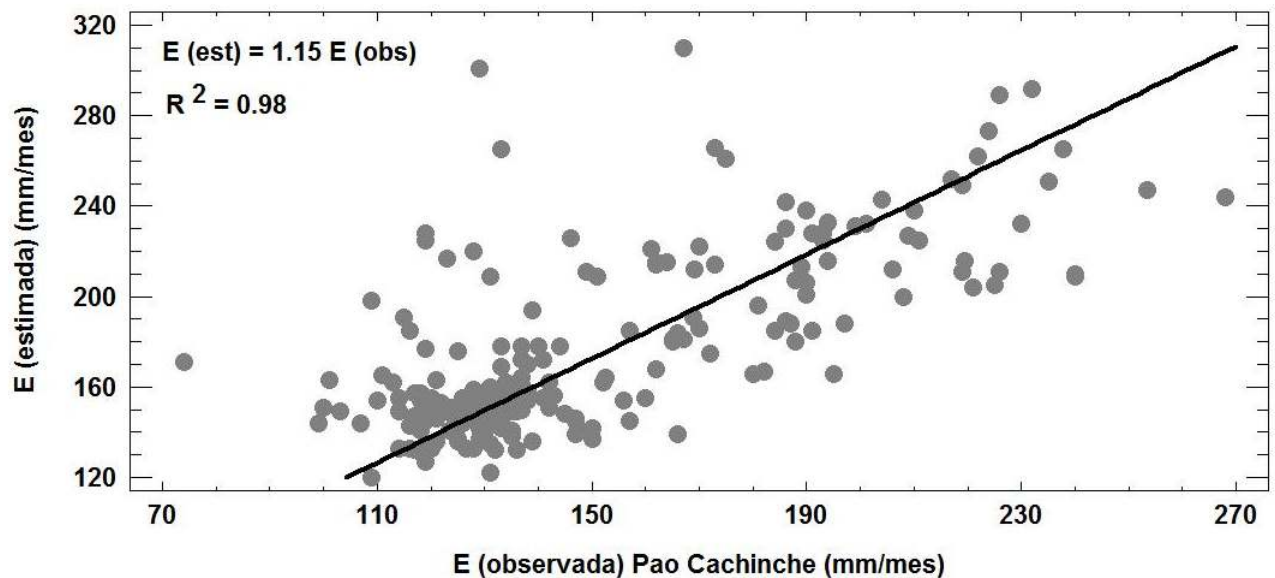


Figura 8: Relación lineal entre la evaporación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del MARN para las microcuenca de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 1980-2000 y la evaporación mensual observada en una estación meteorológica monitoreada por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 1983-2000.

Fuente: Elaboración propia (2025)

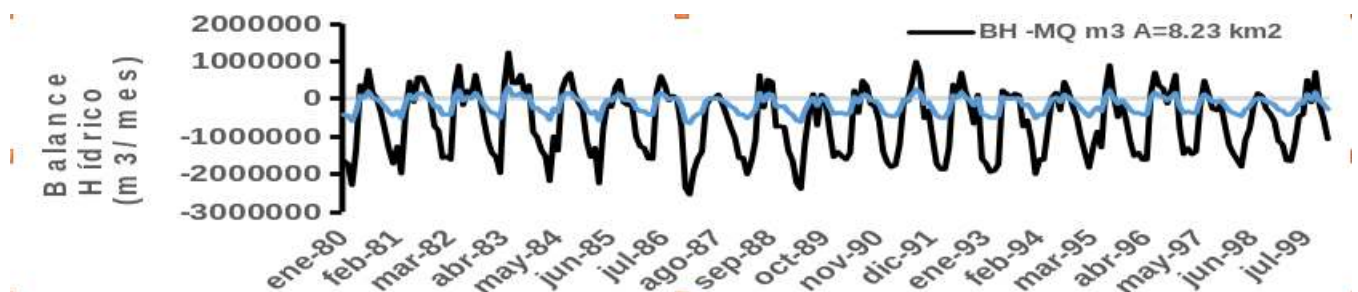


Figura 9: Balance hídrico (P-E) en la serie de tiempo N°1 (1980-2000) obtenida mediante la aplicación del método Kriging sobre 227 estaciones de monitoreo de precipitación y 62 estaciones de monitoreo de evaporación del MARN para las microcuencas de las microcuencas de las quebradas Quintana (MQ) y Cantilote (MC), Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Análisis de frecuencia de ocurrencia del balance hídrico mensual en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo N° 1(1980-2000).

En las Figura 10a-10b se observa las probabilidad de excedencia del volumen excedente positivo en la serie de tiempo No.1 (1980-2000) obtenida mediante balance hídrico (P-E) y la aplicación del método Kriging sobre 227 estaciones de monitoreo de precipitación y 62 estaciones de monitoreo de evaporación del MARN para las microcuencas de la Quebrada Quintana (MQ) (Figura 10a) y Quebrada Cantilote (MC) (Figura 10b), donde se observa que los volúmenes mensuales asociados a una probabilidad de excedencia del 80 % son de 120,000 m^3 /mes y de 30,000 m^3 /mes para las microcuencas de las Quebradas Quintana (Figura 20a) y Cantilote (Figura 10b).

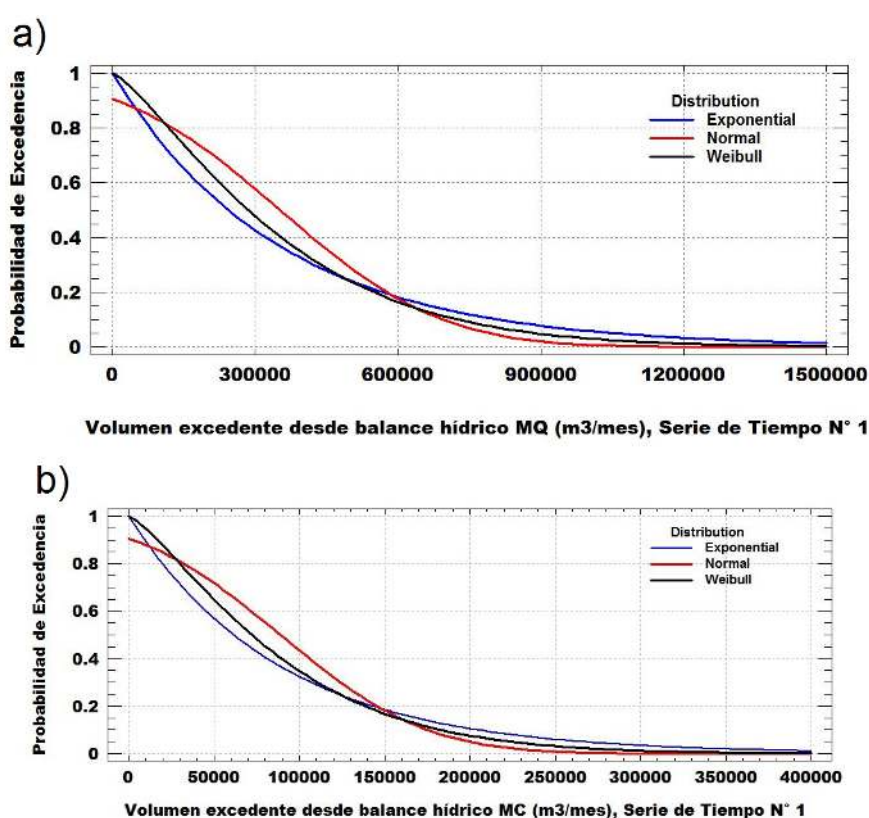


Figura 10: Probabilidad de excedencia del volumen excedente en la serie de tiempo N°1 (1980-2000) obtenida mediante balance hídrico (P-E) y la aplicación del método Kriging sobre 227 estaciones de monitoreo de precipitación y 84 estaciones de monitoreo de evaporación del MARN para las microcuencas: a) Quebrada Quintana (MQ) y b) Quebrada Cantilote (MC), Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Estimación del balance hídrico para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo No. 2

Predicción espacial de las variables meteorológicas en el período 2015-2018

El balance hídrico para la serie de tiempo No. 2 fue estimado haciendo la diferencia entre los mapas raster de la precipitación media mensual (Figuras 11-12) y evapotranspiración media mensual (Figuras 13-14), ponderada por el área para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote. La predicción espacial de las variables meteorológicas fue llevada a cabo mediante la aplicación del método de Kriging Ordinario desde la información registrada por el Instituto de Hidrología y Meteorología (INAMEH). Los resultados de la predicción de las variables meteorológicas, precipitación media mensual y evapotranspiración media mensual, se obtuvieron desde 28 estaciones de monitoreo de precipitación y 15 estaciones de monitoreo de evapotranspiración administradas por el INAMEH para el período 2015-2018. En las Figuras 11-14 se observa que las variables meteorológicas se distribuyen en forma uniformemente distribuida en la totalidad del área. La diferencia de la precipitación registrada en el período lluvioso (Figuras 11e-h), fue de 6 veces con respecto a la precipitación en el período seco (Figuras 11a-d). En correspondencia, la evapotranspiración tiende a ser mayor cerca de 1.8 veces en la época seca (Figuras 14a-d), comparada con la época lluviosa (Figuras 14e-h).

Para ambas microcuencas, en el período seco (enero-marzo), la precipitación mensual varió entre 5 y 15 mm/mes (< 30 mm/mes) (Figuras 11a-c, 12a-c). En el período lluvioso, la precipitación varió entre 30 y 270 mm/mes (Figuras 11d-11k, 12d-12k) para el 25 y 50 % de los datos (Figura 14a). Los diagramas de cajas y bigotes muestran que existe escasa varianza de la precipitación dentro de cualquier mes en la época seca en los valores estimados para 2015-2018 (Figuras 11a-c, 12a-c), la cual tuvo una variación aproximada de 10 mm/mes, ocurriendo en un 25 a 50 % del tiempo, mientras que la varianza se incrementa entre 40 y 50 mm/mes dentro de cualquier mes ubicado en la estación lluviosa para el período 2015-2018 (Figuras 15). En la muestra de datos entre 2015 y 2018, los valores máximos y mínimos están más cercanos a al rango intercuartil (ancho de la caja). Así como también se observa que no existen valores extremos (valores con más de 1.5 desviaciones estándar con respecto al rango intercuartil) o atípicos (valores con más de 3 desviaciones estándar del rango intercuartil).

En cuanto a la evapotranspiración (ET) (Figuras 13a-c, 14a-c, 15b), fue encontrado que toma los valores más altos y la mayor varianza (100-180 mm/mes) para la estación seca (enero-abril), variando entre 100 y 120 mm/mes durante la estación lluviosa (Figura 13 d-h, 14d-h, 15b).

Durante el período lluvioso, la ET tiende a ser estable durante los meses donde ocurre la máxima precipitación (junio-septiembre) variando entre 100 y 120 mm/mes (Figura 15 b), cuyos valores son los más bajos en durante cada año. El rango intercuartil es pequeño, variando entre 10 y 20 mm/mes.

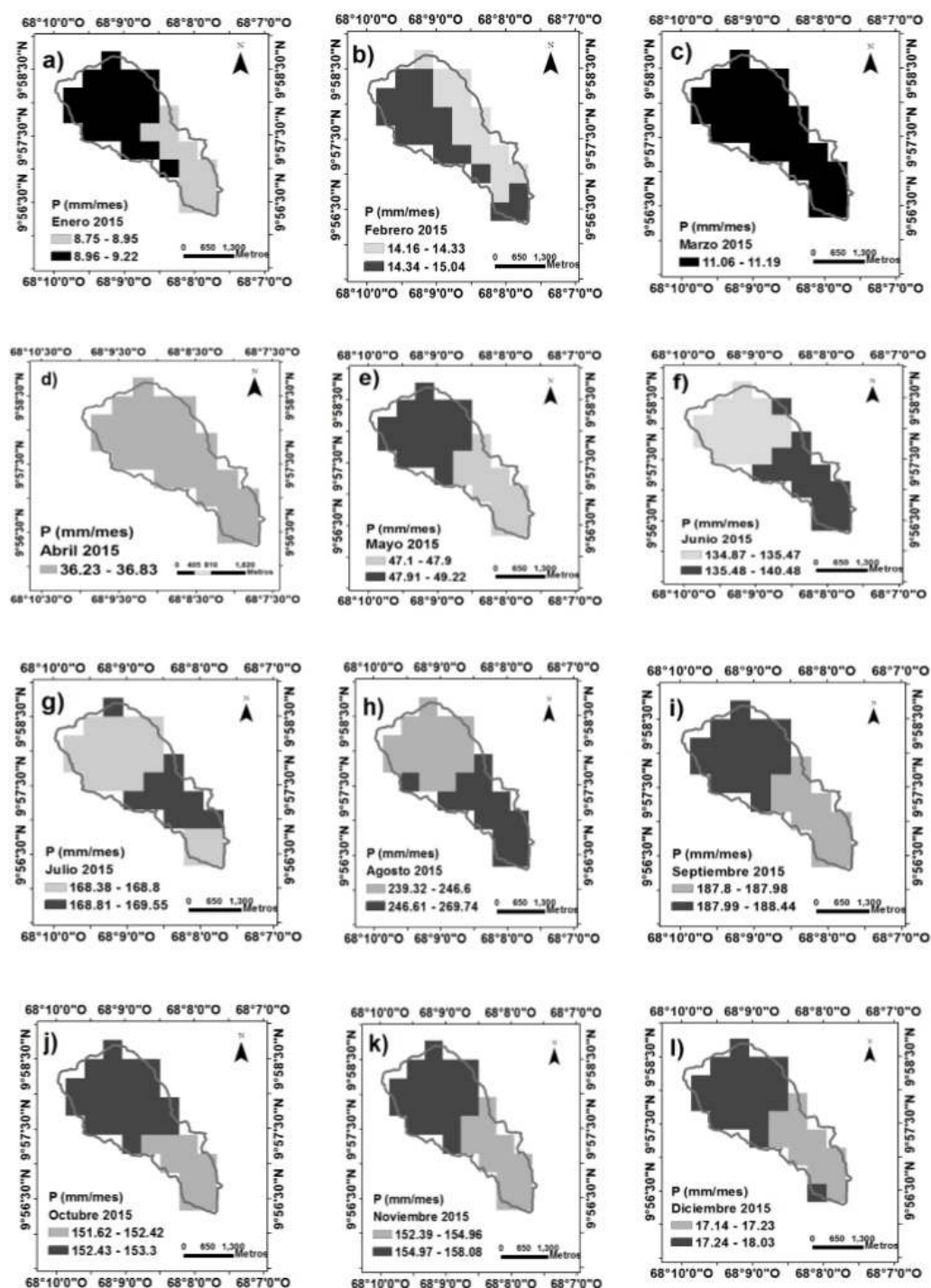


Figura 11: Precipitación (P) estimada mediante el método de Kriging Ordinario configurando un tamaño de pixel de 500 m, para los meses de 2015 a partir de los registros de 28 estaciones del INAMEH, para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote Estado Carabobo.
 Fuente: Elaboración propia (2025)

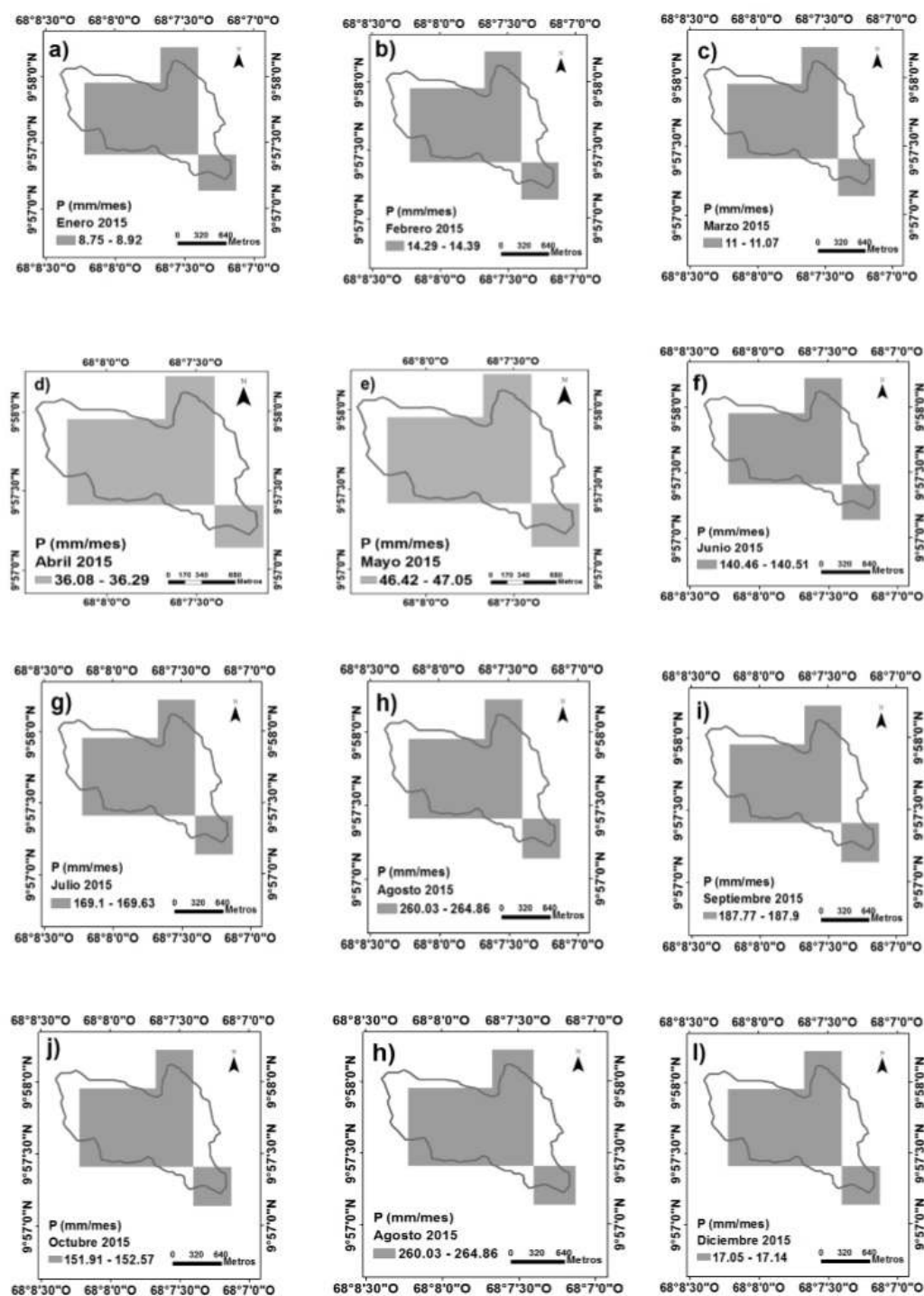


Figura 12: Precipitación estimada mediante el método de Kriging Ordinario configurando un tamaño de pixel de 500 m, para los meses de 2015 a partir de los registros de 28 estaciones del INAMEH, para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

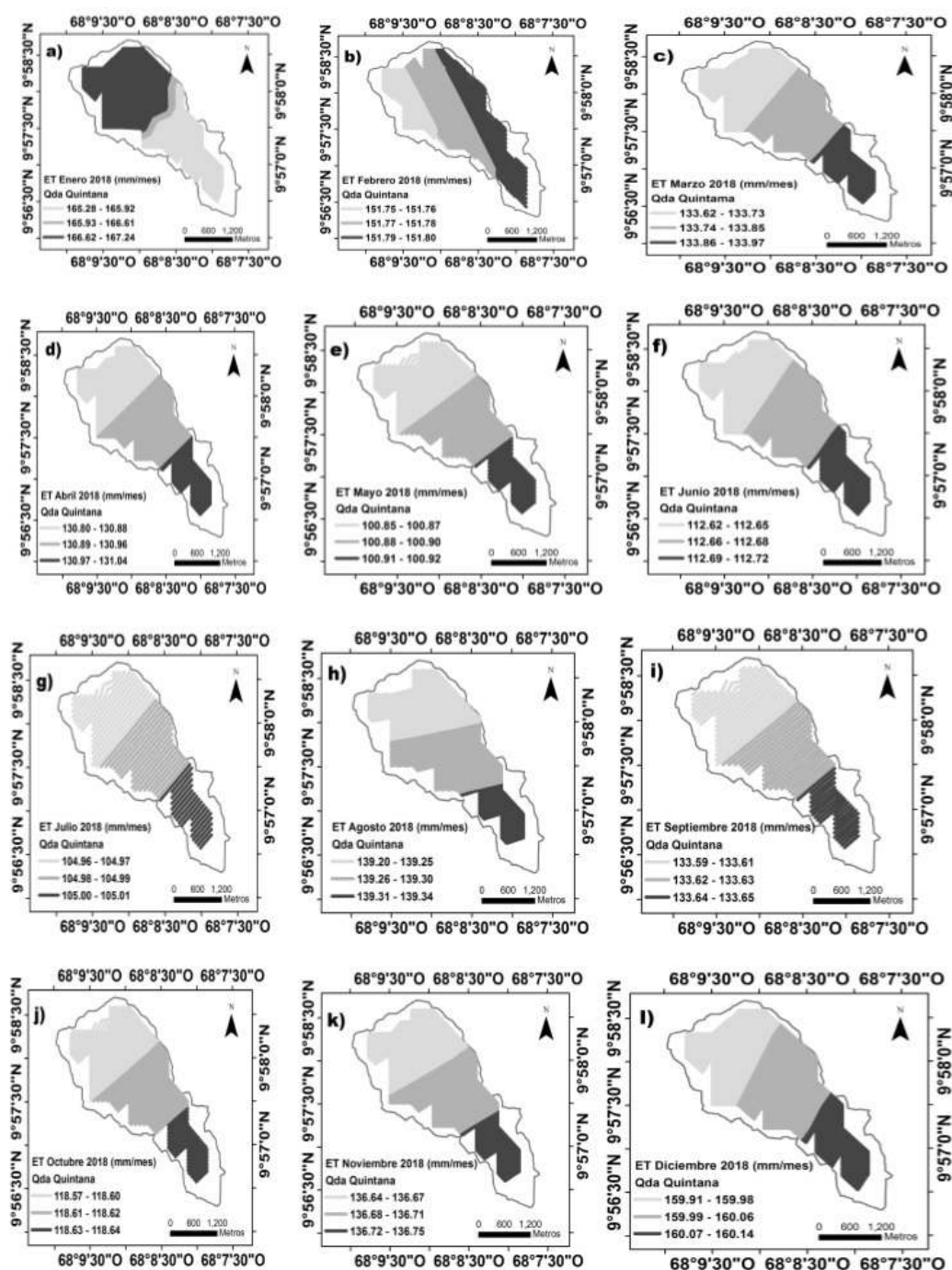


Figura 13: Evapotranspiración (ET) estimada mediante el método de Kriging Ordinario configurando un tamaño de pixel de 500 m, para los meses de 2015 a partir de los registros de 15 estaciones del INAMEH, para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

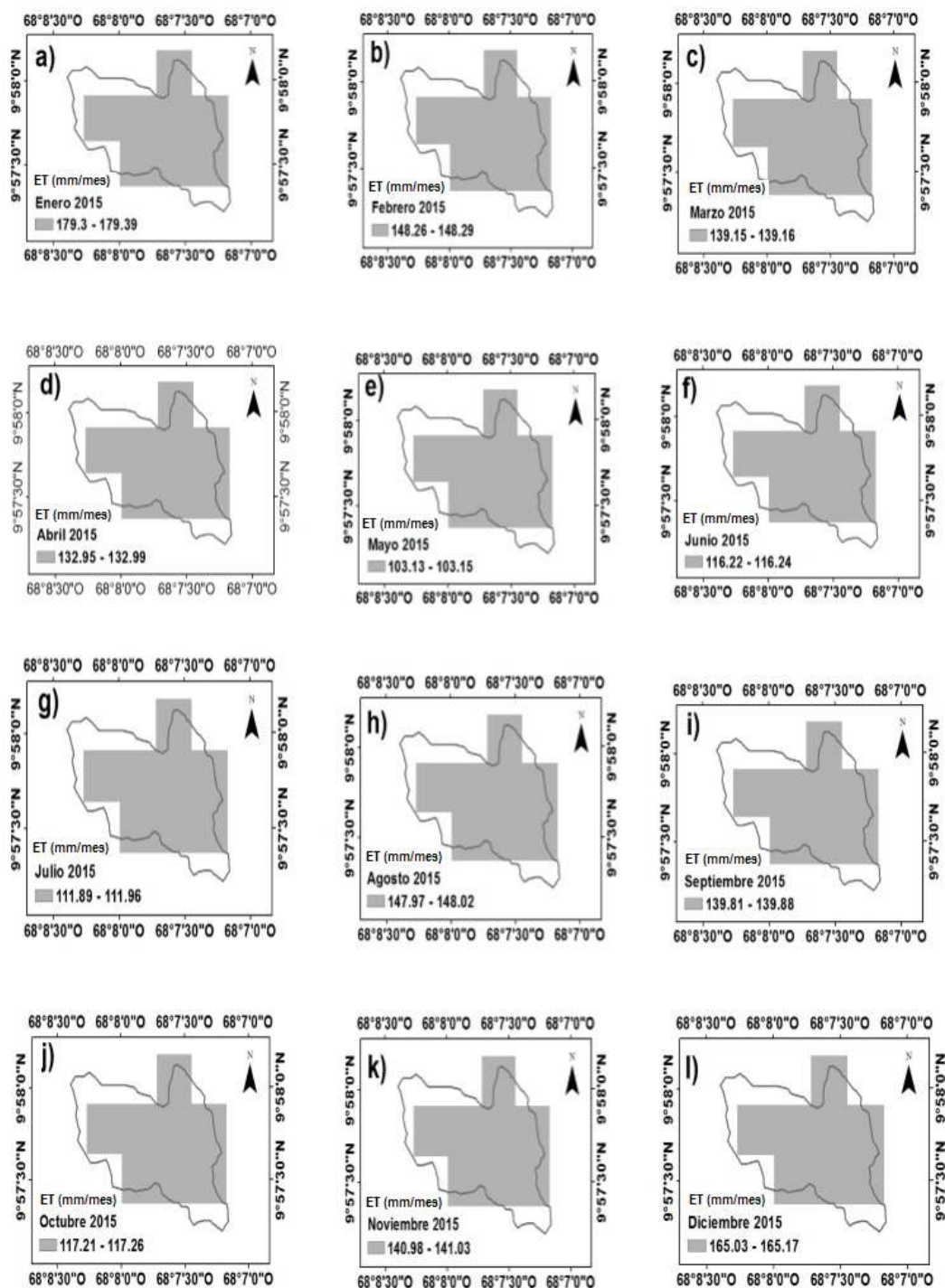


Figura 14: Evapotranspiración (ET) estimada mediante el método de Kriging Ordinario configurando un tamaño de pixel de 500 m, para los meses de 2015 a partir de los registros de 15 estaciones del INAMEH, para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

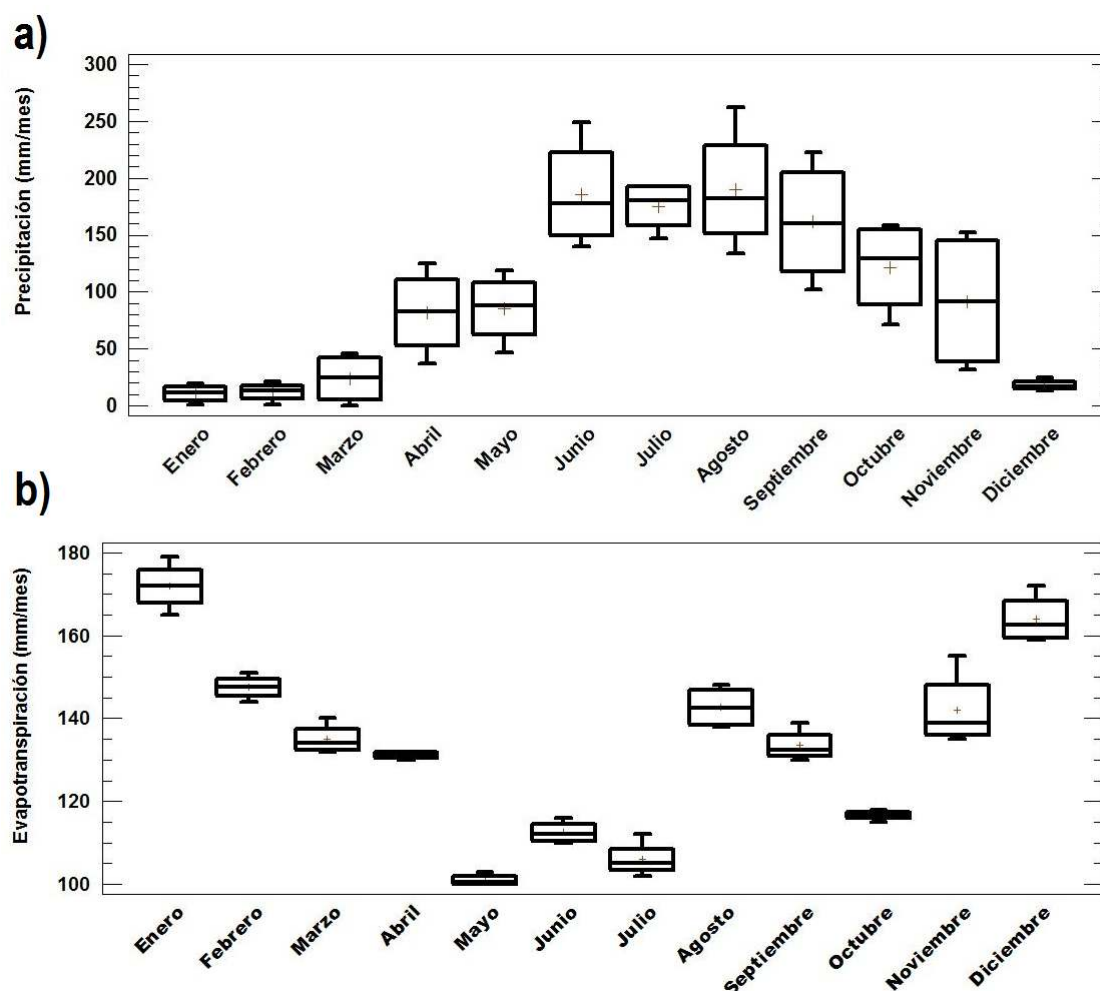


Figura 15: Diagramas de cajas y bigotes de la precipitación media mensual (a) y la evapotranspiración media mensual (b) estimada mediante el método de Kriging Ordinario aplicados sobre la base de datos del INAMEH para serie de tiempo No. 2 (2015-2018) en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Validación de la predicción de la precipitación mensual para la serie de tiempo No. 2

En la Figura 16 se muestra una comparación de la precipitación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 con la precipitación mensual observada en una estación meteorológica por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 2015-2018 (Márquez y Padrón, 2011), donde se observa que

existe en alta proporción una superposición de las observaciones con las estimaciones tanto en la estación seca como en la lluviosa. El comportamiento es similar a lo largo del período de medición, por lo tanto el método de Kriging Ordinario logra estimar en una aproximación satisfactoria al componente determinístico (valor medio mensual) y estocástico a través de una función J-Bessel (Márquez et al., 2018a). La precipitación se incrementa desde menos de 50 mm/mes durante los meses secos (enero–marzo) hasta 250 mm/mes durante los meses de junio a agosto 2015-2016.

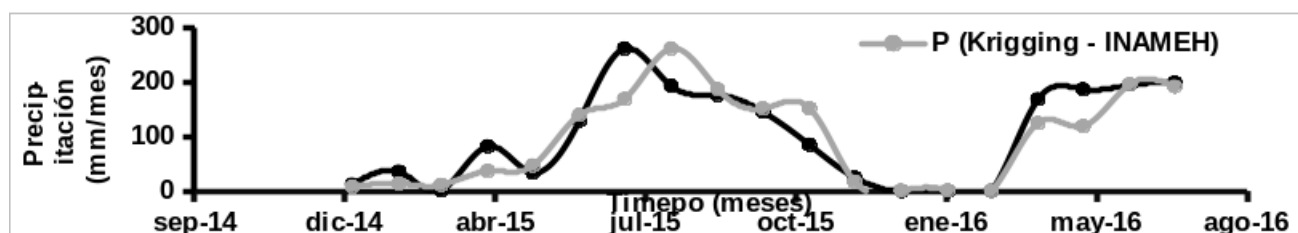


Figura 16: Comparación de la precipitación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH con la evaporación mensual observada por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo en el periodo 2015-2016.

Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Figura 17 se muestra una relación lineal univariada entre las estimaciones y observaciones de la precipitación mensual representadas en la Figura 15 mediante un gradiente de 0.92, el cual se encuentra muy aproximado a una relación 1:1. Así mismo, el coeficiente de determinación entre las observaciones y estimaciones resultó de 0.96, lo que comprueba una correlación de alta a muy alta.

Validación de la predicción de la evaporación mensual para la serie de tiempo No. 2

En la Figura 18 se muestra una comparación de la evaporación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de 15 estaciones del INAMEH para las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 con la evaporación mensual observada en una estación meteorológica por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el periodo 2015-2016 (Márquez et al., 2015), donde se observa que los valores de la evaporación (E) medida en el embalse Pao Cachinche son más altos en el orden de 1.4-1.5 con respecto a la evapotranspiración (ET) durante la temporada seca, lo que se debe posiblemente a una incrementada potencialidad de la ocurrencia de una mayor masa de agua evaporada desde el embalse Pao Cachinche con respecto a la medición realizada de ET en aeropuertos de zonas urbanas. En la temporada lluviosa, se encontró que la E y ET se aproximan significativamente, lo que se debe a la influencia del incremento en las intensidades, duración y frecuencias de la ocurrencia de lluvias en esta estación anual.

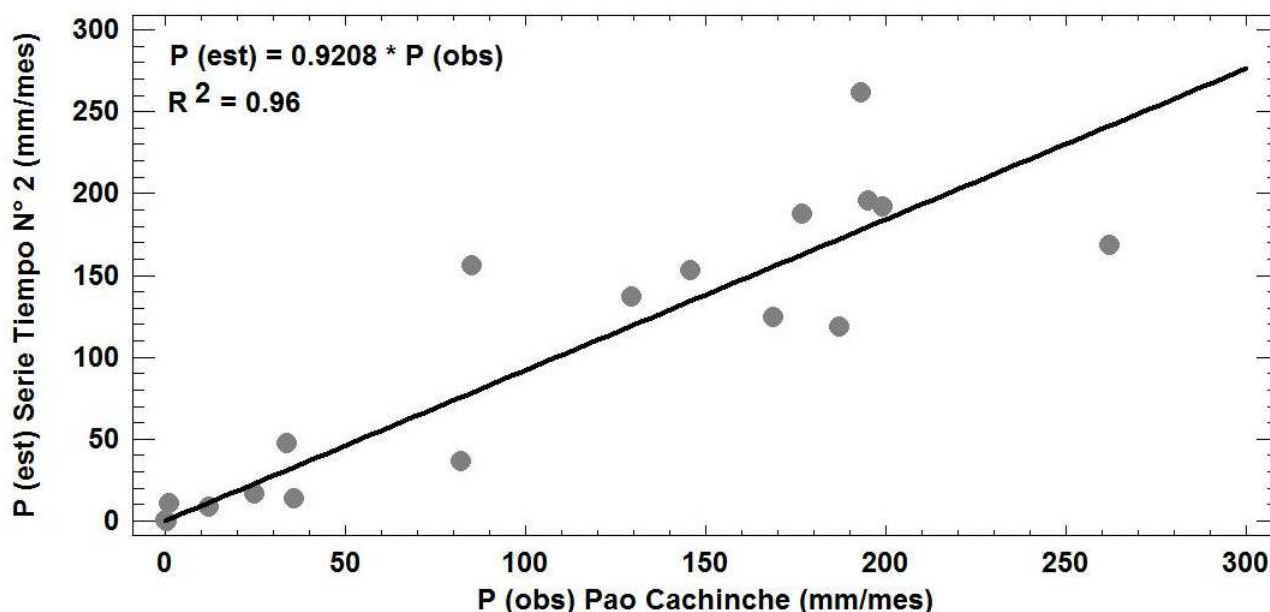


Figura 17: Relación lineal entre la precipitación mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para las microcuencas de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 y la precipitación mensual observada en una estación meteorológica monitoreada por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo para el período 2015-2016.

Fuente: Elaboración propia (2025)

En la Figura 19 se muestra una comparación de la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para las microcuencas de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 y la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para la cuenca del río San Diego, Estado Carabobo según Márquez et al. (2018b) para el período 2015-2017, donde se observa que existe una alta aproximación entre los valores en las estaciones seca y lluviosa anual, confirmando una tendencia a la homogeneidad espacial en la medición de sensores automatizados (radiación solar, temperatura y viento) en un área de ubicación de las estaciones entre los Estados Carabobo, Aragua, Guárico, Distrito Capital y Miranda.

En la Figura 20 se muestra una relación lineal univariada entre las estimaciones y observaciones de la evapotranspiración mensual mediante un gradiente de 1.01, el cual se encuentra muy aproximado a una relación 1:1. Así mismo, el coeficiente de determinación entre las observaciones y estimaciones resultó de 0.95, lo que comprueba una correlación de alta a muy alta.

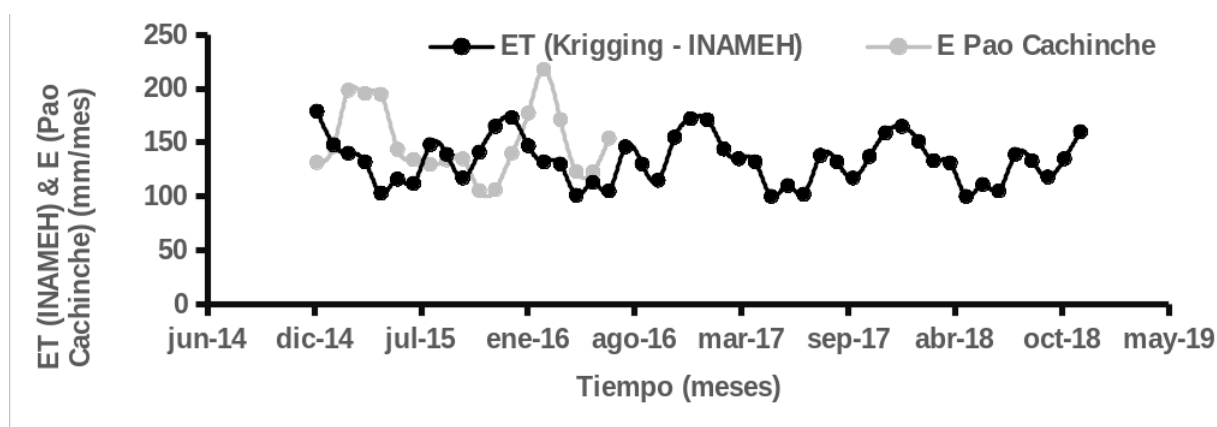


Figura 18: Comparación de la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de 15 estaciones del INAMEH con la evaporación mensual observada por HIDROCENTRO en el embalse Pao Cachinche, Estado Carabobo en el periodo 2015-2016.

Fuente: Elaboración propia (2025)

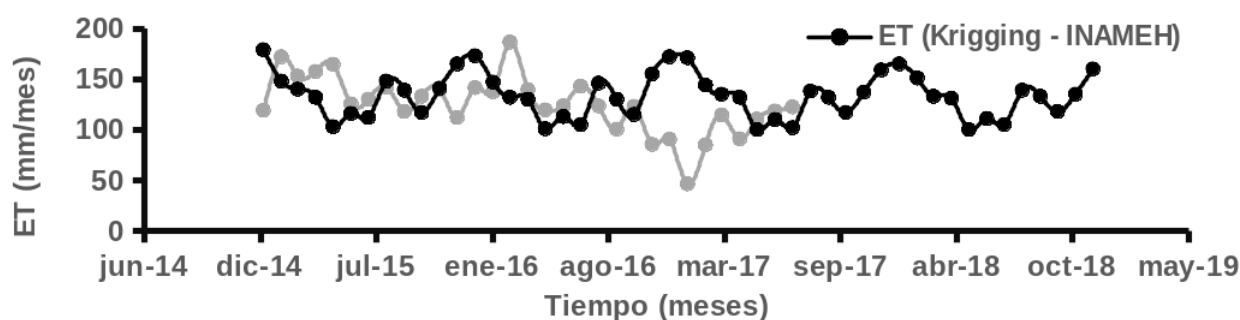


Figura 19: Comparación de la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para las microcuencas de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 y la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para la cuenca del río San Diego, Estado Carabobo según Márquez et al. (2018b) para el periodo 2015-2017.

Fuente: Elaboración propia (2025)

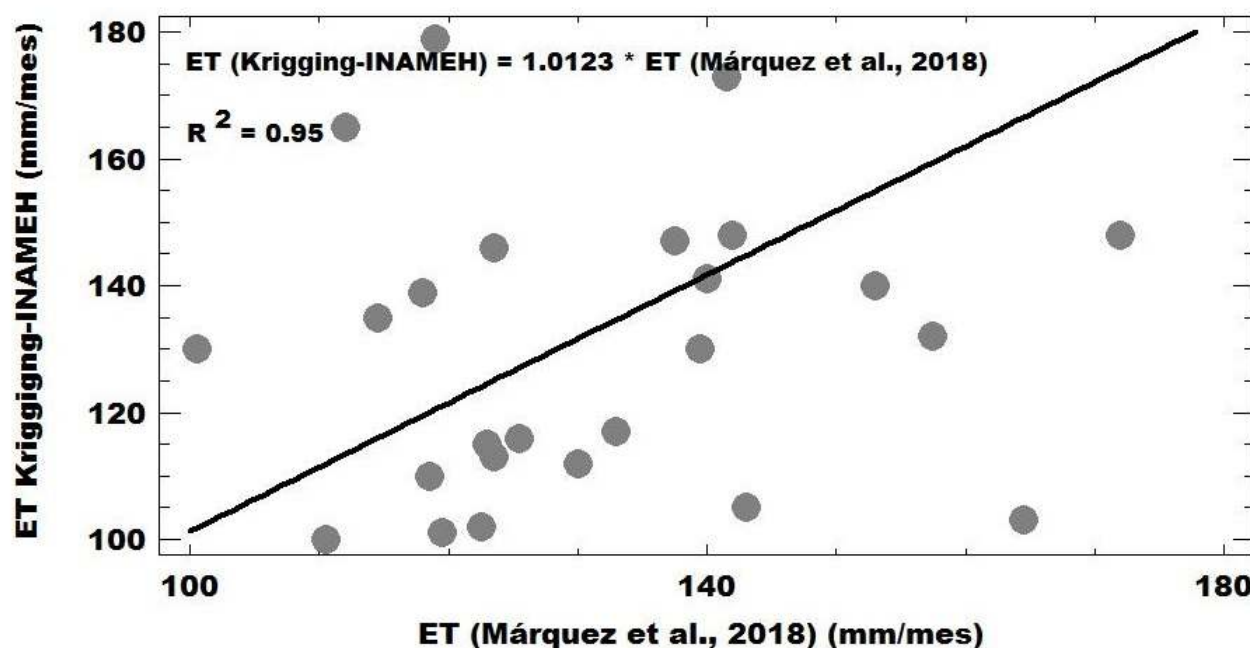


Figura 20: Relación lineal entre la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para las microcuencas de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 y la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para la cuenca del río San Diego, Estado Carabobo según Márquez et al. (2018b) para el período 2015-2017.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Estimación del balance hídrico mensual en la serie de tiempo N° 2(2015-2018)

La representación de las series de tiempo de precipitación (P), evapotranspiración (ET), precipitación efectiva (PE) en la microcuencas de la Quebradas Quintana y PE en la microcuenca de la Quebrada Cantilote en el periodo 2015-2018 se muestra en la Figura 21, donde se observa:

- a) La precipitación efectiva correspondiente a las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote es obtenida como la media ponderada de la predicción espacial obtenida desde la adaptación a dos dimensiones del método del US-SCS. Los componentes estuvieron integrados por mapas de usos y coberturas terrestres, tipo de suelo, coeficientes de escorrentía y precipitación efectiva durante 2015-2018. La microcuenca de la Quebrada Quintana presenta uso agropecuario entre 5 y 10 %, y coberturas basadas en vegetación (75-80 %) y suelo degradado (20-25 %).

En cuanto a la microcuenca de la Quebrada Cantilote estuvo caracterizada por presentar únicamente coberturas de tipos vegetal (75-85 %) y suelo degradado (20-25 %). Para ambas microcuencas, el suelo fue encontrado dentro de la clase inceptisol. A partir de los mapas de usos y coberturas así como la clasificación de suelos, tres coeficientes de escorrentías fueron asignados de acuerdo con la delimitación de los mapas de usos y coberturas terrestres, asociados tierras agrícolas sin tratamiento, pradera o pastizal de condición mala, y bosques ralos o de cobertura pobre. Sobre esta base la precipitación efectiva resultó en comportamiento similar a la precipitación total y por debajo de ésta.

- b) La precipitación y la precipitación efectiva se encontraron en una relación cercana variando en el orden desde 0.52 hasta 0.87 en la estación lluviosa.
- c) La precipitación efectiva de las microcuenca de la Quebrada Quintana fue similar a los valores estimados para la Quebrada Cantilote, siendo esta última ligeramente superior en algunos períodos.
- d) Tanto la precipitación como la precipitación efectiva resultaron superiores a la evaporación en la estación lluviosa de cada año, lo que da soporte a la producción hídrica mensual de cada microcuenca.

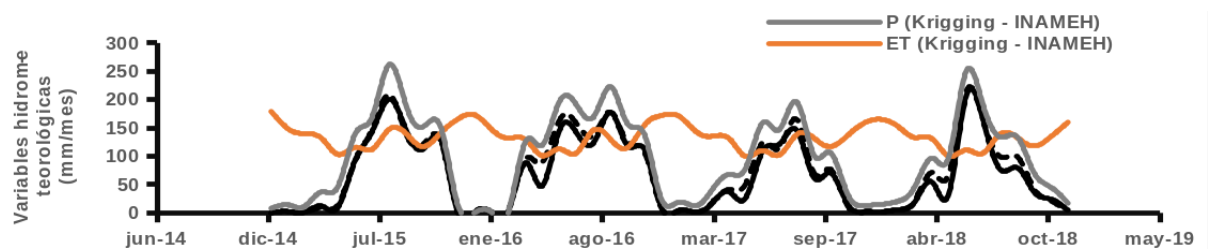


Figura 21: Relación lineal entre la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para las microcuencas de la quebradas Quintana y Cantilote en el periodo 2015-2018 y la evapotranspiración mensual estimada mediante el método de Kriging Ordinario derivada de las estaciones del INAMEH para la cuenca del río San Diego, Estado Carabobo según Márquez et al. (2018b) para el período 2015-2017.

Fuente: Elaboración propia (2025)

La estimación del balance hídrico mensual (BHM) en la serie de tiempo No. 2 (2015-2018) obtenida mediante la aplicación del método Kriging sobre 28 estaciones de monitoreo de precipitación y 15 estaciones de monitoreo de evapotranspiración del INAMEH para las microcuencas de las quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo se presenta en la Figura 22, donde se observa alternabilidad de los valores negativos del BHM durante la estación seca y valores positivos del BHM durante la estación lluviosa de cada año en el período 2015-2018, alcanzando un máximo de $1,135,740 \text{ m}^3/\text{mes}$ en la serie de tiempo No. 2 para la microcuenca

de la Quebrada Quintana y $288,420 \text{ m}^3/\text{mes}$ en la serie de tiempo No. 2 para la microcuenca de la Quebrada Cantilote.

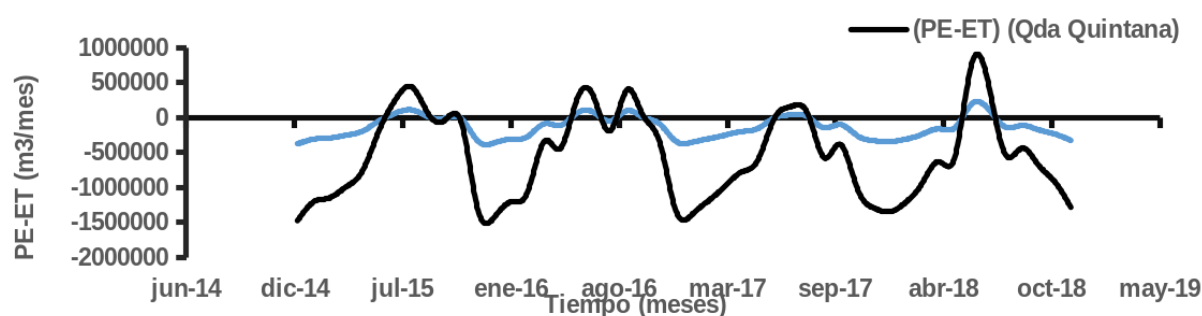


Figura 22: Balance hídrico (P-ET) en la serie de tiempo No. 1 (2015-2018) obtenida mediante la aplicación del método Kriging sobre 28 estaciones de monitoreo de precipitación y 15 estaciones de monitoreo de evaporación del INAMEH para las microcuencas de las quebradas Quintana (MQ) y Cantilote (MC), Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Análisis de frecuencia de ocurrencia del balance hídrico mensual en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo N° 2 (2015-2018).

En las Figuras 23a-23b se observa las probabilidades de excedencia del volumen excedente positivo en la serie de tiempo No. 2 (2015-2018) obtenida mediante balance hídrico (P-ET) y la aplicación del método Kriging sobre 28 estaciones de monitoreo de precipitación y 15 estaciones de monitoreo de evaporación del INAMEH para las microcuencas de la Quebrada Quintana (MQ) (Figura 22a) y Quebrada Cantilote (MC) (Figura 23b), donde se observa que los volúmenes mensuales asociados a una probabilidad de excedencia del 80 % son de $100,000 \text{ m}^3/\text{mes}$ y de $25,000 \text{ m}^3/\text{mes}$ para las microcuencas de las Quebradas Quintana (Figura 23a) y Cantilote (Figura 23b).

Estimación de la producción hídrica de las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote

La producción hídrica fue estimada combinando los resultados del componente superficial con el subterráneo. El componente del volumen escurrido superficialmente fue obtenido desde el balance hídrico mensual (PE-ET), mostrado en las Figuras 22 y 23. El componente de escorrentía subterránea fue estimado usando la ecuación asociada a la Ley de Darcy (Guevara y Cartaya, 2004), implementada a través del módulo de flujo subterráneo en la herramienta

computacional ArcGIS 10.0. La herramienta en el entorno de trabajo de ArcGIS 10.0 requiere ingresar mapas de nivel estático de aguas, y propiedades físicas, tales como porosidad efectiva, espesor saturado, permeabilidad y transmisividad, del acuífero obtenidas a partir de perfiles litológicos.

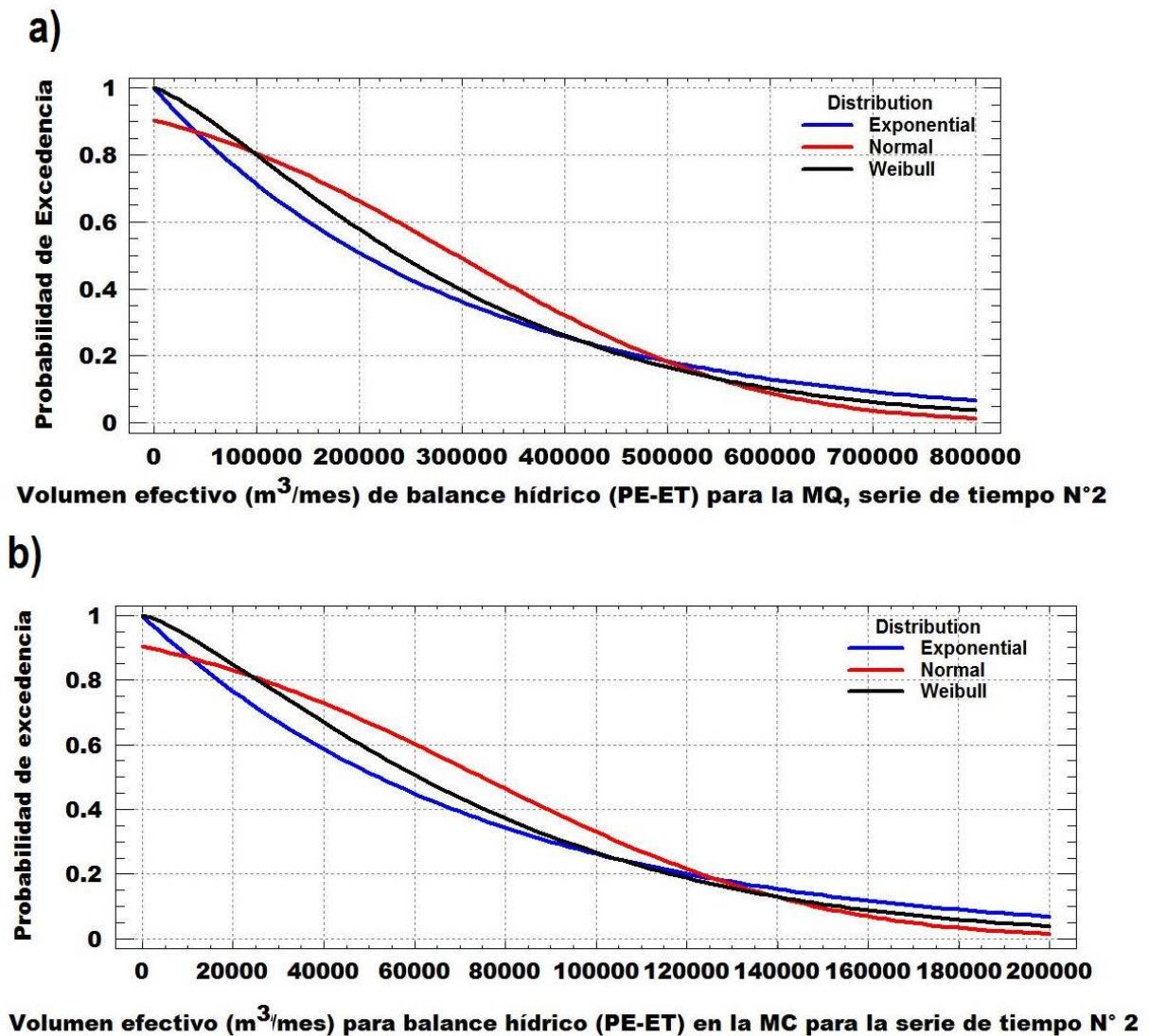


Figura 23: Probabilidad de excedencia del volumen excedente mensual (m^3 /mes) en la serie de tiempo N°2 (2015-2018) obtenida mediante balance hídrico (PE-ET) y la aplicación del método Kriging sobre 28 estaciones de monitoreo de precipitación y 15 estaciones de monitoreo de evaporación del INAMEH para las microcuencas: a) Quebrada Quintana (MQ) y b) Quebrada Cantilote (MC), Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

El nivel estático del agua subterránea en la microcuenca de la Quebrada Quintana fue más alto en la zona superior de la microcuenca (476.72 msnm) y disminuyó hacia la desembocadura (454.35 msnm). El nivel estático fue estimado a través de la diferencia entre el nivel del terreno, extraído del modelo de elevación digital ALOS-PALSAR y el descenso de agua en el pozo.

Como una muestra, se presenta el perfil litológico de un pozo de agua subterránea registrado ante el MARN con el código No. CA6061001A, descrito en la Tabla 2. Adicionalmente, en el año 2012, el INAMEH en conjunto con el CIHAM-UC realizaron un estudio de prospección geoelectrica en la comunidad Palmar de Paya, Estado Carabobo, cercana a las microcuencas Quintana y Cantilote, encontrando el primer estrato hasta 8 m por debajo del terreno, constituido por gneis, cuarzo micáceos feldespáticos meteorizados. Así como en un segundo estrato entre 9.5 y 17 m, capas de esquistos y filitas cuarzo micáceos feldespáticos meteorizados fracturados. Y finalmente, un tercer estrato entre 18 y 26 m constituido por Gneis horblendico cuarzo micáceos feldespáticos meteorizados.

Según este perfil litológico, la acumulación y almacenamiento de agua se produce a través de los sedimentos y por los distintos planos de fracturamiento, fallas y foliación, producto de la dinámica de la tectónica regional que permite la porosidad secundaria para la acumulación de las aguas subterráneas.

Tabla 2: Perfil litológico del pozo MARN, No. CA6061001A cercano a las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote, Estado Carabobo.

Código	Latitud	Longitud	Desde (m)	Hasta (m)	Estratos
CA6061001A	9°58'45"	68°09'45"	0	1	Capa vegetal
			1	4	Arcilla
			4	22	Roca foliada
			22	42	Grava
			42	45	Roca

Fuente: Registros MARN (Márquez y Carrillo, 2015).

La porosidad efectiva para la roca foliada varía en el orden de 10 a 30 % (Lachassagne et al., 2011) (Figuras 24b y 25b). Los valores de la porosidad efectiva reportados en los mapas de la Figura 24 son el resultado de la predicción espacial usando el método de Kriging Ordinario aplicado sobre una base de datos del MARN de 235 pozos de agua subterránea para el Estado Carabobo (Márquez y Carrillo, 2015).

La permeabilidad de la roca foliada es del orden de 0.3–2.5 m/día (Maréchal et al., 2004).

El tipo de acuífero es confinado. Según Bear y Cheng (2010), un acuífero confinado es aquel que está delimitado desde arriba y desde abajo por formaciones impermeables. En el caso particular del pozo N° CA6061001A, el confinamiento del acuífero es debido a que existe un estrato en el extremo superior próximo a la superficie del terreno de 3 m de arcilla y un estrato en el extremo inferior del pozo, entre 42 y 45 m por debajo de la superficie del terreno constituido por roca. Según Guevara y Cartaya (2004), en un acuífero confinado, el coeficiente de transmisibilidad (T) viene a ser el producto de la permeabilidad (K) y el espesor del acuífero (m) y posee las dimensiones de $m^3/d/m$.

El espesor saturado fue determinado a partir de información extraída desde 235 pozos de agua subterránea del MARN y la predicción espacial usando el método de Kriging Ordinario fue aplicada para obtener el mapa de espesor saturado para el Estado Carabobo. A partir de los mapas de permeabilidad y de espesor saturado del acuífero se obtuvo T en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote mostrado en las Figuras 24e y 25e siendo de 11 m^2/d , así como el flujo subterráneo para las microcuencas resultó de 34 m^3/d (1000 m^3/mes) (Qda Quintana) y 11 m^3/d (500 m^3/mes) (Qda Cantilote).

Análisis de frecuencia de ocurrencia del balance hídrico mensual en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo No. 2 (2015-2018).

El análisis de frecuencia de la ocurrencia del balance hídrico mensual incluyendo los flujos superficial y subterráneo en las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote para la serie de tiempo No. 2 (2015-2018) se muestra en la Figuras 26a-26b, donde se observa que existe un ajuste gráfico satisfactorio de la función de los volúmenes mensuales positivos derivados de la superposición del balance hídrico mensual (PE-ET) y el flujo subterráneo mensual mostrado en las Figuras 24 y 25 a la función de distribución probabilística Weibull al compararla con las funciones de distribución Normal y Exponencial.

En las Figuras 24a-24b se observa las probabilidad de excedencia del volumen total en la serie de tiempo No. 2 (2015-2018) producido para las microcuencas de la Quebrada Quintana (MQ) (Figura 38a) y Quebrada Cantilote (MC) (Figura 25b), los cuales son 100 veces más pequeños que los valores de escorrentía directa (ED) mensual, dan como resultado un flujo predominantemente definido por la escorrentía directa o superficial en lugar de la escorrentía subterránea.

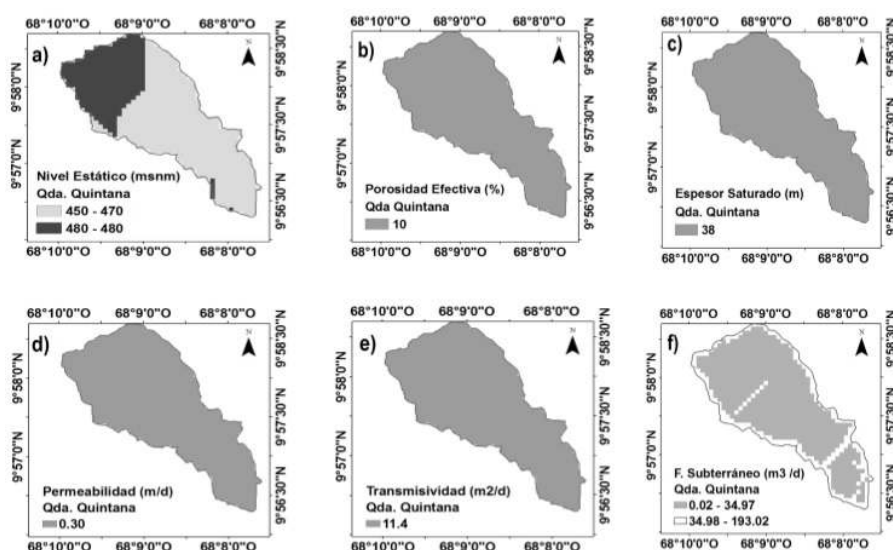


Figura 24: Distribución espacial de las variables para estimar el flujo subterráneo mediante la Ecuación de Darcy en la microcuenca de la Quebrada Quintana
 Fuente: Elaboración propia (2025).

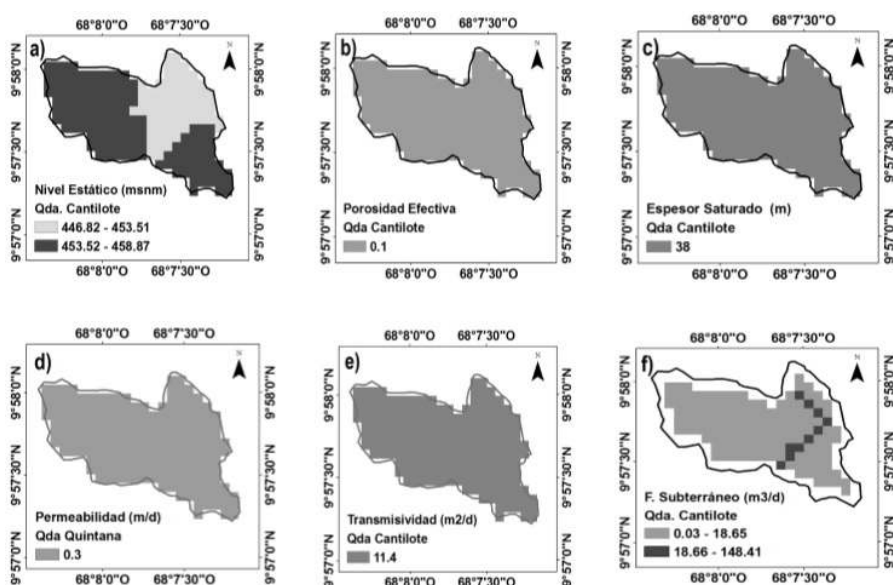


Figura 25: Distribución espacial de las variables para estimar el flujo subterráneo mediante la Ecuación de Darcy en la microcuenca de la Quebrada Cantilote
 Fuente: Elaboración propia (2025).

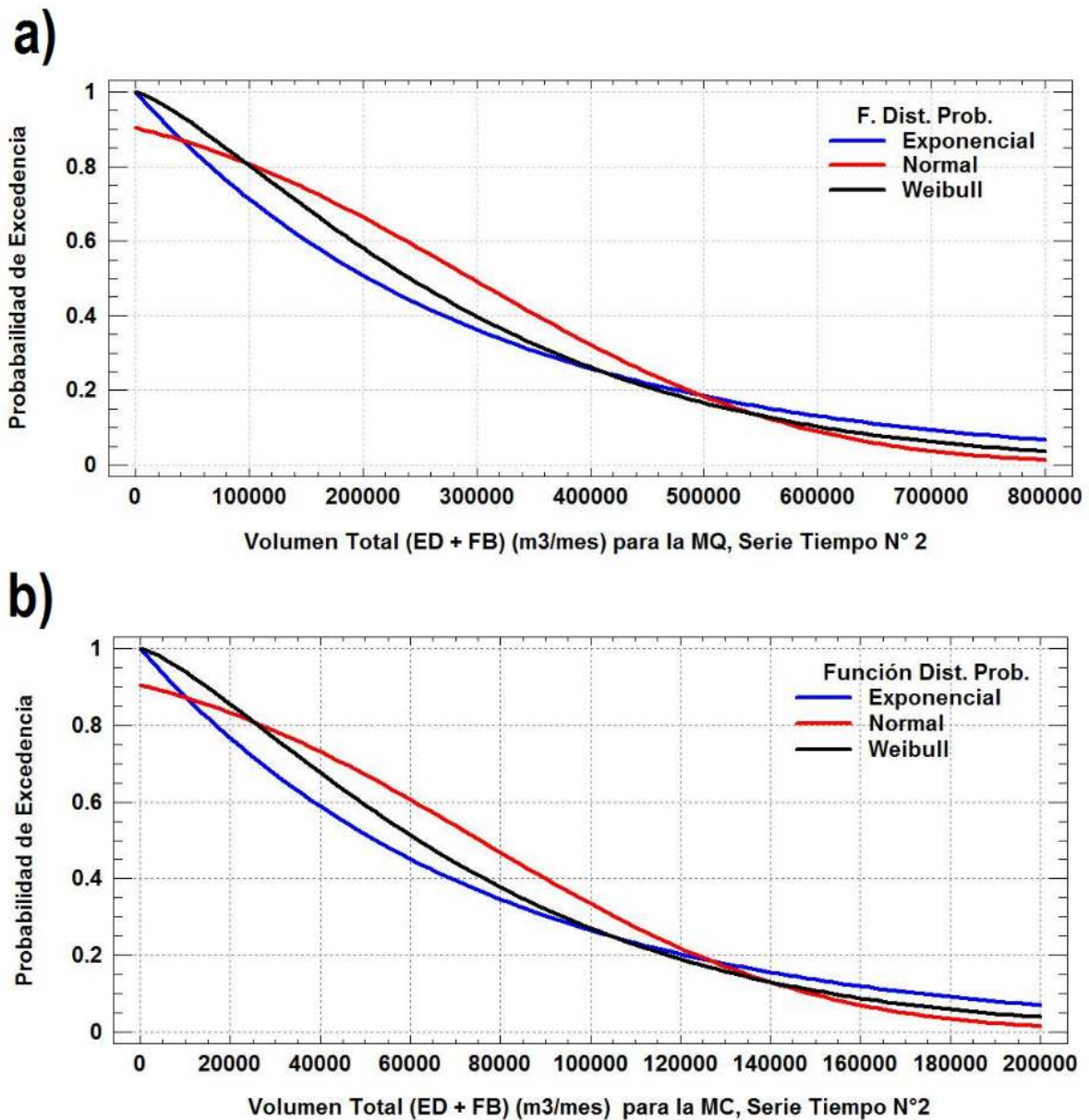


Figura 26: Probabilidad de excedencia del volumen total mensual (m^3/mes) en la serie de tiempo N°2 (2015-2018) obtenida mediante la superposición de la escorrentía directa y la escorrentía subterránea, así como la aplicación del método Kriging a) Quebrada Quintana (MQ) y b) Quebrada Cantilote (MC), Estado Carabobo.

Fuente: Elaboración propia (2025).

Conclusiones

1. Las características geomorfológicas y de la red hídrica de las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote fueron obtenidas a partir del procesamiento de un modelo de elevación digital de terreno con alta resolución espacial como uno de los productos del satélite ALOS PALSAR. Con respecto a la red hídrica, las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote dieron órdenes de corrientes medios a altos representando un drenaje predominante de aguas superficiales e influenciadas por un tipo de suelo con tendencia a ser impermeable. La mayor proporción del área de las microcuencas se encontró entre pendientes medias a bajas y en menor proporción pendientes pronunciadas, las cuales fueron encontradas hacia la divisoria de la cuenca. Las curvas hipsométricas de ambas microcuencas mostraron que cerca de un 80 % del área de la cuenca está experimentando cambios graduales de elevación del terreno, presentando forma cóncava que sugiere la ocurrencia de procesos antecedentes de erosión y transporte de sedimentos desde las zonas altas hacia las zonas bajas de las microcuencas. En ambas microcuencas, con una frecuencia mayor al 50 % se obtuvieron pendientes de terreno inferiores a 20 %, evidenciando la tendencia hacia la formación de planicies. Los cambios bruscos de pendientes de terreno pronunciadas a medias que ocurren entre la cuenca alta y media pueden ocasionar cambios de régimen supercrítico a subcrítico ocasionando remansos o potenciales inundaciones en la transición, dando lugar a potenciales eventos altamente erosivos de terreno y acumulación de sedimentos en la planicie.
2. El método de Kriging ordinario fue validado al comparar las predicciones espaciales de la precipitación y la evaporación para la serie de tiempo N°1 (1980-1999) con observaciones en el embalse Pao Cachinche recolectadas a través de una estación meteorológica controlada por la compañía Hidrológica del Centro (HIDROCENTRO) obteniendo un gradiente aproximado a la unidad en una relación lineal simple cuyo coeficiente de determinación dio alto a muy alto. En la primera serie de tiempo, los resultados dieron una autocorrelación de media a alta de 0.6 para un coeficiente de rezago entre 12 y 24 meses.

Así mismo, en la segunda serie de tiempo de datos que abarcó el período 2015-2018, el método Kriging Ordinario resultó estimar valores de precipitación y evapotranspiración en una alta aproximación a las observaciones en el embalse Pao Cachinche y las de otras estaciones del INAMEH en cuencas vecinas. En el caso específico de la evapotranspiración reportada por las estaciones INAMEH y la evaporación medida con tina en el embalse Pao Cachinche, la evaporación resultó mayor a la ET debido a la influencia de los flujos masa de vapor de agua emitidos desde el embalse Pao Cachinche al comparar con las mediciones en estaciones ubicadas en aeropuertos urbanos a partir de la cual se generó la base de datos INAMEH.

3. Tanto en la serie de tiempo N°1 como en la N°2, la precipitación, evaporación y evapotranspiración reprodujeron la tendencia-ciclo anual. La precipitación se mantuvo baja en las épocas secas (< 30 mm/mes) y se incrementó en aproximadamente 5 a 6 veces

del regular en la época seca ocurrido durante la estación lluviosa. La diferencia entre la evapotranspiración en época seca es de alrededor dos veces la ocurrida en época lluviosa.

4. A partir del procesamiento y análisis de 59 imágenes del satélite Landsat 8OLI en el periodo 2015-2018, fue posible estimar los usos y coberturas terrestres de las microcuencas de las Quebradas Quintana y Cantilote, encontrando en la primera una media mensual alrededor de 5-10 % para el uso agropecuario, 75-80 % para la cobertura vegetal y 20-25 % para el suelo degradado. Así mismo, para la microcuenca de la Quebrada Cantilote se encontró una proporción de cobertura vegetal de 75-80 % y suelo degradado de 20-25 %. El suelo de las microcuencas es inceptisol y la combinación de usos y coberturas, así como tipo de suelo arrojaron coeficientes de escurrimiento entre 80 y 90, cercanos a 100, considerando tierras cultivadas sin tratamiento, praderas y pastizales de condición mala y bosque ralos o de cobertura pobre, lo que produjo niveles de escurrimiento variando entre 50 y 85 % de la precipitación total para el época lluviosa.
5. La producción hídrica mensual estimada a través de un balance hídrico mensual superficial dio similar tanto en la serie de tiempo N° 1 para una diferencia (P-E) como en la serie de tiempo N°2 para una diferencia (PE-ET), la reducción por efecto de considerar las pérdidas por infiltración dio como resultado una relación PE/P variando entre 0.50 y 0.85 para la época lluviosa resultando un flujo superficial que varió entre 100,000 y 120,000 m^3 /mes para la microcuenca de la quebrada Quintana y 25,000 a 30,000 m^3 /mes, ambos para una probabilidad de excedencia del 80 %. Al considerar el incluir el componente de aporte de flujo subterráneo, el cual es hasta 100 veces menor al flujo superficial, el volumen aportado total es definido por el flujo superficial

Referencias

- Alaska Satellite Facility. (2021). *ALOS PALSAR*. ALOS PALSAR. <https://asf.alaska.edu/datasets/sar-data-sets/alos-palsar/alos-palsar-about/>
- Bear, J., y Cheng, A. (2010). *Modeling groundwater flow and contaminant transport (Vol. 23)*. Springer Science y Business Media.
- Chander, G., Markham, B., y Helder, D. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 893-903. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007>
- Farías, B., Márquez, A., Guevara, E., y Rey, D. (2018). Characterization spatio-temporal land use in watershed using geomatic techniques. *Revista Ingeniería UC*, 25(1), 19-30. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/v25n1/vol25n12018.pdf>
- Farías, B., Márquez, A., Guevara, E., y Rey, D. (2020). Geostatistical modeling of surface water balance (SWB) under variable soil moisture conditions in the Pao river basin, Venezuela. *Dyna*, 87(213), 192-201. <https://www.redalyc.org/journal/496/49664596026/49664596026.pdf>

- Gelfand, A., Diggle, P., Guttorp, P., y Fuentes, M. (2010). (Eds.). *Handbook of spatial statistics*. CRC Press.
- Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228, 113-129. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002216940000144X>
- Guevara, E., y Cartaya, H. (2004). *Hidrología ambiental (1ra ed.)* Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.
- Japan Aerospace Exploration Agency. (2008). *ALOS Data Users Handbook*. JAXA. https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/doc/fdata/ALOS_HB_RevC_EN.pdf
- Jet Propulsion Laboratory. (2021). *ASTER*. Jet Propulsion Laboratory. <https://asterweb.jpl.nasa.gov/>
- Lachassagne, P., Wyns, R., y Dewandel, B. (2011). The fracture permeability of hard rock aquifers is due neither to tectonics, nor to unloading, but to weathering processes. *Terra Nova*, 23(3), 145-161.
- Lambe, T., y Whitman, R. (1990). *Mecánica de suelos (Nueva edición)*. Limusa.
- Land Processes Distributed Active Archive Center (DAAC). (2011). *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation Model (GDEM) Version 2*. ALOS PALSAR. <https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv002/>
- López, N., Márquez, A., y Guevara, E. (2020). Change dynamics of land-use and land-cover for tropical wetland management. *Water Practice and Technology*. <https://doi.org/10.2166/wpt.2020.049>
- Maréchal, J., Wyns, R., Lachassagne, P., y Subrahmanyam, K. (2004). Vertical anisotropy of hydraulic conductivity in the fissured layer of hard-rock aquifers due to the geological structure of weathering profiles. *Journal of the Geological Society of India*, 63(5), 545-550.
- Márquez, A., Aponte, A., y González, O. (2015). *Validación de modelos de pronóstico de variables de operación del sistema de embalses del acueducto regional del centro* [Tesis de pregrado]. Universidad de Carabobo. <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/8451>
- Márquez, A., y Carrillo, V. (2015). *Vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero del municipio de San Diego, estado Carabobo* [Tesis de Maestría]. Universidad de Carabobo. <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/2420/1/vcarrillo.pdf>
- Márquez, A., Farías, B., y Guevara, E. (2020). Method for forecasting the flood risk in a tropical country. *Water Supply*. <https://doi.org/10.2166/ws.2020.129>
- Márquez, A., Guevara, E., y Rey, D. (2018a). Spatio-temporal forecasting model of water balance variables in the San Diego Aquifer, Venezuela. *Journal of Remote Sensing GIS y Technology*, 4(3). <https://matjournals.co.in/index.php/JORSGT/article/view/5397>
- Márquez, A., Guevara, E., y Rey, D. (2018b). Spatio-temporal geostatistical modeling of hydrogeochemical parameters in the San Diego Aquifer, Venezuela. *Journal of Remote Sensing GIS y Technology*, 4(3). <https://matjournals.co.in/index.php/JORSGT/article/view/5395>


- Márquez, A., Guevara, E., y Rey, D. (2019a). Hybrid model for forecasting of changes in land use and land cover using satellite techniques. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 12(1), 252-273. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8605374/>
- Márquez, A., Guevara, E., y Rey, D. (2019b). Soil and groundwater remediation proposal in an aquifer of Venezuela by hydrocarbon transport geostatistical modeling. *Journal of Remote Sensing GIS y Technology*, 5(1). <https://matjournals.co.in/index.php/JORSGT/article/view/5368>
- Márquez, A., y Padrón, M. (2011). *Evaluation of the operation of the Pao-Cachinche reservoir in the period 1983–2009* [Tesis de Maestría]. Universidad de Carabobo. <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/8459>
- Meza, E., y Vargas, E. (2007). *Propuesta de diseño de un sistema de comunicaciones alterno para la interconexión del sistema de radares meteorológicos a la sede del Inameh*. Universidad Central de Venezuela. <http://saber.ucv.ve/handle/10872/770>
- World Meteorological Organization. (2008). *Guide to hydrometeorological practices* (No. 168, 6th ed.) WMO. https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/waterGuidelines/Material/WMO_Guide_168_Vol_I_en_hydrological_practices.pdf

Crecimiento y mortalidad de una población de *Hippocampus reidi* en bahía de Turpialito

Growth and mortality of a population of *Hippocampus reidi* in
Turpialito bay

Antulio Prieto ¹

Mariela Cova ²

Roger Velásquez ³

Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela^{1,3}

Instituto Nacional de Tierras, Sucre, Venezuela²

antulioprieto31@gmail.com¹

marielacova@gmail.com²

roger.cieg@gmail.com³

Fecha de recepción: 02/10/2024

Fecha de aceptación: 17/02/2025

Pág: 101 – 113

Resumen

Los caballitos de la especie *Hippocampus reidi* son muy comunes en las áreas costeras del golfo de Cariaco. En la presente investigación se evaluaron algunos aspectos de la ecología poblacional de la especie en la localidad de Turpialito, golfo de Cariaco, desde enero del 2016 hasta diciembre del mismo año. La densidad promedio de la población osciló entre 0,005 y 0,003 ind/m². El análisis de la frecuencia de tallas mostró un fuerte sesgo hacia ejemplares con tallas entre 4 y 9 cm y muy pocos con más de 10 cm. La proporción de sexos es equilibrada sin diferencias significativas entre hembras y machos y con una alta proporción de individuos indiferenciados. La tasa de mortalidad natural de la población fue de 0,306/día, equivalente a una mortalidad anual de 26 %, mientras que la expectativa de vida de los individuos es más baja en las edades entre 6.5 y 7.5 semanas, aumentando en las edades superiores. Las raíces de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* fueron las más utilizadas por los caballitos para su fijación. Los parámetros de crecimiento según von Bertalanffy ajustados a datos previos de caballitos criados en cultivos y según la literatura se estimaron en $K = 0.0045/\text{día}$ y $L_{\infty} = 18.40 \text{ cm}$.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Palabras clave: caballitos de mar, crecimiento, *hippocampus reidi*, mortalidad, Turpialito.

Abstract

Horses of the species *Hippocampus reidi* are very common in the coastal areas of the Gulf of Cariaco. In the present investigation, some aspects of the population ecology of the species were evaluated in the town of Turpialito, Gulf of Cariaco, from January 2016 to December of the same year. The average population density ranged between 0.005 and 0.003 *ind/m*². The size frequency analysis showed a strong bias towards specimens with sizes between 4 and 9 cm and very few with sizes greater than 10 cm. The sex ratio is balanced with no significant differences between females and males and with a high proportion of undifferentiated individuals. The natural mortality rate of the population was 0.306/day, equivalent to an annual mortality of 26%, while the life expectancy of individuals is lowest at ages between 6.5 and 7.5 weeks, increasing at older ages. The roots of *Rhizophora mangle* and *Thalassia testudinum* were the most used by the horses for fixation. The growth parameters according to von Bertalanffy adjusted to previous data from horses raised in crops and according to the literature were estimated at $K = 0.0045/\text{day}$ and $L_{\infty} = 18.40$ cm.

Keywords: seahorses, growth, *hippocampus reidi*, mortality, Turpialito.

Introducción

En la familia *Syngnathidae*, se incluyen un grupo de peces que presentan una morfología muy peculiar por su forma tan carismática al cual pertenecen los dragones del mar, los caballitos marinos y los peces pipa (Lourie et al., 2004). Las características anatómicas representadas por la presencia de una bolsa abdominal en machos donde se realiza la gestación han llamado la atención de muchos investigadores en el área de la ecología reproductiva. Estos peces además por el papel que desempeñan como depredadores de pequeños organismos bentónicos y otros habitantes del fondo marino, son importantes en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas costeros. Al margen de estas consideraciones constituyen una importante fuente de ingresos para pescadores en muchos países que han ocasionado un marcado declive en la abundancia de los individuos en algunas poblaciones de signátidos n todo el mundo (Baum et al., 2003). Además de su captura incidental y/o directa, la pérdida del hábitat, enfermedades, especies invasoras, la baja fecundidad y el escaso rango de movimiento, han incrementado las amenazas a la supervivencia de estas especies de peces (Foster y Vincent, 2004).

No obstante, se sabe que en la actualidad estas especies están siendo sometidas a una gran presión por parte de los acuaristas que lo utilizan para la medicina tradicional, fines

religiosos y curiosidades (Rosa et al., 2002). A pesar de las fuertes amenazas a que están expuestas las poblaciones de estas especies, en algunos países se han incrementado programas de investigación para valorar la abundancia de algunas especies utilizando y creando técnicas para su reproducción en cautiverio con el fin de recuperar a las poblaciones (Gómez et al., 2021).

Por otro lado, hay escasez de investigaciones que permitan analizar el estado actual de sus poblaciones con el fin de tomar medidas para su protección, razón por la cual este aspecto ha sido muy poco conocido por lo que está incluida en la lista roja de especies de la fauna venezolana amenazadas de extinción (Rodríguez et al., 2015), en el Apéndice II de la Convención Internacional sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2020) y en la Lista Roja de especies amenazadas de la UICN (2022).

La presente investigación fue realizada con el objetivo de caracterizar la población del caballito de mar *Hippocampus reidi* en la bahía de Turpialito, analizando algunos aspectos de su ecología como son: proporción sexual, distribución de clases de tallas, supervivencia y su relación con el sustrato donde se establecen. Estos conocimientos servirán para conocer el estado actual de la población y crear estrategias de protección de la especie.

Métodos

Área de estudio

Esta investigación se realizó desde enero hasta diciembre del año 2016, en la bahía de Turpialito, golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela (Figura 1). La bahía de Turpialito está situada a 13 km al este de Cumaná, localizada dentro del Golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela (10°27'30"N; 64°02'40"W). Esta ensenada es un cuerpo de agua somero y está protegida del oleaje por la Península de Araya, caracterizada por cambios hidrológicos debido a la surgencia costera relativamente estacional que se produce en la región nororiental de Venezuela (Rueda y Muller, 2013).

La localidad es un área semiabierta con muy poca actividad náutica y un solo muelle para el amarre de embarcaciones que pertenecen a la estación de investigaciones del Instituto Oceanográfico de Venezuela (I.O.V). La zona geográfica se caracteriza por una falta de estacionalidad que solo evidencia una época de lluvia (junio a noviembre) y otra de sequía (diciembre a mayo) el área interna es areno-fangosa con invertebrados bentónicos que se asocian a una vegetación macrofita de *Thalassia tertudinum* y *Rhizophora mangle* que se encuentran muy desarrollada en el sector oriental de la estación.

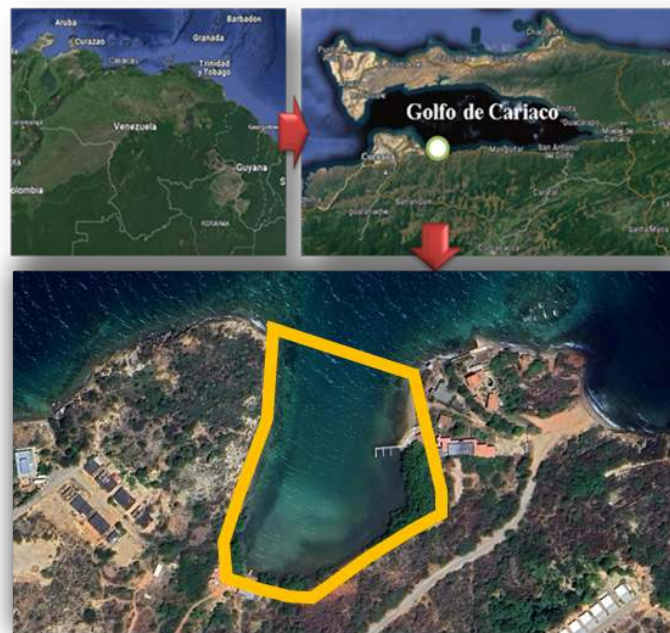


Figura 1: Ubicación geográfica de la bahía de Turpialito, estado Sucre, Venezuela.
Fuente: Elaboración propia (2025).

Metodología

Para esta investigación, en el área de estudio se fijaron 4 estaciones equidistantes entre sí y en cada una se estableció un transecto de 25 m de largo por 2 m de ancho para un área total de 200 m², como modificación de la metodología propuesta por Curtis et al. (2004). Los transectos se fijaron de acuerdo a las características del sustrato. Para la obtención de los caballitos de mar, se realizaron censos visuales perpendiculares a la línea costera entre 0,5 y 2 m entre las 7 am y las 12 m, mediante buceo en apnea. A todos los caballitos recolectados se les determinó *in situ*: la especie según Lourie et al. (2004), el sexo, gravidez o no del macho, con una regla graduada en cm, la longitud total (Lt), esta se midió desde el surco medio de la corona hasta el extremo final de la cola. Todos los individuos iguales o menores de 4 cm de Lt, se consideraron Indiferenciados. También se anotó si los caballitos estaban en parejas o solitarios y el sustrato en el cual se localizó. Para comparar las diferencias entre la proporción sexual total y entre meses esperada y la observada, se empleó la prueba X^2 , las diferencias estadísticas se consideraron con un nivel de significación del 95 % (Zar, 1999).

Densidad y distribución poblacional

La densidad de individuos por m² (*ind/m²*) para el área de 200 m, se obtuvo dividiendo el número de ejemplares entre el total del área muestreada. Los datos obtenidos de los caballitos

fueron utilizados para construir una tabla total y mensual de tallas con el objetivo de analizar la distribución de longitud y sexos de la población en el área. Además, se anotó el tipo de sustrato donde se encontró cada ejemplar.

Crecimiento

Los datos de crecimiento en talla se obtuvieron, extrayendo los incrementos en longitud de los caballitos emergentes a intervalos de 10 días hasta un tiempo de 98 días, producidos por un macho grávido de *H. reidi* colectado en Turpialito, golfo de Cariaco y procesado en la estación de la Fundación de Estudios Avanzados (IDEA), ubicada en Mochima (Gómez et al., 2021), en el cual todos los caballitos producidos por el macho grávido colectado fueron mantenidos en acuario y alimentados con Chaetoceros, Tetraselmis y Artemia franciscana hasta los 120 días finales. Estas tasas de crecimiento se analizaron utilizando la metodología propuesta por Crisp (1971) y construyendo el gráfico de Ford-Walford. Igualmente, los incrementos de longitud producidos en los diferentes intervalos de 10 días, permitieron ser utilizados para asignar las edades probables de los caballitos colectados en el área.

Análisis de la mortalidad

La mortalidad de la población (M), se analizó por los siguientes métodos:

- Estimando la mortalidad a partir de la curva de supervivencia, ajustando el logaritmo natural de la abundancia de cada clase de longitud de 2 cm como variable dependiente en relación a la edad en días por regresión lineal, utilizando el método de los mínimos cuadrados, de acuerdo a la ecuación $\log_{10} N = a + Mt$, donde **M** es la tasa instantánea de mortalidad y **a** el intercepto (Beverton y Holt, 1957).
- Se evaluó por clases de tallas con los números de los caballitos capturados y separados en clases de edades aproximadas de 10 días, señalados por Gómez et al. (2021) que permitieron construir una tabla de vida vertical. Debido a que el número de caballitos recolectados en el campo en las primeras edades no se obtuvieron, sus números fueron estimados, utilizando el porcentaje de mortalidad natural de 30 % señalado por Gómez et al. (2021) en el cultivo de caballitos emergentes en la estación de IDEA, procediendo luego a evaluar la mortalidad y expectativa de vida en cada clase de edad.

Resultados

Distribución y densidad poblacional de *Hippocampus reidi* en la bahía de Turpialito

Durante los muestreos realizados en el año 2016 en el área de Turpialito, se colectaron un total de 63 caballitos de mar, con un rango numérico mensual que varió entre 0 y 10 individuos. La mayor cantidad de caballitos se colectó en el mes de marzo con 10 ejemplares, seguidos de 8 en abril y junio, y no se colectaron individuos en mayo (Tabla 1). Se colectaron

21 hembras, 25 machos y 17 indiferenciados, equivalentes a 33.33 % hembras; 39.68 % machos y 26.98 % indiferenciados; no se detectaron diferencias significativas entre machos y hembras ($X^2 = 0.347$; $P < 0.001$). La mayor cantidad de caballitos se obtuvo en el mes de marzo con una densidad poblacional de $0.05 \pm 0.03 \text{ ind}/m^2$ y la menor en diciembre $0.01 \pm 0.002 \text{ ind}/m^2$ (Tabla 1).

La talla de los caballitos indiferenciados osciló entre 2.1 y 3.0 cm, con un promedio de 2.8 ± 0.11 cm, colectados en la mayoría de los meses a excepción de abril, julio y diciembre, siendo junio el mes en que se obtuvo la mayor cantidad (4 individuos). La longitud de las hembras osciló entre 5.1 y 7.8 cm, con un promedio de 6.7 ± 0.20 cm, siendo marzo el mes en que se colectaron la mayor cantidad (5 ejemplares) (Tabla 1). No se colectaron en agosto, octubre y noviembre. La longitud de los machos capturados osciló entre 6.1 y 12.4 cm (8.41 ± 0.11) y el número por mes osciló entre 5 ejemplares, obtenidos en marzo, 4 en la mayoría de los meses, 2 en julio; y no se colectaron en enero, febrero, septiembre y diciembre del 2016 (Tabla 1). Se detectaron diferencias significativas en la proporción de sexos en la mayoría de los meses, a excepción de marzo, abril, junio y julio, 2016 (Tabla 1).

Tabla 1: Datos poblacionales mensuales de *Hippocampus reidi* colectados en la bahía de Turpialito.

Meses 2016	Hembras			Machos			X^2	P	Indiferenciados			T
	n	Rango	\bar{x}	N	Rango	\bar{x}			n	Rango	\bar{x}	
Enero	4	5.1-5.5	5.3	-	-	-	16	<0.001	2	3.2-3.8	3.5	6
Febrero	2	6.1-6.5	6.3	-	-	-	8	>0.01	2	2.1-2.3	2.2	4
Marzo	3	6.2-6.4	6.3	5	6.4-12.4	9.30	0.50	<0.001	2	2.5-2.8	2.65	10
Abril	4	5.5-5.8	5.65	4	5.1-7.7	6.50	0	>0.001	0	-	-	8
Mayo	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-
Junio	2	5.3-5.7	5.5	2	7.6-7.9	7.75	0	>0.001	4	3.3-3.5	3.4	8
Julio	2	6.8-7.0	6.9	2	11.4-11.7	11.55	2	<0.001	0	-	-	4
Agosto	-	-	-	4	7.1-7.5	7.3	16	<0.001	2	3.6-3.9	3.75	6
Septiembre	2	7.1-7.4	7.25	-	-	-	8	>0.001	2	3.6-3.8	3.7	4
Octubre	-	-	-	4	6.5-8.3	7.10	16	<0.001	2	2.8-3.2	3.00	6
Noviembre	-	-	-	4	6.7-9.1	8.1	16	<0.001	1	3.0	3.00	5
Diciembre	2	6.3-6.5	6.5	0	-	-	8	<0.001	-	-	-	2
Número total de ejemplares												63

Nota: (n: números de individuos por sexos, r: rango de tallas, \bar{x} : promedio de rango, N: Total de individuos colectados por mes. X^2 = Prueba estadística entre hembras y machos. P = Probabilidad)

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se detectaron 7 individuos grávidos que representan el 28 % del total de machos, los cuales

se observaron en los meses de marzo, abril y octubre de 2016, que presentaron una longitud media de 9.95; sin embargo, el 91 % de los caballitos observados estaban solitarios. Durante los muestreos realizados en esta investigación debido a la escasa cantidad de organismos colectados mensualmente fue muy difícil detectar líneas de crecimiento, el caballito más grande midió 12.4 cm y fue colectado en marzo asociado a raíces sumergidas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

Los caballitos de *H. reidi*, utilizaron 3 sustratos de apoyo, los cuales fueron: raíces sumergidas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), la fanerógama *Thalassia testudinum* y corales de los géneros *Millepora alcicornis* y *Siderastrea siderea*; siendo el sustrato más utilizado las raíces sumergidas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (Tabla 2).

Tabla 2: Sustratos donde se capturaron ejemplares de *H. reidi* en el área de Turpialito.

Sustrato	N° de ejemplares avistados	Porcentajes (%)
Raíces de mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i>	43	68,25
<i>Thalassia testudinum</i>	11	17,46
Coral <i>Siderastrea siderea</i>	2	3,17
Coral <i>Millepora alcicornis</i>	7	11,11
Total	63	99,99

Fuente: Elaboración propia (2025).

Crecimiento en talla de *Hippocampus reidi* colectados en la bahía de Turpialito

Las tasas de crecimiento provenientes de caballitos emergentes producidos por un macho grávido colectado en Turpialito y cultivados hasta en un lapso de 98 días en las investigaciones realizadas por Gómez et al. (2021), se indican en la tabla 3, donde se observa que los mayores incrementos en longitud ocurrieron en los intervalos entre 80 y 100 días, y los más bajos al comienzo del crecimiento de los caballitos (0.0-20 días) (Tabla 3).

El análisis de los incrementos de talla, utilizando la aplicación del método de Crisp (1971) para construir gráfico de Ford-Walfor permitió obtener un resultado de $L_{\infty} = 11.49$ cm que está muy por debajo del rango de talla máxima reportada para la especie. Por esta razón, basado en las investigaciones de Mai y Velasco (2012) y Pastor et al. (2017) la longitud máxima de esta especie se asume que varía en un rango entre 17,0 y 19,0 cm y que la tasa de crecimiento K debe oscilar entre 0.004 y 0.015 en días. Estos valores se usaron en un programa para lograr el mayor ajuste con el análisis de superficie para ambos parámetros, obteniendo valores de $L_{\infty} = 18.40$ cm y $K = 0.0045/\text{día}$, que indican que la edad máxima probable de la especie es de 2.5 años. No se detectaron diferencias significativas entre las longitudes de crecimiento obtenidas en el cultivo de caballitos y la del modelo de crecimiento obtenido dentro del mismo rango de talla, ($X^2 = 7.9$; $P_0 = 0.20$) (Figura 2).

Tabla 3: Longitud promedio de los caballitos emergentes de *Hippocampus reidi* cada 10 días en los intervalos de tallas mantenidos durante 98 días en IDEA, Mochima.

Intervalos de días	Longitud promedio	Incremento en cm
0-10	0.8	
10-20	1.0	0.2
20-30	0.5	0.5
30-40	1.8	0.3
40-50	2.6	0.8
50-60	3.8	1.2
60-70	4.2	0.4
70-80	5.5	1.3
80-90	5.7	0.2
90-100	7.1	1.6
100-110	7.5	0.4

Fuente: Gómez et al. (2021).

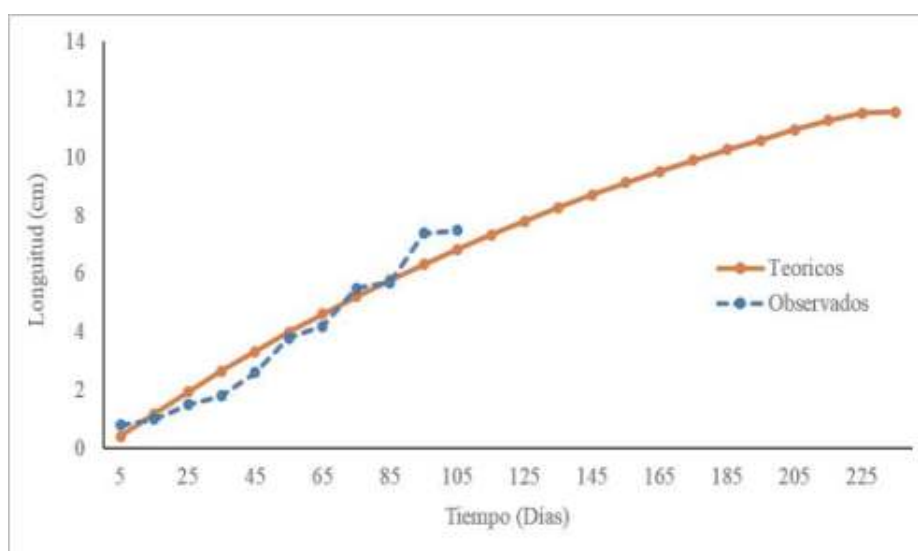


Figura 2: Curvas de crecimiento de *Hippocampus reidi* criados en laboratorio (Gómez et al., 2021), y teórica ajustada con valores de $L_{\infty} = 18.40$ cm y $K = 0.0045/\text{día}$.

Fuente: Elaboración propia (2025).

La mortalidad de la población estudiada por la curva de sobrevivencia fue de los caballitos capturados en la bahía de Turpialito y estimada por el método de la tabla de vida construida con los caballitos capturados por edad asignada, indican que la mayor tasa de mortalidad la presentan los individuos con 9.5 semanas de edad, mientras que las más bajas se observaron en las primeras edades y en los caballitos con 10.5 semanas ya adultos. La expectativa de vida fue relativamente alta en las primeras edades, disminuyendo bruscamente en las edades de 6.5

y 7.5 semanas para aumentar en las edades superiores (Tabla 4). Beverton y Holt se expresó por la ecuación $\log_{10}N = 3,596 - 0,306t$, $r^2 = 0,767$ lo cual indica que la mortalidad anual de la población alcanza al menos el 26 % de la población.

Tabla 4: Tabla de vida vertical por edades de la población de *Hippocampus reidi* en Turpialito, estado Sucre.

Edad (semanas)	N_x	l_x	d_x	L_x	T_x	$100q_x$	e_x
0.5	(114)	1.000	34	0.850	2.746	29.82	2.746
1.5	(80)	0.701	24	0.596	1.896	30.00	2.704
2.5	(56)	0.491	17	0.416	1.300	30.35	2.647
3.5	39	0.342	12	0.289	0.884	30.76	2.584
4.5	27	0.236	8	0.201	0.591	29.62	2.504
5.5	19	0.166	0	0.166	0.394	0.000	2.373
6.5	19	0.166	12	0.113	0.228	63.15	1.373
7.5	7	0.061	4	0.043	0.115	57.14	1.885
8.5	3	0.026	1	0.021	0.072	33.33	2.769
9.5	2	0.017	0	0.017	0.051	100.00	3.000
10.5	2	0.017	0	0.017	0.034	0.000	2.000

Datos: ((Edad; N_x = Número de individuos que entran a la edad; l_x = Proporción de supervivientes en la edad x ; d_x = Número de animales que mueren entre X y $X+0.5$; L_x = Probabilidad media de sobrevivir entre dos edades sucesivas; T_x = sumatoria de probabilidades $\sum_x L_x$ y e_x = Esperanza de vida por edad). Valores de N_x entre paréntesis se estimaron según la supervivencia de Gómez et al. (2021))

Fuente: Elaboración propia (2025).

Discusión

La densidad de *H. reidi* en Turpialito fue baja, pero es comparable a la reportada para la misma especie en las regiones central y occidental de Cuba (Pastor et al., 2017), sin embargo, la especie es muy abundante en las costas norte y sur de Brasil (Silveira, 2011), aun cuando en las costas orientales de Estados Unidos es la menos abundante en comparación con otras especies de *Hippocampus* (Bruckner et al., 2005). Las bajas densidades de *H. reidi* pueden atribuirse también a la amplia distribución vertical que alcanza hasta los 55 m de profundidad, soportando también amplios rangos de temperaturas y salinidades (Ramineli y Silveira, 2013).

La proporción sexual obtenida en esta especie sin diferencias significativas (1:1) coincide con lo reportado por Mai y Rosa (2009) y Ramineli (2012). La tendencia a un mayor tamaño de los machos observada en esta especie coincide con lo reportado por Osório (2008), así como Bell et al. (2003) en *H. capensis* y Anderson (2012) para *H. erectus*.

El total de machos grávidos identificados representó el 28 % del total de los examinados y fue más bajo que el reportado por Mai y Rosa (2009) y Mai y Velasco (2012) en la misma especie. De estos machos grávidos, 3 se localizaron en marzo y 3 en octubre, lo que podría ser indicador de la existencia de dos picos reproductivos en el área. En Brasil se reportó picos reproductivos para esta especie en los meses de junio y octubre (Silveira, 2005), mientras que Mai y Velasco (2012), lo señalaron en mayo y noviembre, indicando que las condiciones ambientales de cada área influyen considerablemente en la reproducción de la especie.

El alto número de caballitos solitarios (91 %) ha sido ya reportado para la especie (Mai y Rosa, 2009). El número de sustratos utilizados por *H. reidi* en Turpialito es más bajo que el que utiliza la especie en áreas del norte de Cuba, que además de las raíces sumergidas del mangle rojo, utiliza el mangle blanco, el alga parda *Sargassum* sp y varias especies de la macroalga del genero *Caulerpa*. Se ha sugerido que además de las especies de mangle, la disponibilidad de otros hábitats influye en la abundancia y distribución de *H. reidi*, en especial el uso de Briozoos y macroalgas que aumentan en áreas de bajas profundidad la abundancia de sitios de anclajes para los caballitos.

Lourie et al. (1999) reporta 17,5 cm la longitud máxima de *H. reidi*, sin embargo, Pastor et al. (2017) encontraron hembras y machos con tallas mayores de 18 cm en costas cubanas indicando que la talla en diferentes áreas puede estar relacionada con la abundancia del alimento en zonas estuarinas, en la cual la entrada de nutrientes eleva la productividad biológica de la zona (Ortiz et al., 2018). Turpialito es un área cerrada con escaso aporte de nutrientes aluviales y pocas estructuras artificiales de anclajes que permitan la fijación de algas e invertebrados sésiles, que puedan ser utilizadas por los caballitos. Los parámetros de crecimiento de *H. reidi* no están muy alejados a los reportados por Lourie et al. (1999) y Mai y Velasco (2012), indicando que la especie presenta una longevidad superior a los 2 años.

Las irregularidades en las tasas de crecimiento de los caballitos cultivados en la estación de IDEA, Mochima, desde su nacimiento hasta los 98 días, en los cuales ocurrieron cambios importantes en los 25 días y a los 67 días, originando 3 grupos de tallas diferentes, probablemente se debe a cambios metabólicos ocurridos por el cambio de vida pelágica a bentónica y el gasto de energía debido a la maduración sexual (Gómez et al., 2021). En otras especies de *Hippocampus* se han reportado también estas dos variaciones en la madurez sexual, pero en diferentes tiempos (Cividanes y Joyeux, 2009). Es importante señalar que estos cambios metabólicos que ocurren están íntimamente relacionados con los cambios en los complicados patrones morfológicos que presentan estos peces.

La escasa cantidad de caballitos de mar mayores de 11.0 cm puede estar relacionada con la tendencia de los caballitos pequeños de estar en aguas someras que los grandes (Dauwe, 1993), no obstante, también pudiera deberse a la predación, pues *Hippocampus reidi*, es la especie más manejada en acuarios y una de las más buscadas en el mercado internacional.

Conclusiones

La abundancia poblacional de *H. reidi* en la zona de Turpialito fue baja, oscilando entre 0,005 y 0,003 *ind/m*² y puede estar relacionado con la escasa profundidad en que se realizaron los muestreos, escasas de vegetación y estructuras artificiales de fijación y la alta mortalidad de la especie en el área. La estructura de frecuencia de tallas de la población muestra un fuerte sesgo de ejemplares hacia las tallas entre 4 y 9 cm, y muy pocos superan los 11 cm. La proporción sexual fue equilibrada sin diferencias significativas y con una alta cantidad de caballitos indiferenciados. Los sustratos de raíces de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* constituyeron los más utilizados para la fijación de caballitos en la bahía de Turpialito. Se propone un modelo que ajuste el crecimiento de caballitos cultivados según la literatura.

Referencias

- Anderson, P. (2012). Sexual Dimorphism in Morphometry and Allometry of the adult Lined Seahorse, *Hippocampus erectus* Published By: The American Society of Ichthyologists and Herpetologists. *Copeia*, (3), 389-393. <https://doi.org/10.1643/CG-11-003>
- Baum, J., Meeuwig, J., y Vincent, A. (2003). Bycatch of lined seahorses (*Hippocampus erectus*) in a Gulf of Mexico shrimp trawl fishery. *Fishery Bulletin*, 101(4).
- Bell, E., Lockyear, J., McPherson, A., Marsden, D., y Vincent, A. (2003). The first field studies of an endangered South African seahorse, *Hippocampus capensis*. *Environmental Biology of Fishes*, 67, 35-46.
- Beverton, R., y Holt, S. (1957). *On the dynamics of exploited sh populations*. Fish. Invest. Ministry of Agriculture, Fisheries; Food, London.
- Bruckner, A., Field, J., y Daves, N. (2005). *The Proceedings of the International Workshop on CITES Implementation for Seahorse Conservation Conservation and Trade*. NOAA Technical Memorandum.
- CITES. (2020). *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres*. CITES. www.cites.org/common/com/AC/20
- Cividanes, M., y Joyeux, J. (2009). Closing the reproductive cycle: Growth of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei, Syngnathidae) from birth to adulthood under experimental conditions. *Aquaculture*, 292, 37-41.
- Crisp, D. (1971). Energy ow Measurement. En IBP (Ed.), *Method for the study of Marine Benthos*. Cap.12. N.A. Holme and A.D. Mc Intere (pp. 197-280). Hanbook. Nro.16. <https://doi.org/Hanbook.Nro.16>.
- Curtis, J., Moreau, M., Marsden, D., Bell, E., Martin, K., Samoilys, M., y Vincent, A. (2004). *Underwater visual census for seahorse population assessments*. Project Seahorse, University of British Columbia, Vancouver.
- Dauwe, B. (1993). *Ecology of the seahorse Hippocampus reidi on the Bonaire coral reef (N.A.): habitat, reproduction and community interaction* [M.S. thesis]. Rijks universiteit, Groningen, Netherlands.


- Foster, S., y Vincent, A. (2004). Life history and ecology of seahorses: Implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology*, 65(1). <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2004.00429.x>
- Gómez, B., Alfonsi, C., Romero, L., y Pérez, J. (2021). Contribución al conocimiento del crecimiento y supervivencia del caballito de mar *Hippocampus reidi* (syngnathiformes) del golfo de Cariaco, estado Sucre, Venezuela en condiciones de laboratorio. *Bol. Inst. Oceanog. Venez.*, 60(01), 69-76. <https://www.researchgate.net/publication/361177391>
- Lourie, S., Foster, E., y Vincent, A. (2004). *A Guide to the identification of seahorses*. Project Seahorse, TRAFFIC North America, University of British Columbia y World Wildlife Fund, Washington D.C. https://static1.squarespace.com/static/55930a68e4b08369d02136a7/t/560323e2e4b0d28c82499865/1443046370329/Seahorse_ID_Guide_2004.pdf
- Lourie, S., Vincent, A., y Hall, H. (1999). *Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation*. Project Seahorse.
- Mai, A., y Rosa, I. (2009). Ecological aspects of the seahorse *Hippocampus reidi* in the Camurupim/Cardoso estuary, Piauí State, Brazil, as subsidies for the implementation of an Environmental Protection Area. *Biota Neotropica*, 9, 1-7.
- Mai, A., y Velasco, V. (2012). Population dynamics and reproduction of wild longsnout seahorse *Hippocampus reidi*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 92(2), 421-427. <https://doi.org/10.1017/S0025315411001494>
- Ortiz, I., Rangel, C., y Pacheco, D. (2018). Efecto del enriquecimiento del alimento en la supervivencia de alevines de *Hippocampus ingens* Girard, 1858 bajo condiciones semicontroladas. *Cicimar Oceanides*, 33(1), 25-32.
- Osório, F. (2008). *Estudo populacional do cavalo-marinho Hippocampus reidi Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae) em dois estuários cearenses* [Dissertação de Mestrado Unpublished]. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Pastor, L., De la Nuez, D., Corrada, R., Piloto, Y., y Pérez, A. (2017). Caracterización de las poblaciones de caballitos de mar en diferentes zonas de la costa norte de las regiones occidental y central de Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 9(1), 23-39.
- Ramineli, S. (2012). *Aquí não tem, não: uma pesquisa socioambiental para a conservação de cavalos-marinhos (Syngnathidae: Hippocampus) em Paraty/RJ* [Dissertação de Mestrado Unpublished]. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil.
- Ramineli, S., y Silveira, R. (2013). A população de cavalos-marinhos (*Hippocampus reidi*) no costão rochoso da praia do cruzeiro, saco do Mamanguá, paraty/rj. *XI Congresso de Ecologia do Brasil, Setembro, Porto Seguro – BA*.
- Rodríguez, J., García, A., y Rojas, F. (2015). *Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Cuarta ed.* Provita y Fundación Empresas Polar.
- Rosa, I., Dias, T., y Baum, J. (2002). Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). *Environ. Bio. Fish.*, 64, 378. <https://doi.org/10.1023/A:1016152528847>

- Rueda, D., y Muller, F. (2013). The Southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep-Sea Research I*, 78, 102-14.
- Silveira, R. (2005). *Dinámica populacional do cavalo-marinho Hippocampus reidi no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, Pernambuco, Brasil*. Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul Faculdade, Porto Alegre, Brasil.
- Silveira, R. (2011). Registros de cavalos-marinhos (Syngnathidae: Hippocampus) ao longo da costa Brasileira. *Oecologia Australis*, 15(2), 316-325. <https://doi.org/10.4257/oeco.2011.1502.09>
- UICN. (2022). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN*. UICN. <https://www.iucnredlist.org/>
- Zar, J. (1999). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall Inc.

Suplementación nutricional en pacientes con sarcopenia, tratamiento y prevención: Una revisión sistemática

Nutritional supplementation in patients with sarcopenia, treatment and prevention: A systematic review

José Vargas ¹

Nizza Salas ²

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela¹

Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista, Mérida, Venezuela²

joseangelvargas.ula@gmail.com¹

nizzasalas@gmail.com²

Fecha de recepción: 13/09/2024

Fecha de aceptación: 14/04/2025

Pág: 114 – 129

Resumen

Este artículo se propone sistematizar la evidencia científica sobre la suplementación nutricional en pacientes con sarcopenia, tratamiento y prevención. Se realizó la búsqueda exhaustiva en las siguientes fuentes de información “Medline” (vía “PubMed”), a través de Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y “SciELO”. Se encontraron 26 artículos, que describen el uso de diferentes suplementos donde se evidencia un beneficio para el tratamiento y prevención de la sarcopenia en diferentes grupos poblacionales. De acuerdo a la evidencia estudiada se confirma que la nutrición y la suplementación desempeñan un papel importante tanto en la prevención como en el tratamiento de la sarcopenia. Una de las intervenciones más efectivas para tratar la sarcopenia o disminuir su empeoramiento con el tiempo se basan actualmente en la administración de algunos suplementos nutricionales como proteína de suero, vitamina D, ácidos grasos omega 3, β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB), creatina y leucina son algunos de los suplementos que mayor evidencia científica muestran.

Palabras clave: prevención, sarcopenia, suplementación, suplementos, tratamiento.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

This article aims to systematize the scientific evidence on nutritional supplementation in patients with sarcopenia, treatment and prevention. An exhaustive search was carried out in the following sources of information “Medline” (via “PubMed”), through the Virtual Health Library (VHL) and “SciELO”. 26 articles were found, which describe the use of different supplements where there is evidence of a benefit for the treatment and prevention of sarcopenia in different population groups. According to the evidence studied, it is confirmed that nutrition and supplementation play an important role in both the prevention and treatment of sarcopenia. One of the most effective interventions to treat sarcopenia or reduce its worsening over time is currently based on the administration of some nutritional supplements such as whey protein, vitamin D, omega 3 fatty acids, β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB), creatine and leucine are some of the supplements that show the greatest scientific evidence.

Keywords: supplementation, sarcopenia, supplements, prevention, treatment.

Introducción

La masa muscular y la función son esenciales para una adecuada salud y calidad de vida. Varias condiciones pueden dar como resultado la pérdida de músculo y su calidad y función, incluyendo sarcopenia, caquexia y atrofia muscular por desuso (Bird et al., 2021).

Su descripción data del año 1931, fecha en que MacDonald Critchley, describió una relación inversa entre la masa muscular y la edad, caracterizada por una pérdida gradual, marcada y generalizada de masa muscular esquelética, vinculada al envejecimiento, disminuyendo la fuerza y la agilidad, generando a su vez discapacidad física que debilita su calidad de vida y aumenta los niveles de mortalidad. Posteriormente, a finales de la década de los 70, Nathan Shock describe un deterioro fisiológico progresivo que se generaba en las funciones corporales con el paso de los años, siendo significativa la pérdida de masa muscular (Chuchirira et al., 2019).

Fue en el año 1989, cuando se emplea el término sarcopenia, propuesto por Irwin Rosenberg en 1989 para indicar la pérdida de masa muscular relacionada con la edad y posteriormente, varios grupos de expertos como el Grupo de Trabajo Internacional sobre Sarcopenia (IWGS) y el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP) ampliaron la definición con función muscular (fuerza muscular o rendimiento físico). En Enero de 2019 EWGSOP2 definió las etapas conceptuales de la sarcopenia, las cuales son: presarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa. Para cumplir con los criterios de sarcopenia, se requería baja

masa muscular junto con baja fuerza muscular o bajo rendimiento físico (Dupont et al., 2019). Este término sarcopenia se deriva del griego “sarx”, que significa carne y “penia”, que significa pérdida (Uchitomi et al., 2020). “Es un trastorno del músculo esquelético generalizado y progresivo, caracterizado por una disminución de la fuerza y la masa muscular” (Cereda et al., 2022).

La sarcopenia se asocia con una mayor probabilidad de complicaciones, como: caídas, fracturas, discapacidad física y mortalidad (Bird et al., 2021). La misma, se clasifica en primaria, secundaria, aguda y crónica. La sarcopenia primaria, se relaciona con la edad y envejecimiento, por su parte, la secundaria ocurre debido a una enfermedad sistémica principalmente enfermedades que involucren procesos inflamatorios, así como también, otras causas pueden ser ingesta inadecuada, anorexia y malabsorción (Rojas et al., 2019). La inactividad por reposo prolongado en cama, un estilo de vida sedentario, provoca una rápida disminución de la masa y la calidad muscular, y una pérdida de la función muscular. Las enfermedades asociadas a la sarcopenia tienen un fuerte componente inflamatorio e incluyen el cáncer y su tratamiento, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la insuficiencia cardíaca y la diabetes mellitus tipo 2 (Bird et al., 2021).

Los pacientes con sarcopenia causan costos de atención médica significativamente más altos relacionados con estadías hospitalarias más prolongadas. Los eventos como caídas son más probables en pacientes con sarcopenia, que con frecuencia también tienen disfunciones del sistema inmunitario y, por lo tanto, tienen un mayor riesgo de infección, especialmente después de una cirugía, es por esta razón que la sarcopenia aumenta el gasto sanitario en diferentes entornos de atención en salud (Bird et al., 2021). Actualmente se conoce el papel de suplementos nutricionales orales como proteínas, aminoácidos esenciales (AAE), leucina, β -hidroxi β -metilbutirato, creatina, vitamina D y ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (n-3 PUFA) los cuales, son de particular interés por sus efectos demostrados sobre la salud del músculo esquelético. Por lo tanto, la ingesta inadecuada de estos y los demás nutrientes antes mencionados, podría conducir a varias condiciones perjudiciales como sarcopenia, fragilidad, pérdida de movilidad y función física, morbilidad y mortalidad (Tessier y Chevalier, 2018). Es por esta razón, que se debe tomar conciencia sobre la sarcopenia y los riesgos que la acompañan, para instar a la detección y el tratamiento tempranos de esta enfermedad.

Esta revisión sistemática, tiene como finalidad, examinar la evidencia reciente sobre las asociaciones y el papel de estos nutrientes en el tratamiento y prevención de la sarcopenia en diferentes poblaciones de pacientes y entornos clínicos para determinar si existe evidencia suficiente para recomendar la prescripción para el tratamiento de la sarcopenia o su prevención en pacientes de alto riesgo. Una terapia eficaz para pacientes con sarcopenia y debe ofrecerse como tratamiento de primera línea, no solo para mejorar los resultados clínicos sino también para reducir los costos de recursos sanitarios.

Método

Se realizó una búsqueda de evidencia científica en línea entre el mes de marzo de 2023, las siguientes fuentes de información en línea consultadas fueron: MEDLINE/PubMed de la Biblioteca Nacional de Medicina, SciELO y Biblioteca Virtual de la Salud (BVS), en busca de artículos de investigación que informaran sobre ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis potencialmente relevantes. Para la búsqueda se utilizaron los siguientes descriptores en inglés: “sarcopenia”, “supplementation”, “prevención”, “tratamiento”. Estos fueron combinados empleando el operador lógico “AND”. Se seleccionaron artículos que cumplieran los siguientes criterios:

- Tipo de estudios: metaanálisis, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos donde se evidencie la suplementación de diferentes nutrientes en la sarcopenia en diferentes poblaciones de pacientes y entornos clínicos.
- Artículos publicados entre el periodo de 2018 y 2023.
- Publicaciones en idioma inglés, portugués y español.
- Para la delimitación del tema se excluyeron aquellos estudios que no cumplieran con los criterios de inclusión establecidos previamente.

Los estudios que según su título y resumen presentaron relación con el tema fueron analizados de forma independiente por los investigadores obteniendo información de manera práctica englobando aspectos como: objetivo del estudio y metodología.

Resultados

Mediante la búsqueda electrónica se encontraron 242 posibles artículos, de los cuales 216 fueron excluidos debido a que no cumplían con los criterios de inclusión o estaban duplicados, estableciendo así un total de 26 artículos según la relación de su título con el objetivo de la investigación.

Proteína de suero

La ingesta inadecuada de proteínas en la dieta se reconoce generalmente como un factor etiológico que contribuye a la sarcopenia (Tessier y Chevalier, 2018). La proteína dietética aporta los aminoácidos necesarios para la síntesis de proteína muscular, además de actuar como estímulo anabólico, con efectos directos sobre la síntesis proteica. Existen suficiente evidencia observacional que vincula la baja ingesta de proteínas con la pérdida de masa muscular y fuerza en la vejez (Robinson et al., 2018). La proteína de suero ha demostrado ser una valiosa fuente de proteína que resulta en una mayor estimulación anabólica debido a una digestión más rápida y un mayor contenido de aminoácidos esenciales en comparación con

otras fuentes de proteína. Entre los aminoácidos esenciales, la leucina ha demostrado ser un modulador potente e independiente del recambio de proteínas, particularmente del anabolismo de proteínas (Cereda et al., 2022).

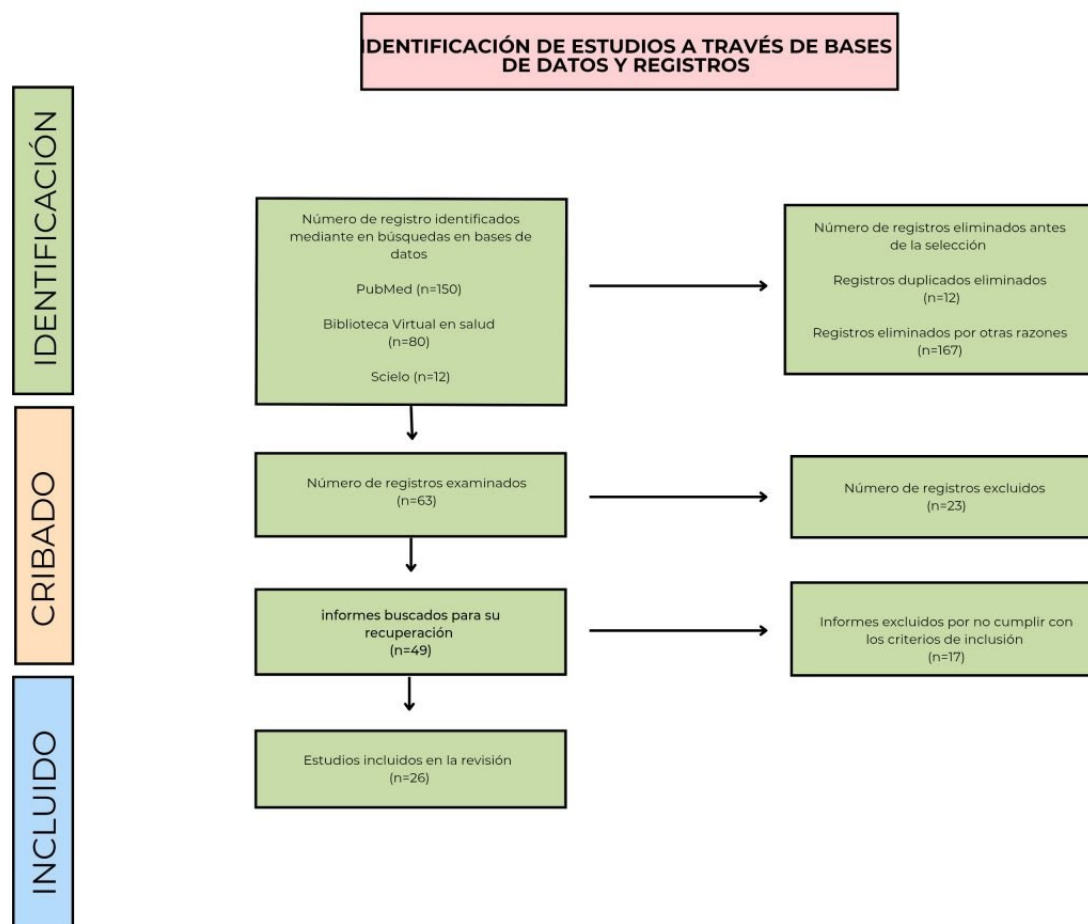


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA de inclusión de estudios.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Aumentar la proporción de leucina en una mezcla de aminoácidos esenciales puede mejorar la respuesta anabólica muscular en el adulto mayor, a través de vías intracelulares de síntesis proteica muscular y mecanismos independientes de la insulina, la dosis umbral de la leucina para la estimulación de la síntesis de proteína muscular en adultos mayores parece ser aproximadamente de 3 g, que corresponde a 25-30 g de una proteína de alta calidad. A partir de estas reseñas, se puede deducir que cualquier comida que contenga menos de la dosis de aminoácidos esenciales como la leucina sería menos anabólica para el músculo esquelético en los adultos mayores. Los aminoácidos esenciales estimulan el anabolismo

proteico muscular en el adulto mayor, pero se desconoce si todos los aminoácidos son necesarios para evitar o reducir la sarcopenia, y afirman que el papel de los suplementos de proteína para reducir o evitar la sarcopenia en el envejecimiento es algo debatible (Rubio y Gracia, 2019).

Este estudio muestra la prueba de principio de que la suplementación nutricional específica por sí sola podría beneficiar a los pacientes geriátricos. En consecuencia, se cree que el uso de suplementos de proteína de suero, leucina y vitamina D combinado con ejercicio físico, puede ayudar a preservar la masa muscular y aumentar su bienestar (Rubio y Gracia, 2019). Catarina et al. (2021) se muestra que cantidades aproximadas de proteína de suero (20 g) y aminoácidos esenciales que contienen leucina (4 g) junto con 800 UI de vitamina D mostraron resultados prometedores en la estimulación de la síntesis de proteínas y también en preservación muscular de los ancianos. También se han reportado efectos favorables sobre la fuerza y función muscular, así como sobre la atenuación de parámetros inflamatorios.

Recientemente, se hizo un intento de definir la dosis de proteína, relativa a la masa corporal, requerida por comida en individuos jóvenes y ancianos. Brevemente, se analizaron los datos de la literatura ya publicada que investigan los efectos de la proteína dosis-respuesta en el músculo en individuos jóvenes y ancianos. El hallazgo de este estudio confirmó diferentes necesidades de dosis de proteína en individuos jóvenes y ancianos, que debe corresponderse con el peso, la edad, la actividad física estado nutricional del individuo, por lo que la síntesis se estimuló al máximo con 0,24 g de proteína por kg por comida en individuos jóvenes y 0,40 g de proteína por kg por comida en ancianos (Gonçalves, 2021).

Vitamina D

La vitamina D es una vitamina liposoluble, es una hormona suministrada por la síntesis cutánea con la exposición a la luz solar (90 %) y la ingesta dietética (10 %). El precursor de la vitamina D es el 7- dehidrocolesterol (pro-vitamina D3), que es sintetizado por el hígado a partir del colesterol, y se convierte en la piel primero en pro-vitamina D3, luego en colecalciferol (vitamina D3) por energía solar bajo la acción de los rayos ultravioleta (Remelli et al., 2019). La vitamina D es un nutriente clave en la salud musculo esquelética. En adultos, la deficiencia de vitamina D se asocia con enfermedades óseas, como osteomalacia, osteopenia y osteoporosis, y aumenta el riesgo de fracturas (Tessier y Chevalier, 2018).

La vitamina D tiene múltiples efectos genómicos y no genómicos en el músculo (es decir, regulación de la expresión genómica del ciclo celular, diferenciación de las células musculares y protección contra la replicación de la senescencia. Un número relevante de estudios epidemiológicos ha sugerido el papel potencial de la vitamina D para mantener o mejorar la fuerza y la función muscular, el rendimiento físico y preservar la independencia en las personas mayores. Además, se ha demostrado que tienen una acción sinérgica con la leucina en la potenciación del anabolismo proteico, con un beneficio potencial sobre la función

muscular, particularmente en la edad avanzada, en presencia de niveles séricos insuficientes y en combinación con la actividad física (Cereda et al., 2022). Muchos estudios prospectivos han examinado el papel de la vitamina D en la fuerza muscular y el rendimiento físico en adultos mayores, aunque difieren en las características de los participantes y el tipo de evaluación de la fuerza muscular. Varios estudios han demostrado, al igual que en las personas mayores, que los niveles séricos de vitamina D se relacionan de forma independiente con la pérdida de masa muscular y la disminución de la fuerza muscular, más en hombres que en mujeres, lo que sugiere que las personas mayores con deficiencia de vitamina D están extremadamente expuestas a desarrollar sarcopenia (Remelli et al., 2019).

Así mismo, recientemente se ha demostrado que la deficiencia o insuficiencia de vitamina D se correlaciona positivamente con el riesgo de varias enfermedades, incluidas la sarcopenia, las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y el cáncer (Uchitomi et al., 2020). Se ha demostrado que existe una correlación positiva entre la concentración sérica de 25(OH) D y la función muscular. Las concentraciones séricas de 25(OH)D <30 ng/mL (75 nM) y <20 ng/mL (50 nM) son indicativas de insuficiencia y deficiencia de vitamina D, respectivamente. La evidencia reciente indicó que la vitamina D también puede estimular la síntesis de proteínas a través de la señalización del complejo 1 del objetivo de la rapamicina en mamíferos (mTORC1) e inducir la hipertrofia del músculo esquelético (Uchitomi et al., 2020).

Las cantidades recomendadas son: 15 μ g/día (600 UI) para personas menores de 70 años; 20 μ g/día (800 UI) para mayores de 71 años, éstos últimos suelen necesitar más dosis debido a la disminución de la capacidad de la piel para sintetizarla a partir del sol, aunque se puede considerar un nivel mínimo de 30 μ g/día como adecuado para prevenir la sarcopenia. Según la Fundación Internacional de Osteoporosis, se requiere una ingesta dietética de vitamina D de 20 a 25 μ g/día (800 a 1000 UI/día) para prevenir caídas y fracturas óseas en mujeres de edad avanzada (Uchitomi et al., 2020). Caso contrario ocurre en la revisión sistemática y metaanálisis de (Prokopidis et al., 2022) en donde no se reveló ningún efecto de la suplementación con vitamina D como monoterapia sobre la masa muscular o la fuerza.

Leucina

La L-leucina es un aminoácido alifático no polar esencial de cadena ramificada, que activa el transductor de la actividad 1 de la proteína de unión al elemento de respuesta cAMP regulada (TORC1) en el músculo esquelético humano. La activación de TORC1 contribuye al estímulo inicial de la síntesis de proteínas musculares, aumentando la disponibilidad de aminoácidos a través de la traducción (Guo et al., 2022). Algunos estudios observacionales y ensayos controlados aleatorios (ECA) han informado asociaciones entre la leucina y la masa muscular, las propiedades musculares y las funciones musculares. Los estudios sugirieron que la suplementación con L-leucina podía mejorar la síntesis de proteínas musculares en los ancianos (Guo et al., 2022).

Por su parte mencionan Tessier y Chevalier (2018) que muy pocos estudios de cohortes han asociado la ingesta de leucina en la dieta con la masa muscular. Dado que la leucina se encuentra de forma ubicua en todas las proteínas, aunque en las proteínas animales más que en las vegetales, es prácticamente imposible disociar su ingesta de la ingesta total de proteínas de los alimentos. Por lo tanto, la mayor parte de la evidencia sobre el efecto de la leucina proviene de estudios de suplementos de muy corta duración.

Martínez et al. (2020) concluye en su revisión que la suplementación con leucina tiene efectos pequeños pero significativos sobre el índice de masa muscular, no por mejorar esos parámetros en aquellos individuos suplementados con leucina, sino porque en el grupo placebo hubo una disminución en este parámetro de sarcopenia. Estos resultados podrían significar que la suplementación con leucina ayudó a mantener la masa muscular magra durante períodos de tiempo más prolongados. Finalmente, intervenciones en hospitales, que incluyeron ejercicios de fuerza más suplementos nutricionales que incluyen aminoácidos de cadena ramificada, vitamina D, proteína de suero y leche enriquecida con hidroximetilbutirato (HMB), aumentar significativamente la función física, la masa muscular y la fuerza en estos pacientes (Chen et al., 2020). En estudios realizados en Asia se demostró la potencia de la leucina de Gonçalves (2021) cuando las personas consumieron una dosis más baja de proteína (6 g), que previamente demostró ser menos efectiva en la estimulación muscular, sin embargo, con la adición de leucina, esto condujo efectivamente a la misma respuesta en el tejido muscular que con una mayor dosis de proteína (25 g) en individuos jóvenes.

Asimismo, después de un ejercicio de sesión, la adición de leucina a una bebida de proteínas y carbohidratos mejoró la síntesis muscular de una manera más significativa que la bebida de proteínas y carbohidratos sola. Estos hallazgos indican que las proteínas con un mayor contenido de leucina serían más efectivas que aquellas con un menor contenido de leucina para el tejido muscular. Esto puede ser particularmente cierto en pacientes de edad avanzada, en quienes parece haber una sensibilidad reducida a la leucina.

Finalmente, Rubio y Gracia (2019) confirma que hay evidencia razonable de que un suplemento de aminoácidos esenciales enriquecido con leucina puede mejorar los resultados en personas mayores frágiles con sarcopenia, dependiendo del aporte de proteínas y su calidad. La evidencia disponible sugiere que la adición de ejercicio también ralentiza la trayectoria descendente de la fragilidad.

Creatina

La creatina (Cr) (N -aminoiminometil- N -metil glicina) es un compuesto que ocurre espontáneamente en la naturaleza. La creatina desempeña una importante función energética y anticatabólica al aumentar los niveles de fosfocreatina (PCr) y permitir una rápida

regeneración de ATP después de una explosión de utilización de ATP en los tejidos humanos, que requieren continuamente un reemplazo de las reservas de creatina (Casciola et al., 2023). Alternativamente, la creatina se puede consumir de forma exógena a partir de la carne y productos fabricados comercialmente. La gran mayoría (95 %) de la creatina reside en el músculo esquelético, y aproximadamente el 66 % se almacena como fosfocreatina (PCr). Se estima que el 2 % de las reservas endógenas de creatina se degradan diariamente a creatinina, un subproducto metabólico del metabolismo de la creatina (Candow et al., 2021).

El efecto beneficioso de la creatina aumenta la reserva y la capacidad de energía anaeróbica al disminuir el catabolismo de proteínas y aumentar la masa muscular y el rendimiento físico. Si bien estos conocidos efectos positivos de creatina benefician a los atletas, la creatina también podría tener una aplicación clínica y terapéutica en enfermedades humanas. Durante la última década, se ha investigado la evidencia sobre el papel de la suplementación con creatina para la sarcopenia en enfermedades crónicas (Casciola et al., 2023).

La ingesta del suplemento dietético creatina (20 g/día durante 5 días, o alrededor de 2 g/día durante 30 días) se traduce en aumento de la creatina del músculo esquelético y fosfocreatina. En adultos mayores, la suplementación concurrente de creatina y el entrenamiento de fuerza aumentan la masa corporal magra, mejora la resistencia a la fatiga, aumenta la fuerza muscular y mejora el desempeño de las actividades de la vida diaria en mayor medida que el entrenamiento de fuerza solo. La creatina es producida naturalmente en el cuerpo humano a partir de aminoácidos y se transporta en la sangre para uso de los músculos. La suplementación con creatina puede llegar a ser eficaz en los procesos relacionados con la edad y la sarcopenia, puede aumentar la fuerza, el diámetro de los músculos y las fibras de tipo II independientemente del ejercicio (Padilla, 2014).

Omega 3

Complementar la ingesta dietética habitual con ácidos grasos omega-3 (ω -3) ha llamado la atención recientemente por sus posibles efectos antisarcopénicos. Una dieta occidental típica tiende a tener una proporción alta de ácidos grasos ω -6 a ácidos grasos ω -3, lo que puede contribuir al entorno inflamatorio con el avance de la edad y la pérdida de masa muscular. El ácido linoleico, el compuesto original de ω -6, se convierte en ácido araquidónico, un precursor de los eicosanoides (que incluyen prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos y leucotrienos), que promueven la producción de citoquinas proinflamatorias. Tal aumento de la inflamación podría perpetuar la pérdida de masa muscular y fuerza asociada con el aumento de la edad (Cornish et al., 2022).

Los principales PUFA bioactivos omega-3 LC son el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). EPA y DHA están presentes en los mariscos y en el aceite extraído de los mariscos (“aceite de pescado”), así como en el aceite de krill y algunos aceites

de algas. El EPA y el DHA también pueden biosintetizarse a partir del ácido alfa-linolénico (ALA), que se encuentra en muchos alimentos de origen vegetal, pero este proceso de conversión se considera deficiente en humanos. Las principales fuentes de EPA y DHA en la dieta incluyen pescados y mariscos, alimentos fortificados y suplementos dietéticos. Para los pacientes con sarcopenia, los aceites de pescado se pueden incorporar a los suplementos nutricionales orales y alimentos enterales. Una vez consumidos, el EPA y el DHA se incorporados en las membranas celulares, incluidas las células inmunitarias inflamatorias [29e31] y el sarcolema de las fibras musculares esqueléticas [32,33].

La suplementación con Omega-3 podría ser beneficiosa para la fuerza y función muscular a través de mecanismos biológicos que incluyen: efecto anticatabólico sobre la proteína muscular, efecto anabólico sobre la proteína muscular, restauración de la sensibilidad a la insulina, modulación del funcionamiento mitocondrial y propiedades contráctiles de la fibra muscular, y propiedades neuroprotectoras y de excitabilidad de la neurona motora. Los suplementos de Omega-3 se utilizan para preservar la proteína muscular y mejorar la fuerza muscular. El aumento del entorno inflamatorio junto con el envejecimiento resulta en la regulación negativa de la síntesis de proteína muscular a través del estrés del retículo endoplasmático, además, la disminución del catabolismo lipídico muscular y el incremento de la deposición de grasa intramuscular constituyen riesgos importantes de pérdida de movilidad del adulto mayor. Por tanto, la Suplementación con Omega-3 podría ser eficaz en el manejo nutricional de la sarcopenia (Ping et al., 2023).

La inflamación puede desempeñar un papel importante en el desarrollo de la sarcopenia. Por su parte Dupont et al. (2019) indica que los AGPI omega-3 reducen la inflamación pero que también pueden mejorar la señalización de mTOR y reducir la resistencia a la insulina, esto se asocia positivamente con la masa muscular, la fuerza muscular, la calidad muscular y el rendimiento físico. Por lo tanto, los suplementos de AGPI omega-3 pueden ser una terapia potencial o una medida preventiva para la sarcopenia, ya sean solos o combinados con las estrategias terapéuticas clásicas.

No existen recomendaciones sobre la cantidad diaria recomendada para n-3 PUFA, solo se estableció una ingesta adecuada (AI) para ALA (1,6 g/día para hombres y 1,1 g/día para mujeres, ≥ 14 años) sin embargo, la mayoría de los grupos de expertos respaldan la ingesta de 250–500 mg/día de EPA y DHA para la salud cardiovascular (Tessier y Chevalier, 2018).

Si bien el aumento de la ingesta de proteínas y los suplementos de leucina, vitamina D y PUFA n-3 respaldan las ganancias potenciales en la masa muscular y la función cuando se consumen individualmente, la combinación de estos nutrientes puede proporcionar más beneficios. Aunque aislar el efecto de cada nutriente de un suplemento combinado es imposible, proporcionar proteínas de alta calidad, leucina, vitamina D y n-3 PUFA en conjunto parece ser prometedor en la prevención de la sarcopenia, al mismo tiempo que puede propiciar la síntesis

de proteínas musculares en adultos mayores sanos (Tessier y Chevalier, 2018).

β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB)

Oktaviana et al. (2019) demostraron en su revisión sistemática que el beta-hidroxi-betametilbutirato HMB puede mejorar la masa corporal magra y preservar la fuerza y la función muscular en personas mayores con sarcopenia y fragilidad. Así mismo concluyen que se necesitan más ensayos aleatorizados controlados bien diseñados en esta área de investigación para identificar mejor la función del HMB en esta población. Esto ya que afirman que, se ha demostrado en múltiples estudios que el HMB que es un metabolito de la leucina el cual es eficaz para contrarrestar la sarcopenia, al estimular las vías de señalización anabólicas e inhibir la proteólisis muscular. La leucina tiene la capacidad de activar directamente la vía de la diana de la rapamicina en mamíferos (mTOR) e inhibir elproteasoma para prevenir la proteólisis.

En condiciones normales, solo alrededor del 5 % de la leucina se convierte en HMB. Esto significa que una persona necesita consumir al menos 60 g de leucina al día para cumplir con la dosis requerida de 3 g de HMB al día para estimular al máximo la síntesis de proteínas musculares, una cantidad que es considerablemente poco práctica. El consumo de 2 a 3 g de HMB al día se considera seguro sin ningún efecto sobre los parámetros sanguíneos u urinarios del perfil de lipídico, perfil bioquímico y sin provocar insuficiencia hepática o daño renal. Un estudio con ratas demostró que una dosis equivalente a casi 50 g de HMB al día durante 3 meses no tiene efectos adversos.

El estudio de Malafarina et al. (2017) demuestra en su estudio que los pacientes con fractura de cadera que reciben suplementos nutricionales orales de HMB sufren menos complicaciones y menos sarcopenia, por el contrario, mejoran su composición corporal y tienen un mejor estado funcional y marcadores nutricionales como su IMC y sus proteínas. Ellos concluyen que los suplementos nutricionales orales con HMB mejoran la masa muscular (sarcopenia), previenen la pérdida de peso y por tanto la aparición de desnutrición y ayudan a la recuperación funcional, este suplemento podría ser una intervención eficaz para reducir la sarcopenia y la obesidad sarcopénicas y podría prevenir la aparición de discapacidad secundaria a fracturas de cadera en pacientes ancianos con fracturas de cadera.

Por su parte, Robinson et al. (2018) mencionan que hay interés en el β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB con efectos demostrados sobre la síntesis y degradación de proteínas. La suplementación con HMB se ha probado en adultos mayores, y existe un creciente cuerpo de evidencia que sugiere que el HMB puede ayudar a retardar la pérdida de masa muscular y mejorar las medidas de fuerza muscular.

Sarcopenia en adultos mayores

La pérdida de músculo esquelético relacionada con la edad más la pérdida de fuerza muscular y la reducción del rendimiento físico, conocida como “sarcopenia”, son problemas de salud pública crecientes en adultos mayores sanos, así como también, la desnutrición proteico-calórica aumenta el riesgo de sarcopenia entre los adultos mayores. Además de la ingesta insuficiente de proteínas por la anorexia del envejecimiento, los adultos mayores pueden tener una menor respuesta anabólica relacionada con el envejecimiento a las proteínas de la dieta (Chen et al., 2022).

Para mantener una ingesta suficiente de proteínas, se recomienda una ingesta diaria de proteínas de $\geq 1,0$ g/kg de peso corporal para adultos mayores sanos y de $\geq 1,2$ g/kg de peso corporal para aquellos con sarcopenia o fragilidad. Este objetivo de ingesta de proteínas debe girarse principalmente bajo un patrón dietético del adulto mayor, y cuando eso no sea posible, se puede considerar la suplementación con proteínas. Para los adultos mayores que son candidatos para la suplementación, se pueden considerar las proteínas de alta calidad, los aminoácidos como la leucina y la L -carnitina, o los suplementos nutricionales orales (ONS) que contienen beta-hidroxibeta-metilbutirato (HMB) y deben tomarse de acuerdo con la información de prescripción específica. Se puede considerar la determinación de los niveles séricos de 25-OH vitamina D en pacientes con riesgo de desnutrición o sarcopenia. Los suplementos orales de vitamina D (800 a 1 000 UI/día) pueden ser beneficiosos para los adultos mayores con insuficiencia de vitamina D.

Es posible que se requieran dosis más altas para aquellos que tienen deficiencia de 25-OH vitamina D (Chen et al., 2022). Existe evidencia significativa de los beneficios potenciales del uso de suplementos de vitamina D para preservar la masa muscular, la fuerza y la función física en la vejez y para prevenir y tratar la sarcopenia (Robinson et al., 2018). Así mismo, en adultos mayores sanos, la distribución de proteínas a la hora de las comidas puede tener un mayor impacto cuando otros estímulos anabólicos son mínimos, es decir, con ingestas totales de proteínas y niveles de actividad física bajos, lo que aún debe investigarse en estudios de intervención a más largo plazo. Hasta la fecha, aún se desconocen las dosis de proteína por comida suficientes para generar anabolismo en personas con riesgo de desnutrición y sarcopenia (Tessier y Chevalier, 2018).

Discusión

La revisión sistemática se plantea como propósito sistematizar la evidencia científica sobre la suplementación en pacientes con sarcopenia para el tratamiento y prevención. Con base a los resultados obtenidos se puede constatar que el estado nutricional es fundamental en el mantenimiento de la fuerza muscular. Los ancianos tienen una tasa de catabolismo proteico mayor, de modo que sus necesidades proteicas son superiores a las del resto de edades. Son

muchos los estudios encontrados sobre aportes proteicos en la sarcopenia y en todos ellos sus autores afirman que una ingesta adecuada de aminoácidos derivados de las proteínas de alto valor biológico como parte fundamental del tratamiento de la sarcopenia (Rubio y Gracia, 2019).

La suplementación con proteína de suero de leche que contiene altas cantidades del aminoácido leucina o una mezcla de aminoácidos de cadena ramificada con o sin otros suplementos nutricionales han sido las intervenciones más comunes probadas para tratar la sarcopenia, aunque los efectos en adultos mayores institucionalizados puede presentar distintos resultados, pues el deterioro funcional es más común en este grupo de personas (Martínez et al., 2020). Así como lo respalda Gonçalves (2021) las recomendaciones para una mayor ingesta de proteínas en adultos mayores provienen de estudios que muestran que, en pacientes de edad avanzada, la mayor ingesta de proteínas protege contra la pérdida de masa magra. Rubio y Gracia (2019) afirman que la combinación de proteínas, leucina, vitamina D y ejercicio físico no solo mejora la masa y fuerza muscular en los ancianos, sino que además contribuye a aumentar su bienestar. Con respecto a la vitamina D, Remelli et al. (2019) menciona que los estudios observacionales y los experimentos mecánicos respaldan un vínculo biológico entre un nivel bajo de vitamina D y la disminución de la masa muscular y la calidad muscular relacionada con la edad, lo que sugiere que la suplementación con vitamina D podría representar una forma eficaz de prevenir y tratar la sarcopenia, la fragilidad y sus efectos clínicos.

A pesar de que las personas de más edad (mayores de 85 años) corren el mayor riesgo de deficiencia de vitamina D, sarcopenia y deterioro funcional, solo unos pocos estudios se han centrado específicamente en esta población. Se necesitan otros estudios prospectivos en este grupo de edad para corroborar la vitamina D para la salud músculo-esquelética en etapas posteriores de la vida, así como también para determinar cuáles serían sus niveles séricos óptimos para mantener una buena función física y prevenir la sarcopenia. Sin embargo, (Prokopidis et al., 2022) afirman que se necesitan más investigaciones para los efectos de suplementos de vitamina D a corto plazo sobre la función muscular en adultos mayores.

La suplementación con HMB puede ser útil en la prevención de la atrofia muscular, pero se necesitan más estudios para determinar los efectos precisos del HMB sobre la fuerza muscular y la función física en adultos mayores (Robinson et al., 2018). Gonçalves (2021) menciona que una revisión reciente afirma que los suplementos con aminoácidos esenciales más β -HMB muestran buenos efectos en la mejora de la masa muscular y los parámetros de función. La suplementación oral con β -HMB aumenta las concentraciones plasmáticas e intramusculares de esta sustancia. La fama del β -HMB de ser un sustituto del ejercicio proviene de estudios que demuestran su eficacia para prevenir la pérdida de masa muscular en reposo, y obtener como ganancia la fuerza de la masa muscular y preservarla. Cuando se habla de grasos poliinsaturados omega-3 existe una creciente evidencia de un efecto beneficioso de su suplementación sobre todo en personas mayores sarcopénicas. Sin embargo, la dosis exacta, la frecuencia y el uso (solo o combinado) en el tratamiento y la prevención de la sarcopenia aún

necesitan más exploración (Dupont et al., 2019).

La investigación presenta limitaciones en la evidencia encontrada debido a que la recolección de datos solo incluye tres idiomas, lo cual abre una posibilidad de carácter investigativo, sin embargo, la investigación posee fortalezas en cuanto al tipo de artículos utilizados por su alta credibilidad e importancia científica y que al contrastarla con diferentes revisiones sistemáticas afines al objeto de estudio presenta un corpus de investigación más numeroso.

Conclusiones

La sarcopenia impone una carga importante en términos de morbilidad, mortalidad y costos socioeconómicos, está directamente relacionado con las tasas de ingresos hospitalarios y atención a largo plazo. Por lo tanto, se requieren estrategias preventivas y de tratamiento adecuadas. De acuerdo a la evidencia estudiada se confirma que la nutrición y la suplementación desempeñan un papel importante tanto en la prevención como en el tratamiento de la sarcopenia. Las intervenciones más efectivas para tratar la sarcopenia o disminuir su empeoramiento con el tiempo se basan actualmente en la práctica de ejercicio físico como el entrenamiento de resistencia y la administración de algunos suplementos nutricionales. Sin embargo, muchas personas mayores son sedentarias y no pueden (barreras sociales y apoyo familiar, hospitalización, deterioro funcional y cognitivo) o no quieren hacer ejercicio.

En estos casos, las intervenciones nutricionales siguen siendo la medida más prometedora para retrasar la progresión de la sarcopenia y prevenir sus consecuencias adversas, como caídas y pérdida de movilidad con la suplementación de proteína de suero, aminoácidos esenciales como la leucina, ácidos grasos Omega 3, creatina y β -hidroxi- β -metilbutirato (HMB) que son los suplementos que mayor beneficio. También es relevante la educación y orientación nutricional, que garantiza que el adulto mayor junto a su entorno familiar y comunitario comprendan y brinden la alimentación adecuada y la correcta atención.

Recomendaciones

La realización de más estudios que incluyan la dosificación de suplementos para su aplicación terapéutica en el ámbito clínico.

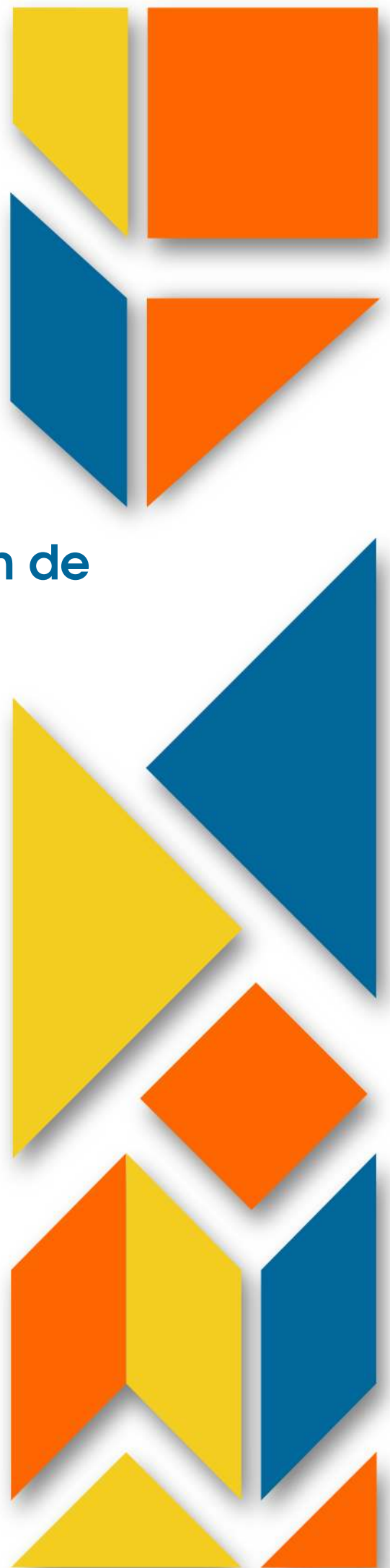
Referencias

- Bird, J., Troesch, B., Warnke, I., y Calder, P. (2021). The effect of long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids on muscle mass and function in sarcopenia: A scoping systematic review and meta-analysis. *Nutrición Clínica ESPEN*, 46, 73-86. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.10.011>

- Candow, D., Forbes, S., Kirk, B., y Duque, G. (2021). Current Evidence and Possible Future Applications of Creatine Supplementation for Older Adults. *Nutrients*, 13(3), 745. <https://doi.org/10.3390/nu13030745>
- Casciola, R., Leoni, L., Cuffari, B., Pecchini, M., Menozzi, R., Colecchia, A., y Ravaioli, F. (2023). Creatine Supplementation to Improve Sarcopenia in Chronic Liver Disease: Facts and Perspectives. *Nutrients*, 15(4), 863. <https://doi.org/10.3390/nu15040863>
- Catarina, L., Cebola, M., y Mendes, L. (2021). Evidência da suplementaçãocomproteína do soro do leiteenriquecidoem leucina e da vitamina D nos idososcomsarcopenia - Revisão Sistemática. *Acta Portuguesa de Nutrição*, (23), 64-68. <https://doi.org/10.21011/apn.2020.2313>
- Cereda, E., Pisati, R., Rondanello, M., y Caccialanza, R. (2022). Whey Protein, Leucine- and Vitamin-D-Enriched Oral Nutritional Supplementation for the Treatment of Sarcopenia. *Nutrients*, 14(7), 1524. <https://doi.org/10.3390/nu14071524>
- Chen, L., Arai, H., Assantachai, P., Akishita, M., Chew, S., Dumlaio, L., Duque, G., y Woo, J. (2022). Roles of nutrition in muscle health of community-dwelling older adults: evidence-based expert consensus from Asian Working Group for Sarcopenia. (Revisión sistemática). *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 13(3), 1653-1672.
- Chen, L., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T., Chou, M., Iijima, K., Jang, H., Kang, L., Kim, M., Kim, S., Kojima, T., Kuzuya, M., Lee, J., Lee, S., Lee, W., Lee, Y., Liang, C., Lim, J., Lim, W., ... Arai, H. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(3), 300-307.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
- Chuchirira, O., Bastidas, F., y Yépez, P. (2019). Sarcopenia: Una revisión narrativa. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 38(1), 14-19. https://www.revistaavft.com/images/revistas/2019/avft_1_2019/14_sarcopenia.pdf
- Cornish, S., Cordingley, D., Shaw, K., Forbes, S., Leonhardt, T., Bristol, A., Candow, D., y Chilibeck, P. (2022). Effects of Omega-3 Supplementation Alone and Combined with Resistance Exercise on Skeletal Muscle in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14(11), 2221. <https://doi.org/10.3390/nu14112221>
- Dupont, J., Dedeyne, L., Dalle, S., Koppo, K., y Gielen, E. (2019). The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia. *Aging ClinExp Res*, 31, 825-836. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01146-1>
- Gonçalves, C. (2021). Pharmacological Treatment of Sarcopenia. *Revista brasileira de ortopedia*, 56(4), 425-431. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1709732>
- Guo, Y., Fu, X., Hu, Q., Chen, L., y Hui, H. (2022). The Effect of Leucine Supplementation on Sarcopenia-Related Measures in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of 17 Randomized Controlled Trials. *Front. Nutr.* 9:929891, 9, 1642-1652. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.929891>
- Malafarina, V., Uriz, F., Malafarina, C., Martinez, J., y Zulet, M. (2017). Eficacia de la suplementación nutricional sobre la sarcopenia y recuperación en pacientes con fractura

- de cadera. Un ensayo aleatorizado multicéntrico. *Maturitas*, 101, 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.04.010>
- Martínez, R., Caballo, M., y Varela, L. (2020). El ocio en el medio natural como promotor de la conexión emocional con la naturaleza. Un estudio en clave ambiental con adolescentes pontevedreses (Galicia-España). *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 57(2), 1-16. <https://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/25577/21889>
- Oktaviana, J., Zanker, J., Vogrin, S., y Duque, G. (2019). The effect of β -hydroxy- β -methylbutyrate (hmb) on sarcopenia and functional frailty in older persons: a systematic review. *The Journal of nutrition, health and aging*, 23(2), 145-150. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1153-y>
- Padilla, C. (2014). *Efectos de un entrenamiento de fuerza y de la utilización de creatina en la prevención de la sarcopenia en personas de edad avanzada*. Universidad de León.
- Ping, T., Bing, Z., y Bing, Z. (2023). Ácidos grasos polinsaturados omega-3 en el tratamiento de la sarcopenia: un metaanálisis en red de ensayos controlados aleatorizados. *Reseñas de investigaciones sobre el envejecimiento*, 90.
- Prokopidis, K., Giannos, P., Katsikas, K., Kechagias, K., Mesinovic, J., Witard, O., y Scott, D. (2022). Effect of vitamin D monotherapy on indices of sarcopenia in community-dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 13(3), 1642-1652. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12976>
- Remelli, F., Vitali, A., Zurlo, A., y Volpato, S. (2019). Vitamin D Deficiency and Sarcopenia in Older Persons. *Nutrients*, 11(12), 2861. <https://doi.org/10.3390/nu11122861>
- Robinson, S., Reginster, J., Rizzoli, R., Shaw, S., Kanis, J., Bautmans, I., Bischoff, H., Bruyere, O., Cesari, M., Dawson-Hughes, B., Fielding, R., Kaufman, J., Landi, F., Malafarina, V., Rolland, Y., Van Loon, L., Vellas, B., Visser, M., y Cooper, C. (2018). Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? *Clinical Nutrition*, 37(4), 1121-1132. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.08.016>
- Rojas, C., Buckcanan, A., y Benavides, G. (2019). Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor. *Revista Médica Sinergia*, 4(5), 24-34. <https://doi.org/10.31434/rms.v4i5.194>
- Rubio, J., y Gracia, M. (2019). Suplementos proteicos en el tratamiento y prevención de la sarcopenia en ancianos. Revisión sistemática. *Gerokomos*, 30(1), 23-27. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2019000100023
- Tessier, A., y Chevalier, S. (2018). An Update on Protein, Leucine, Omega-3 Fatty Acids, and Vitamin D in the Prevention and Treatment of Sarcopenia and Functional Decline. *Nutrients*, 10(8), 1099. <https://doi.org/10.3390/nu10081099>
- Uchitomi, R., Oyanu, M., y Kamei, Y. (2020). Vitamin D and Sarcopenia: Potential of Vitamin D Supplementation in Sarcopenia Prevention and Treatment. *Nutrients*, 12(10), 3189. <https://doi.org/10.3390/nu12103189>

Ensayos sobre la Creación de Conocimiento





Transformación universitaria venezolana. Gestión y funcionamiento de coordinaciones en Universidades Politécnicas Territoriales

Venezuelan university transformation. Management and operation of coordination in Territorial Polytechnic Universities

Denisse Pazos ¹

Luís Moreno ²

Leticia Mogollón ³

Walter Espinoza ⁴

Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez, Mérida, Venezuela^{1,2,3,4}

denissepazos@gmail.com¹

morenoplus@gmail.com²

leticiamogollon@gmail.com³

walterespinoza@hotmail.com⁴

Fecha de recepción: 16/03/2025

Fecha de aceptación: 02/04/2025

Pág: 131 – 148

Resumen

Las universidades han sido históricamente reconocidas como instituciones claves en la gestión y producción de conocimiento, desarrollándose como agentes transformadores de la sociedad. Desde su creación, su misión es difundir el aprendizaje y la enseñanza, contribuyendo al desarrollo de la dignidad humana y la herencia cultural a través de la formación y la investigación. A lo largo de los siglos, estas instituciones han experimentado procesos de transformación que han enriquecido los saberes de las comunidades. En el contexto actual, las universidades enfrentan desafíos significativos con la globalización y los cambios sociales. La UNESCO estableció directrices para una educación superior de calidad, enfatizando la formación continua, el pensamiento crítico y la promoción del conocimiento, educación integral del individuo y la calidad académica. En Venezuela, con la creación de la Misión Alma Mater se marca un hito en la transformación universitaria, por medio de un enfoque educativo humanista y flexible, basado en el diálogo, participación activa, inclusión de estudiantes y educadores, alineándose con los objetivos del Proyecto Nacional Simón Bolívar. Esto dio lugar a la formación de Universidades Politécnicas Territoriales, UPTs.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Adecuando las estructuras de funcionamiento a dicha transformación universitaria, en base a lineamientos de gestión y funcionamiento de la Gaceta Oficial 6321, se formularon dimensiones e indicadores para implementar Coordinaciones a tono con la transformación universitaria como tutorías y preparadurias en la UPT de Mérida Kleber Ramírez.

Palabras clave: coordinación, funcionamiento, gestión, preparadurias, transformación universitaria, tutorías.

Abstract

Universities have historically been recognized as key institutions in the management and production of knowledge, developing as agents of transformation in society. Since their creation, their mission has been to disseminate learning and teaching, contributing to the development of human dignity and cultural heritage through training and research. Over the centuries, these institutions have undergone processes of transformation that have enriched the knowledge of communities. In the current context, universities face significant challenges due to globalization and social change. UNESCO established guidelines for quality higher education, emphasizing lifelong learning, critical thinking and the promotion of knowledge, holistic education of the individual, and academic quality. In Venezuela, the creation of the Alma Mater Mission marks a milestone in university transformation, through a humanistic and flexible educational approach based on dialogue, active participation, and the inclusion of students and educators, aligned with the objectives of the Simón Bolívar National Project. This led to the formation of Territorial Polytechnic Universities (UPTs). Adapting the operating structures to this university transformation, based on the management and operating guidelines of Official Gazette 6321, dimensions and indicators were formulated to implement Coordinations aligned with university transformation, such as tutoring and coaching at the Kleber Ramírez UPT in Mérida.

Keywords: coordination, operation, management, preparatory schools, university transformation, tutoring.

Introducción

Las Universidades, casas del saber, cuya misión es gestionar y producir el conocimiento, son fuente de ideales transformadores de las realidades del mundo, portadoras del cambio y la evolución desde su creación, en la época medieval, han sido partícipes de la historia del hombre

y sus culturas. Génesis de la enseñanza y el aprendizaje, desde su perspectiva intrínseca fomenta el cambio y la madurez, al conjugarse con la dialéctica y la experiencia, implicando entonces, un legado de encuentros del ser, el saber y el hacer, induciendo un impulso hacia la renovación y la transformación en el futuro más cercano.

La palabra “universidad” se deriva de la palabra *universitas*, de origen latín, lo que, significa conjunto de todas las cosas, aludiendo en ello, la responsabilidad de estas instituciones relacionada con la creación del conocimiento universal, implicando, por tanto, la gestión de la ciencia y los saberes en el mundo. De tal manera que gestionar los cambios del conocimiento en el medio educativo, transformando la academia, ha sido el extraordinario legado y tejido institucional, que aun hoy, dentro de nuevas realidades, retos y exigencias de carácter investigativo, cultural y humano, es responsabilidad de las universidades, asumido desde el compromiso académico, sostenido consecuentemente durante la trayectoria y evolución de las comunidades. En opinión de Moncada (2008), éstas son:

Comunidades académicas que de modo riguroso y crítico contribuye a la tutela del ser humano, el desarrollo de su dignidad y de la herencia cultural, mediante la investigación, la enseñanza y los diversos servicios ofrecidos a las comunidades locales, nacionales e internacionales (s.p.).

Las universidades han desarrollado procesos de cambio, de evolución, de transformación del conocimiento, contribuyendo con la cultura y el saber característico de cada región, en cada época. En palabras significativas. Navarro (2024), expresa que:

En el siglo XIII tuvo lugar un fenómeno revolucionario en Europa: el surgimiento de las universidades. Centros de aprendizaje que cambiarían para siempre el panorama intelectual y social del continente. Estas instituciones, que hoy resultan familiares, eran entonces una novedad radical, una respuesta a la creciente demanda de educación superior por parte de una juventud ávida de conocimiento y oportunidades. Aunque en sus inicios sólo fue una opción mayormente para las clases privilegiadas, la Universidad logró asentarse hasta convertirse en los grandes centros de saber y formación que son hoy (s.p.).

Desde sus modestos comienzos en el siglo XIII, las universidades sentaron las bases para el florecimiento del conocimiento y la cultura. En las circunstancias actuales, exigen tener un acoplamiento, espacio, tiempo para la implementación de procesos de interacción, reciprocidad, entre saberes y experiencias para el desarrollo de capacidades cognitivas, intelectuales, con intención de formar ciudadanos, dentro de una comunidad intelectual, incentivadora del conocimiento y de la dignidad humana en el mundo, así mismo comprometidas responsablemente frente a la búsqueda de respuestas a problemas de la sociedad que les rodea. Lo cual es especialmente interpretado por Lanz (2011). Desde la perspectiva intelectual:

¿Qué es una comunidad intelectual?, una reunión de gente que comparte preguntas, agendas, investigación, que comparte búsqueda de salidas para los problemas inmediatos o menos inmediatos, para los grandes problemas o los pequeños problemas; eso va a depender de cada espacio. Pero si no tenemos universidades formadas así, esencialmente gente volcada con una enorme pasión por la producción de conocimientos, por la creación de saberes, obviamente que eso será cualquier otra cosa, menos una universidad que sobreviva al Siglo XXI (p. 11).

Convergencias de la transformación universitaria

La transformación universitaria desde un contexto internacional, paradigmático, implica un escenario de desafíos para la educación universitaria en las latitudes del mundo, inmersos dentro de la justicia y el cambio en lo social, características predominantes del Siglo XXI. Al respecto, en la conferencia mundial sobre la educación superior, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1998) destaca:

La vigencia del derecho de todo ser humano a la educación, afirma el principio que asegura que el mérito tiene que ser la base del acceso y subraya que ninguna discriminación, de ningún tipo, puede impedir que los ciudadanos tengan la posibilidad de recibir educación superior. Reitera, además, que la calidad está estrechamente vinculada a la pertinencia, lo que significa, en otras palabras, que no hay educación superior de calidad si su acción no sirve para resolver los problemas fundamentales de la sociedad, con el fin de hacerla más justa e igualitaria. De ese modo la educación superior se convertirá en un instrumento apto para la implementación del desarrollo humano sostenible, así como para la construcción y preservación de la paz, a través de la eliminación de la injusticia, la pobreza y la exclusión. Enfrentando con decisión a las ideologías excluyentes, los participantes de la conferencia destacaron la importancia de la educación superior como parte de un sistema - el educativo- que no puede ser fragmentado y tratado como si sus componentes fueran partes aisladas. Señalaron, además, que la contribución de la educación superior al conjunto del sistema educativo es parte esencial de su mandato y de sus funciones actuales (p. 4).

Esta declaración contiene elementos que debía tener una educación superior de calidad, estableciéndose una directriz de suma importancia para las gestoras más reconocidas del conocimiento (universidades), lo que permitía, de manera consecuente, la transformación universitaria, desde una visión renovadora de la educación superior, marcando la pauta con métodos de enseñanza y aprendizaje a tono con los cambios sociales, que incentivaba el debate y la reflexión. En Europa, dentro de este contexto aparece en 1999, la Declaración de Bolonia, un medio procurador de altas competitividades y de influencia de debates para la transformación universitaria en la latitud europea. Al respecto, Villaverde (2008), expresa:

La universidad actual, y también la que se avecina con Bolonia, se ha concentrado tanto en proporcionar profesionales competentes para el mercado que se ha olvidado del fin supremo de la educación: la formación integral del hombre. «La Universidad escribe el filósofo Carlos Baliñas debe formar hombres humanistas, hombres a quienes según la divisa nada humano les sea ajeno; tecnólogos de la propia Humanidad; personas con una cosmovisión a nivel de su época, pero también con un punto arquimédico fuera de ella; hombres capaces de suministrar a sus contemporáneos el cupo de criterios, valores y virtudes que en cada momento convengan (p. 188).

En América Latina, también se dan experiencias significativas de reformas, en las cuales, la comunidad latinoamericana ha intentado cambiar el sentido de su quehacer universitario en el último siglo. Sanjurjo et al. (2020), opinan:

Históricamente las universidades son el lugar desde el cual los países se piensan a sí mismos y se piensan en comunidad. Hay dos experiencias significativas de reforma donde la comunidad latinoamericana ha intentado volcar el sentido de su hacer universitario en el último siglo. La reforma de los años 20, a partir de la ola que genera el Manifiesto Liminar de Córdoba de 1918, detona el primer proceso emancipador de las viejas prácticas universitarias coloniales y evangelizadoras y la Reforma universitaria que se inicia en 1967 y continua en los años posteriores asigna un rol protagónico a la universidad en un proyecto de transformación social (p. 52).

Con el abordaje de la transformación universitaria, se denota en dicho proceso una concepción de gobierno universitario, proveniente de hechos históricos antiguos, discrepantes con la modernidad y sus nuevos criterios. Roca (2016), sostiene:

El régimen universitario aún el más reciente es anacrónico. Está fundado sobre una especie de derecho divino; el derecho divino del profesorado universitario. Se crea a sí mismo. En él nace y en él muere. Mantiene un alejamiento olímpico. La federación universitaria de Córdoba se alza para luchar contra este régimen y entiende que en ello le va la vida. Reclama un gobierno estrictamente democrático y sostiene que el demo universitario, la soberanía, el derecho a darse el gobierno propio radica principalmente en los estudiantes. El concepto de autoridad que corresponde y acompaña a un director o a un maestro en un hogar de estudiantes universitarios no puede apoyarse en la fuerza de disciplinas extrañas a la sustancia misma de los estudios. La autoridad, en un hogar de estudiante, no se ejercita mandando sino sugiriendo y amando: enseñando. Si no existe una vinculación espiritual entre el que enseña y el que aprende, toda enseñanza es hostil y de consiguiente infecunda. Toda la educación es una obra de amor a los que aprenden (s. p.).

Una influencia importante, por la particularidad hallada en sus ideas, ha sido la de Paulo Freire. Según Iovanovich (2003), el proceso educativo se invoca para:

- Restablecer el sentimiento de “ser uno mismo” capaz de amar y de convertir nuestro trabajo en una actividad digna, concreta y llena de significado.
- Abandonar el consumismo masificador, acrítico y alienante.
- Recuperar el amor, la belleza, la creatividad, la verdad, la solidaridad y la justicia para la dignificación – humanización- del hombre y la sociedad.
- Pensar que somos “todos” habitantes de un planeta donde “juntos” debemos vencer nuestro propio desamparo frente a las fuerzas sociales, económicas, políticas y científico tecnológicas creadas e impuestas por los más poderosos.
- Resistir a los embates del capitalismo en su versión postmoderna, simplista y aniquiladora de la reflexión crítica y, por lo tanto, de la emancipación (p. 310).

Según lo planteado, la transformación universitaria, en el hacer educativo, comprende múltiples variables, aludiendo a la gente que le rodea, y el espacio que la complementa, debido a los múltiples factores que la afectan. Así mismo, Vargas (2011) asevera: “no puede ser una universidad que crea que está formada por gente que no tiene nada que ver con el resto de la sociedad” (p. 38); lo cual para Lanz (2011) se fundamenta en que: “la universidad debe definir, todo espacio que se organiza alrededor de las ideas, del pensamiento, de las grandes preguntas, de las agendas del país y del mundo, que anima la reflexión, que anima la búsqueda” (p.11).

Nuevo paradigma en la universidad venezolana

En las aseveraciones anteriores, sin lugar a dudas, se denota que la transformación universitaria propiciaría la educación con influencias en nuevos paradigmas, principios e ideas de sapiencia multifacética, de sociedad globalizada, inclusión social, calidad educativa, por lo cual Castillo (2017), afirma:

Esta nueva era definida por fenómenos como la globalización, la explosión del conocimiento por el desarrollo de la ciencia, la movilidad humana, la competitividad, entre otros, obligan a la universidad a pensarse a sí misma, en sus múltiples dimensiones, a interrogarse sobre sus funciones sustantivas (p.67).

Así mismo, dentro de este nuevo paradigma, en el cual la calidad educativa es considerada para el desarrollo humano, apunta Carpio et al. (2021):

La calidad educativa ha de tributar a que los contenidos contribuyan a la realización de las aspiraciones del alumno y proporcionarle, a su vez, elementos propicios para su desarrollo, a fin de que pueda desempeñarse apropiada-mente en todos los escenarios (p. 195).

En el caso particular de Venezuela, lo social y lo político representaron un punto de inflexión. En base a esta consideración, Sanoja (2011), manifiesta: “La única manera que la Universidad pueda efectivamente convertirse en un centro transformador de las realidades es vincularse a través del trabajo con la sociedad, conocerla y transformarla” (p.67). De tal forma que asumir un liderazgo para enfrentar el reto de la transformación es de relevancia. Carrillo (2011), refiere:

Es vital que se asuma el liderazgo de los procesos de transformación en relación al reto que implica asumir los cambios y hacerlos viables en momentos en que debe responder a exigencias de calidad, para responder al entorno social de manera más relevante, promoviendo el pensamiento crítico y la ciudadanía activa (p. 157).

En este contexto particular a las políticas de educación en Venezuela, estas no fueron realizadas oportunamente. García (2001), reseña:

Venezuela es uno de los pocos países latinoamericanos que no realizó políticas públicas de educación superior en la década de los noventa, aquellas relacionadas con elevar la coherencia del sistema de educación superior como tal. Debido a ello Venezuela no ha logrado superar el modelo de financiamiento basado en insumos y en negociaciones políticas; no existen mecanismos efectivos de información y aseguramiento de la calidad. Este tipo de reformas que quedaron pendientes en la década de los noventa, es responsabilidad del Estado, y por tanto del actual gobierno (p. 5).

El gobierno venezolano, asumiendo por una parte la importancia de la transformación universitaria y los cambios sociales en la escena educativa mundial, y por otra el encargo social pendiente con la educación universitaria, creó un núcleo de esta política. Según decreto de creación de la Misión Alma Máter (2009), ésta es:

El núcleo de la política de la universalización de la educación superior impulsada por el Ministerio del Poder Popular de Educación Superior (MPPEs), actual Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria (MPPEU), cuya estrategia básica es la municipalización. Su propósito es impulsar la transformación de la educación universitaria, promover su proyección territorial, consolidar el Poder Popular y la construcción de una sociedad solidaria, participativa y con justicia social, sus objetivos más determinantes para la transformación universitaria: la participación popular, la inclusión, la formación humanista, la universalización del conocimiento, la investigación participación en las comunidades del territorio nacional, y el desarrollo tecnológico (s. p.).

La consolidación de esta Educación Universitaria se apoya también en un aspecto político considerando los lineamientos del Proyecto Nacional Simón Bolívar 2007/2013. Lo cual es referido por el Observatorio Socialista de Venezuela (2009), contempla lo siguiente:

Estos lineamientos conocidos a partir de entonces como Proyecto Nacional Simón Bolívar. Primer Plan Socialista -PPS-. Desarrollo Económico y Social de la Nación 2007-2013, constituyen una “nueva fase de gobierno” a partir de la cual se aspira, por un lado, “profundizar los logros alcanzados por los lineamientos del Plan” 2001-2007 y, por otro, orientar a Venezuela “hacia la construcción del Socialismo del Siglo XXI”. Para ello se propone desarrollar y ejecutar siete líneas estratégicas: 1) Nueva ética socialista; 2) Suprema felicidad social; 3) Democracia protagónica revolucionaria; 4) Modelo productivo socialista; 5) Nueva geopolítica nacional; 6) Venezuela: potencia energética mundial; y 7) Nueva geopolítica internacional (p. 1).

En consecuencia, a las múltiples variables de la transformación, influyentes en la educación universitaria, los tecnológicos del país realizan un proceso de transformación que dio origen a las Universidades politécnicas Territoriales (UPTs), no solo adecuando el curriculum, sino también sus estructuras organizativas, a manera de reestructuración para asumir los consabidos cambios, diversificándose de esta manera los sistemas funcionales institucionales, surgiendo entonces los Planes Nacionales de Formación (PNF) como un modelo educativo ajustado a los parámetros innovadores de la transformación universitaria, diferenciándose de los currículos convencionales por su carácter humanista, flexible y dinámico, a su vez innovadores. Conforme a la Regulación Programas Nacionales de Formación (2008), éstos se definen como:

Conjunto de actividades académicas, conducentes a títulos, grado o certificaciones de estudio, de educación universitaria, creados por iniciativa del ejecutivo nacional, a través del Ministerio del poder popular para la educación universitaria, diseñados con la cooperación de institución de educación superior nacionales, atendiendo a los lineamientos del plan de desarrollo económico y social de la nación para ser administrados en distintos espacios del territorio nacional (s.p.).

Los PNF, ajustados a las nuevas expectativas, establecieron una modalidad educativa, arraigada en la participación de docentes y estudiantes, ampliada hacia la comunidad circundante, considerada desde el enfoque planteado en la Misión Alma Mater, lo que, a su vez, implicó en el ámbito organizativo y administrativo, un nuevo modelo de gestión, más dinámico, estructurado desde campos del conocimiento, en función del trabajo inter y transdisciplinario, con la interacción orgánica de la sociedad. Todo lo cual extendió marcos dialógicos congruentes con la transformación en las instituciones universitarias venezolanas.

Dinámica de la transformación universitaria venezolana

La transformación universitaria, implica concepciones, transcendentales en métodos, prácticas y valores, integrales, además de complejos. Según Castellanos (2011), comprende:

Transformaciones curriculares dirigidas a la formación integral, que desarrolle el pensamiento crítico y complejo; integre los procesos académicos fundamentales,

formación y creación intelectual e interacción con la sociedad y quiebren la lógica disciplinaria. Transformaciones en las estructuras organizativas de las instituciones, convirtiéndolas en espacios que propicien el trabajo inter y transdisciplinario, transformación en la relación profesor-estudiante, atención al desempeño estudiantil y profesoral, participación activa y comprometida en la solución de los problemas concretos del pueblo venezolano, intercambio de saberes, fortalecimiento del poder popular, ejercicio de la democracia universitaria en su quehacer diario (p. 260).

Esta conceptualización es enfatizada entre la relación de la universidad con la sociedad y el conocimiento. Desde la perspectiva de Córdoba (2011), esto implica interrogantes:

¿Cómo se define la relación de la universidad con la sociedad, con las necesidades del pueblo? ¿Cuál es la contribución de la universidad a resolver estructuralmente los problemas que afectan la salud, el ambiente? ¿Cómo se suma la universidad al problema del cambio climático? que ya no es simplemente una circunstancia, sino que ha pasado a ser realmente uno de los grandes peligros de la humanidad y que tiene causas estructurales bien importantes, que no se resuelven solamente desde una visión individualizada o parcelada ¿Dónde se colocan las universidades frente a las grandes desigualdades que afectan a muchos pueblos oprimidos en el mundo? ¿Cómo se coloca la universidad frente al papel del conocimiento, frente a la dimensión ética del conocimiento y los saberes populares? (p. 299).

Por su parte, Hilarraza (2013) afirma que: “Se trata de una reforma del pensamiento y la praxis educativa para refundar el papel de la educación superior dentro del concierto de cambio político y social que vive la República Bolivariana de Venezuela” (p. 99). Al respecto, Atencio (2011), concluye lo siguiente: “esto no puede ser una imposición tiránica, sino que hay que rediseñar la estructura académica de la universidad para proponer estructuras académicas productivas e investigativas que obedezcan a la satisfacción, necesidades y expectativas de las comunidades” (p. 213).

Esta transformación universitaria propicia, desde el cumplimiento de objetivos institucionales, un nuevo currículo universitario, conjugado con un ajuste de sus estructuras funcionales, organizacionales para una gestión institucional eficiente y sostenible en el tiempo. De tal manera que los Colegios y Tecnológicos Universitarios son denominados Universidades Politécnicas Territoriales, (UPTs). El gobierno venezolano, luego de experiencias y criterios discutidos, formaliza de esta forma dentro del marco legal, la adecuación de las estructuras funcionales de las Universidades Politécnicas Territoriales (UPTs) del país, delegando la responsabilidad y autoridad con lineamientos de gestión y funcionamiento, fomentando una estructura para la gestión administrativa y académica, de los Planes de Formación (PNF), a través de nuevas coordinaciones, para la ejecución de actividades conformes a la nueva realidad del modelo educativo convenido, que a su vez implicarían un acercamiento a la innovación y

gestión curricular coherente con los engranajes de la transformación.

Los PNF, con sus nuevas estrategias para el aprendizaje y la calidad académica, implican, por tanto, una atención más cercana con el estudiantado, convocando nuevos criterios de gestión, delegados en coordinaciones asesoras emergentes del nuevo curriculum, respondiendo a la pregunta de cómo gestionar. Isea et al. (2023), opinan:

Es imprescindible entender lo que representa gestionar, sobre todo si se apunta a que la organización universitaria se despliegue en el marco de una gestión sostenible en el tiempo, en los términos que la sostenibilidad implica ser una agenda de innovación que invita a repensar cómo organizar la vida y el trabajo (p. 4).

Estructura y organización de la nueva educación universitaria venezolana

Las universidades son organizaciones, como tal, están llamadas a la consideración de la dimensión de organización y gestión administrativa, en función de la implementación de la transformación que llega también a la realización de actividades desde una gestión administrativa. Tünnermann (2008) establece:

Asumir una perspectiva organizacional y de gestión administrativa para el estudio de una organización o una parte de ésta, significa considerar inicialmente dos categorías centrales: la conformación organizacional y la forma de gestión predominante. En lo referente a la primera categoría, se consideran a su vez la estructura organizacional y los procesos organizacionales. La división del trabajo, establece la distribución de las tareas que deben realizar los miembros de una institución universitaria en la búsqueda de cumplir con sus finalidades. Formalmente, se estipula una división entre: i) las funciones administrativas de dirección, ejecución y apoyo administrativo y ii) las funciones académicas de docencia e investigación (p. 29).

En este sentido, la gestión de las unidades de trabajo se divide por coordinaciones con atribuciones definidas. Entre estas atribuciones se encuentran las de la Coordinación de Gestión Curricular de los Programas Nacionales de Formación y Formación Avanzada, las cuales se encuentran definidas en el Reglamento de Organización y Funcionamiento de las Universidades Politécnicas Territoriales (2017):

Artículo 28. Unidad responsable de la gestión, control seguimiento y evaluación de los procesos curriculares, cuya misión es orientar, facilitar y asesorar a la comunidad universitaria en materia curricular, acorde a la construcción de los nuevos saberes, prácticas socio integradoras, metodológicas y técnicas de formación que se desarrollan en las universidades (s.p).

Esta coordinación, en relación a la adecuación estructural de las UPT, es una dependencia que pertenece a la estructura ejecutiva del Vicerrectorado Académico, conformada a su vez por unidades de apoyo para la gestión curricular universitaria, en las cuales delega funciones específicas, según la naturaleza para la que fue creada, actividades, responsabilidades, metas y objetivos definidos que deba desarrollar. De acuerdo a ello, Tünnermann (2008) afirma:

Para el funcionamiento de estas unidades organizacionales en forma coordinada, aparece la prescripción de normas y reglamentos que formalizan las diferentes actividades que realizan los funcionarios y las unidades. Tales normas regulan las relaciones entre los miembros de la organización y estandarizan los procesos administrativos y académicos que se realizan dentro de la misma (p. 30).

Desde esta perspectiva, se realizará un análisis del Reglamento de organización y funcionamiento y las atribuciones de la Coordinación de Gestión Curricular para los PNF y PNF Avanzados, como un ejercicio dentro de un contexto aplicable a cualquier coordinación consecuente con la coordinación de gestión curricular y sus objetivos. En este caso particular para la coordinación de Tutorías y Preparadurías, con la finalidad de evidenciar la estandarización como parte de la gestión académica. Según Viveros y Sánchez (2018), son las prácticas recurrentes que permiten a la Institución Educativa asegurar la coherencia de su propuesta curricular con el Proyecto Educativo Institucional (p. 426).

Dimensión investigativa universitaria venezolana

En relación al análisis desde la dimensión investigativa, se presentan las atribuciones de la Coordinación de Gestión Curricular para los PNF y PNF Avanzados. A continuación se consideran dimensiones e indicadores, definidos por Espinoza (2019) de la siguiente manera:

La dimensión, es el factor rasgo de la variable que debe medirse y que permite establecer indicadores; se apoyan en el marco teórico, al igual que la variable operacional. Es un elemento que resulta del análisis y/o descomposición de la misma. Un indicador, es un indicio, señal o unidad que permite estudiar y cuantificar una variable, mostrando cómo medir cada uno de los factores o rasgos presentes en una dimensión (es) de la variable. Los indicadores: consisten en lo medible, verificable, el dato, el hecho; forman parte de la descomposición o clasificación de las dimensiones (p. 175).

Para establecer directrices concretas enfocadas en la gestión e implementación de la transformación universitaria, se toma como dimensión importante la actividad administrativa. Lo que, según Salgado (2022) se define como:

Actividad de máxima importancia dentro del que hacer de cualquier empresa, ya que se refiere al establecimiento, búsqueda y logro de objetivos. Todos somos

administradores de nuestras propias vidas, y la práctica de la administración se encuentra en cada una de las facetas de la actividad humana, negocios, escuelas, gobierno, familia (p. 7).

Cabe destacar que el análisis de las atribuciones de la Coordinación de Gestión Curricular para los PNF y PNF avanzados se aplicó para la determinación de las funciones específicas delegadas a las coordinaciones emergentes de tutorías y preparadurías, por ser unidades funcionales representativas de los cambios innovadores, dependientes en línea de mando de la Coordinación de Gestión Curricular de los PNF y PNF Avanzados, producto de la mencionada transformación, enlazada por el encargo social que cada una de ellas representa, como las dos caras de la asesoría, profesores como tutores y estudiantes como preparadores, dentro de la transformación universitaria Pazos (2024). El análisis evidenció los siguientes aspectos:

Atribución 1. Coordinar junto al vicerrectorado académico todo proceso de diseño, ejecución, gestión y evaluación de los procesos académicos administrativos inherentes a los programas de formación y formación avanzada. Por medio de esta acción, las universidades designan los profesores participantes en las respectivas comisiones en proceso de estructuración para comenzar el diseño y la gestión de cada coordinación y luego la evaluación precedente. Se designa responsables: coordinadores de tutorías y preparadurías. Esta designación proviene de la jerárquica superior.

Atribución 2. Velar por cumplimiento de normas de naturaleza académica emanadas del consejo universitario.

- a) Realizar recopilación de histórico de normas académicas emanadas del VR Académico. La actividad relacionada a este paso se considera como Etapa I del Análisis: recopilación de normativas del vicerrectorado académico.
- b) Revisar estado de conocimiento y cumplimiento de normas anteriores. Para la revisión del estado de conocimiento se realizarán las siguientes preguntas: ¿Están creadas, cuántas son? ¿Cuáles se han aplicado, qué coordinaciones abarcan? ¿Cuáles son los resultados de la aplicación de la norma en relación a cada área específica? (ejemplo: en Preparadurías y en Tutorías.). Esta acción remite a: Dimensión: normativas. Indicador: conocimiento y cumplimiento.
- c) Revisar la necesidad de normas nuevas para avanzar en desarrollo curricular. Las nuevas normas deberán estar preparadas en relación con el propósito misión y visión de Alma Mater. Estas normas se crearán una vez revisadas las normativas existentes y en consonancia con el objetivo de formación de los PNF. Dimensión: normativas. Indicador: Necesidad de normativas para nuevas coordinaciones emergentes (como pueden ser las de Preparadurías y Tutorías).

Atribución 3. Asistir al Vicerrectorado Académico en todos aquellos asuntos relacionados con el diseño, organización, gestión y evaluación de los procesos curriculares correspondientes a los Programas, lo cual conduce a sensibilizar al Vicerrectorado Académico y al resto del Consejo Universitario sobre el rol asesor que juega la Coordinación de Gestión Curricular (CGC). La sensibilización consistirá en hacer reconocer la importancia de las coordinaciones emergentes (como Preparadurías y Tutorías), o de cualquier otra unidad de trabajo creada bajo el compendio de normas de funcionamiento emanadas a partir del análisis desarrollado. Ello conlleva a la revisión de autoridad y responsabilidad de cada unidad de trabajo, delimitación del campo de acción y alcance de cada coordinación. La situación establece la Dimensión: Gestión y funcionamiento. Indicador: Funciones específicas a la naturaleza de las coordinaciones, Indicador: delimitación entre unidades de trabajo o coordinaciones, Indicador: Autoridad y Responsabilidad.

Atribución 4. Convocar y presidir las reuniones curriculares por ejes de formación, para la supervisión y análisis de la transversalidad curricular. Como responsables de cada coordinación, en el proceso de revisión, se deberá interactuar con la transversalidad curricular, para informar sobre el trabajo en fase I para el logro de información sobre las funciones de las coordinaciones, (como las de Preparadurías y Tutorías). Se especifican las siguiente dimensiones: Gestión y funcionamiento, Indicadores: Supervisión y cumplimiento, actividades y procedimientos, Plan rector (número de trayecto, requerimientos de los PNF) (ejemplo cuantos tutores, cuantos preparadores, que materias, en que trayectos, obligatoriedad). Dimensión: Perfil Académico, Indicadores: carga académica, estrategias académicas. Dimensión: Cultura Organizacional. Indicador: principios de comportamiento, vocación, dedicación, tolerancia, humanismo, responsabilidad valores, clima organizacional, desempeño. comunicación (órdenes e informes).

Atribución 5. Coordinar la elaboración del plan de transición para los cambios curriculares de los Programas Nacionales de Formación y Formación Avanzada.

- a) Continuar investigando situación curricular actual y articulando visión curricular y etapas de transición. Etapa II. Entrevista, elaboración, revisión y búsqueda de aprobación del Reglamento de Funcionamiento de Preparadurías y Tutorías.
- b) A medida que progrese el paso A, compartir y debatir con comunidad universitaria. Etapa III. Difusión del trabajo de coordinaciones, en el medio interno: por medio de folletos, pendones, artículos talleres, charlas, seminarios, jornadas de información. La difusión del trabajo de las coordinaciones deberá ser extensible a la comunidad, sede principal, extensiones, núcleos.
- c) Marchar hacia un documento de Modelo Curricular para ser aprobado oficialmente por el Consejo Universitario. Etapa IV. Aprobación por autoridades y publicación en gacetas o medios oficiales autorizados para ello el proyecto o reglamento finalmente que se obtenga.

Atribución 6. Diseñar, implementar y evaluar metodologías de enseñanza-aprendizaje. Asociado estrechamente con definición de modelo curricular, metodologías de mediación docente. Se deben transmitir a profesores las normativas de gestión curricular, con seminarios en función del perfil requerido y según el modelo curricular, para luego realizar proyectos de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje basadas en los requerimientos institucionales formulados por Alma Mater, los PNF de las carreras y el Plan de Desarrollo Integral de la Nación, los cuales serán evaluados posteriormente. El trabajo realizado o producto obtenido será requisito de obligatoriedad para ascensos y categorías.

Atribución 7. Llevar registro de los cambios curriculares practicados a la oferta académica de la Universidad:

- a) Iniciar investigación y organización para crear base de datos sobre histórico de cambios curriculares. Hacer registros sobre las características curriculares actuales, creando la base de datos con los perfiles, dedicación, carga de los profesores como inicio de las experiencias, para ir alimentando dicha base con los progresos exigidos a los profesores para ser tomados en cuenta para ascensos, dedicación y promociones a diferentes cargos.
- b) Cada coordinación aportará datos necesarios de profesores y la gestión realizada por éstos para alimentar la base de datos, convirtiéndose estos datos en fuentes primarias bibliográficas digitalizadas.

Atribución 8. Proponer cursos de mejoramiento y actualización docente en las áreas de diseño curricular, diseño instruccional, evaluación del aprendizaje, psicología educativa y otros de interés para el desarrollo curricular de la Universidad.

- a) Coordinar con Coordinador de Formación Docente la inclusión de los módulos que se desprenden de los contextos del modelo curricular. En la actualización docente, se deberá promover la cultura organizacional en los aspectos que la componen, conocer misión visión, estructura organizativa y de funcionamiento, generando en el docente pertinencia y proactividad, en base al perfil diseñado para preparadurías y tutorías.
- b) Cooperar con formación docente en el diseño, organización y realización de los módulos; diseño curricular, diseño instruccional, evaluación del aprendizaje, psicología educativa, con la finalidad de transmitir al profesor la importancia de la formación centrada en la responsabilidad formativa, objetivos y modelo educativo de los PNF de la UPTM. Cada coordinación, previo diagnóstico, establecerá los requerimientos necesarios en el perfil de acuerdo a sus actividades y modelo educativo de los PNF (ejemplo: qué se necesita formar, incentivar, motivar en los preparadores o en los tutores: misión de vida, motivación, pertinencia, hábitos de trabajo, habilidades y aptitudes, ética, métodos de aprendizajes, humanismo).

- c) Cooperar con formación docente en el diseño, organización y realización de los módulos de formación. Los profesores comenzarán la retroalimentación necesaria, dialogando y fomentando el compartir de experiencias formativas, sobre tutorías y preparadurías, lo que permitirá derribar barreras en aras de la comunicación efectiva y la sinergia organizacional. Todos los profesores que colaboren con esta modalidad formativa recibirán apoyo logístico y deberán ser reconocidos con respectivos certificados.

Atribución 9. Propiciar el seguimiento permanente de la malla curricular, planes de estudio, proyectos socio integradores y demás componentes curriculares, en función de la calidad y pertinencia académica. Una vez definas las actividades previo desarrollo de procesos investigativos, y con las consideraciones encontradas en el análisis, se podrán elaborar reglamentos y normativas de funcionamiento para las coordinaciones, tales como Tutorías o Preparadurías, desde la multidisciplinariedad de los PNFs.

Conclusiones

El análisis del reglamento y funcionamiento de la Coordinación de Gestión Curricular de los PNF y PNF Avanzados, propios de la Gaceta No 6321, origina una serie de actividades que dan forma a la transcomplejidad en la transformación universitaria, siguiendo un proceso de comprensión y reflexión como un método de validación para el ejercicio de la actividad académica universitaria en coordinaciones emergentes. Este análisis contribuyó con la sistematización de la gestión y funcionamiento de las coordinaciones, preparadurías y tutorías, dando prueba de la transformación universitaria en la UPTM Kleber Ramírez.

En función de la transformación universitaria que se viene analizando, la Coordinación de Gestión Curricular de los PNF y formación avanzada, contempla dentro de la gestión y competencias de su nivel jerárquico a las coordinaciones de Preparadurías y Tutorías, delegando en estas coordinaciones, actividades concernientes a su naturaleza, evidenciadas en el análisis realizado. Por tanto, se plantea la gestión de actividades educativas adecuadas a la nueva realidad del modelo educativo convenido, implicando una innovación en la gestión curricular coherente, con los engranajes de la transformación para la calidad académica dentro de un rol de mayor responsabilidad institucional, lo cual fue concretado con la aprobación del Reglamento de gestión y funcionamiento de cada una de las coordinaciones en 2023, entendiéndose como tales la Coordinación de Preparadurías y la Coordinación de Tutorías de la UPTM KR.

Referencias

- Atencio, L. (2011). La institución universitaria debe formar ciudadanos. En *Colección para la transformación universitaria* (pp. 205-212). Caracas: Centro Internacional Miranda.
http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/cim/20170102053754/pdf_201.pdf

- Carpio, L., Torres, G., Miranda, O., y De Calazans, J. (2021). Calidad educativa como base de la transformación universitaria. Encuentros. *Revista de Ciencias Humanas, Teoría Social y Pensamiento Crítico*, 13, 192-200. <https://encuentros.unermb.web.ve/index.php/encuentros/article/view/134/150>
- Carrillo, A. (2011). La transformación universitaria desde la cultura del poder. *Educare*, 15(3), 145-163. <https://revistas.investigacion-pelipb.com/index.php/educare/article/view/209>
- Castellanos, M. (2011). Democracia universitaria. En *Colección para la transformación universitaria* (pp. 255-259). Caracas: Centro Internacional Miranda. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/cim/20170102053754/pdf_201.pdf
- Castillo, H. (2017). La formación pedagógica del docente universitario. *Palermo Business Review*, (17), 65-73. <https://dspace.palermo.edu/dspace/handle/10226/2051>
- Córdoba, Y. (2011). Debate por la transformación universitaria. En *Colección para la transformación universitaria* (pp. 297-306). Caracas: Centro Internacional Miranda. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/cim/20170102053754/pdf_201.pdf
- Espinoza, E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado*, 15(69), 171-180. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&tlng=es
- García, C. (2001). Transición y transformación universitaria: Algunas ideas para el caso de Venezuela. Compendio. *Revista de Investigación Científica*, 1-13. https://www.academia.edu/26300332/Transici%C3%B3n_y_transformaci%C3%B3n_universitaria_algunas_ideas_para_el_caso_de_Venezuela_2001_
- Hillaraza, Y. (2013). La transformación en la investigación universitaria: un reto a ser asumido. *Didáctica y Educación*, 4(3), 95-108. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/185>
- Iovanovich, M. (2003). *Lecciones de Paulo Freire: Cruzando frontera: El pensamiento de Paulo Freire: sus contribuciones para la educación*. Buenos Aires: CLACSO. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/formacionvirtual/20100720092748/19iovanovich.pdf>
- Isea, J., Ianni, C., y Giménez, M. (2023). Transformación universitaria: hacia una gestión sostenible y praxeológica. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, edición especial*. <http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>
- Lanz, R. (2011). Las universidades como comunidades intelectuales. En *Colección por la Transformación Universitaria* (pp. 8-15). Caracas: Centro Internacional Miranda. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/cim/20170102053754/pdf_201.pdf
- Misión Alma Máter. (2009). *Decreto 6.650. Creación de la misión alma mater*. Gaceta Oficial 39148. <https://tugacetaoficial.com/leyes/decreto-de-creacion-de-la-mision-alma-mater-gaceta-39148-2009-texto/>
- Moncada, J. (2008). La universidad: un acercamiento histórico-filosófico. Ideas y Valores. *Revista Colombiana de Filosofía*, 57(137), 131-148. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2697057>


- Navarro, F. (2024). Origen de las universidades medievales: Cómo nacieron las primeras instituciones educativas. *Muy Interesante*. <https://www.muyinteresante.com/historia/63718.html>
- Observatorio Socialista de Venezuela. (2009). *Proyecto Nacional Simón Bolívar 2007/2013: Ética, democracia y política exterior, en el primer plan socialista de la nación*. <https://es.scribd.com/document/510080316/Plan-Nacional-Simon-Bolivar>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1998). Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción. *Educacion Superior y Sociedad*, 9(2).
- Pazos, D. (2024). *Normativas de gestión y funcionamiento de la coordinación de tutorías Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida, Kleber Ramírez conforme a la actual transformación universitaria* [Trabajo de ascenso]. Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida, Kleber Ramírez.
- Reglamento de Organización y Funcionamiento de las Universidades Politécnicas Territoriales. (2017). *Gaceta Oficial 6321 (Extraordinaria)*. https://pandectasdigital.blogspot.com/2017/08/gaceta-oficial-de-la-republica_4.html
- Regulación Programas Nacionales de Formación. (2008). *Resolución 2963 del Ministerio del Poder Popular para la Educación de la República Bolivariana de Venezuela del 13 de mayo del 2008*. http://apps.ucab.edu.ve/nap/recursos/PNF-Resolucion_2963%20del%2013-05-2008.pdf
- Roca, D. (2016). Manifiesto Liminar de la Reforma Universitaria de 1918. *Sistema Nacional de Repositorios Digitales*, 1-6. https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RDUUNC_54ee7aaf8f9ea5459a7f52ae47313be9
- Salgado, V. (2022). Control de las funciones administrativas aplicadas en una empresa. *Revista de Investigación Académica sin Frontera*, enero-junio, 15(37). https://www.researchgate.net/publication/359070163_CONTROL_DE_LAS_FUNCIONES_ADMINISTRATIVAS_APLICADAS_EN_UNA_EMPRESA
- Sanjurjo, L., Moya, C., y Piovani, V. (2020). Mesa Redonda: “Políticas de formación para la docencia de Educación Superior”. <https://www.aidu-asociacion.org/wp-content/uploads/2020/02/Mesa-Redonda-%E2%80%9CPol%C3%ADticas-de-formaci%C3%B3n-para-la-docencia-de-Educaci%C3%B3n-Superior%E2%80%9D.pdf>
- Sanoja, M. (2011). Hay que repensar la función de la universidad. En *Colección para la transformación universitaria* (pp. 65-70). Caracas: Centro Internacional Miranda. <https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/formacionvirtual/20100720092748/19iovanovich.pdf>
- Tünnermann, C. (2008). *Cambio y transformación universitaria*. Oaxaca: Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, Cartelas Editores–PGO, S.A. de C.V. <https://sajurin.enriquebolanos.org/docs/2974.pdf>
- Villaverde, M. (2008). Los orígenes de la universidad en Europa y los desafíos del futuro. En *IX Encuentros Internacionais de Filosofía no Caminho de Santiago* (pp. 185-196). Universidad de Santiago de Compostela. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/12899/CC-98_art_10.pdf

Viveros, S., y Sánchez, A. (2018). La gestión académica del modelo pedagógico sociocrítico en la institución educativa: rol del docente. *Universidad y Sociedad*, 10(5), 424-433.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v10n5/2218-3620-rus-10-05-424.pdf>

La Educación Permanente: una vía pertinente para el desarrollo humano

Permanent Education: a relevant path for human development

Beatriz Segura ¹

Tulio Carrillo ²

Universidad Valle del Momboy, Trujillo, Venezuela¹

Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolivariano de Mérida Kleber Ramírez, Mérida, Venezuela²

beatrizsegura1365@gmail.com¹

tuliocarr@gmail.com²

Fecha de recepción: 04/10/2024

Fecha de aceptación: 13/11/2024

Pág: 149 – 162

Resumen

La Educación Permanente es sin lugar a duda, una alternativa educativa para estos tiempos complejos, en la cual todas las personas sin distingo, han de prepararse, formarse y actualizarse, adquiriendo los conocimientos básicos, necesarios e idóneos para estar a tono con el tiempo de exigencias educativas laborales requeridas en el actual mundo globalizado. En este artículo se le otorga a la Educación Permanente ser la punta de lanza del progreso de las sociedades y es precisamente esta forma de educar, la que garantiza un nivel académico y formativo basado en procedimientos personales para insertarse en un mundo laboral exigente, cada vez más influenciado por el emprendimiento. En razón de ello, es una vía expedita que permite vivir con condiciones elementales cubiertas, emocionalmente estables, socialmente equilibradas; es decir, en plena armonía con el ambiente, redundando en progreso y Desarrollo Humano. En este sentido, el presente apartado muestra una reflexión sobre cómo la Educación Permanente puede constituirse en una vía para incentivar, lograr el Desarrollo Humano Sostenible.

Palabras clave: actualización, desarrollo humano, educación permanente, progreso, sociedad.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The Permanent Education is without a doubt, an educational alternative for these complex times, in which all people, without distinction, must prepare, train and update, acquiring the basic knowledge, necessary and suitable to be in tune with educational-jobs demands required in today's globalized world. In this article, Permanent Education is considered to be the spearhead of the progress of societies, and it is precisely this way of educating that guarantees an academic and training level based on personal procedures to enter a demanding world of work, increasingly most influenced by entrepreneurship. For this reason, it is an expeditious path that allows living with basic conditions covered, emotionally stable, socially balanced. That is, in full harmony with the environment, resulting in progress and Human Development. In this sense, this section shows a reflection on how Permanent Education can become a way to encourage and achieve Sustainable Human Development.

Keywords: update, human development, permanent education, progress, society.

Introducción

Al hacer referencia a la Educación Permanente es menester reflexionar sobre sus propósitos e importancia en el ámbito del Desarrollo Humano. Por cuanto su alcance, flexibilidad y características en el accionar educativo, cómo de su visión de formar y capacitar en cualquier momento de la vida, le otorga una distinción en el marco de atención e inclusión, en donde la edad, el contexto socio económico territorial, las condiciones de infraestructura, ámbito cultural y espiritual no son determinantes, sobre la oportunidad de formación y estudios tanto como de desarrollo intelectual, artístico o tecnológico.

Por ello, la Educación Permanente cobra relevancia como concepto educativo en constante evolución y de adaptabilidad en estos tiempos de cambios y transformaciones en los modelos sociales, económicos, productivos, direccionantes del desarrollo de las sociedades. De ello, se desatacan, que los avances vertiginosos de la ciencia y la tecnología obligan a la educación, como parte del macro sistema de vida humana ecológico, a estar en constante actualización con el fin de poder garantizar los derechos fundamentales del ser humano, para asumir los deberes emanados de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999).

De este documento sustancial, se subraya que el estado debe garantizar el derecho a la educación y a una calidad de vida idónea para todos los venezolanos, dando respuesta oportuna a lo expresado por Tunnermann (2010), quien expone sobre la Educación Permanente como:

“un proyecto global encaminado a reestructurar el sistema educativo existente, asimismo desarrollar todas las posibilidades de formación fuera del sistema educativo” (p. 3).

Se puede señalar a partir de esta afirmación, que el cimiento educativo permanente es la base en la formación para la vida, actualizando a la persona, no importando su edad. Pues, para la Educación Permanente, lo importante es formar al ser humano integralmente, construir sistemáticamente conocimientos a favor de sus necesidades, vocación, intereses, destrezas y habilidades, como ser individual.

En efecto se espera, además, que la persona demuestre, desarrolle o maneje competencias de impulso y conocimiento, al mismo tiempo de ser un vector de sapiencia para amoldarse a los cambios y compartir saberes, sintiéndose útil en la sociedad, en sus propias comunidades. Lo que de una u otra forma genera beneficios en su calidad de vida, al demostrar competencias de desarrollo para responder adecuadamente a las demandas de este mundo globalizado. El resultado de su accionar, redundará en ejercer los diferentes roles y tareas de forma óptima dentro de una organización productiva como de un emprendimiento.

Acercamiento a la Educación Permanente

Es conveniente comenzar este acercamiento con lo expresado por Amartya (2000) en la Asociación Multidisciplinar de Investigación Educativa, durante el tercer Congreso 2014, el cual hace referencia a la declaración de la UNESCO, como la organización idónea para brindar una definición certera sobre la Educación Permanente, esta declaración se refiere a la noción amplia, marcando el verdadero sentido de la Educación Moderna; como el porqué del proceso educativo, considerando su importancia durante toda la vida del ser humano y abarcando los diferentes aspectos que involucran el quehacer de las personas en sociedad.

Es por ello, que el concepto de educación permanente, es un elemento clave en este nuevo siglo, pues conduce a la noción de sociedad educadora o sociedad del conocimiento, como se ha llamado en nuestro contexto, el referido al estado docente en continua de formación, destacándose que todo momento es propicio para aprender, desarrollar las capacidades, habilidades y destrezas en la persona. Por medio de ello, resulta pertinente preguntarnos entonces, ¿Por qué la Educación Permanente puede coadyuvar a direccionar satisfactoriamente a la sociedad, en esta crisis de formación, actualización, capacitación la cual coarta significativamente el Desarrollo Humano?

Definitivamente la respuesta a esta interrogante, lleva a inferir que la Educación Permanente está impregnada de características tales como la dinámica de los procesos, la reflexión ordenada, la innovación y la integralidad; la cual permite una educación realmente flexible, para todos y todas, de fácil acceso y es para las personas que por voluntad propia quieren asumirla. Dando con ello, un plus educativo de envergadura, pero también de mayores oportunidades de educación

y formación conformada así mismo, por preceptos educativos que reconoce el hecho de ampliar las ofertas instructivas a las personas.

Caracterización de la Educación Permanente

De acuerdo a los diversos postulados, producto de congresos y declaraciones de la UNESCO (1986), se considera pertinente caracterizar algunos aspectos importantes de la Educación Permanente, abriendo la discusión epistémica de importancia en esta explicación. Los mismos se enumeran a continuación:

1. Está concebida como un marco globalizador constituido por el aprendizaje formal, no formal e informal, lo que da un margen de maniobrabilidad educativa amplia, por tanto, todo individuo puede, comenzar, continuar con procesos educativos que le dan la oportunidad cierta de educarse.
2. No limita el aprendizaje a una edad, aprende, estudia, se forma y capacita a lo largo de la vida.
3. Dada su amplitud formativa y flexible, está en condiciones de responder a las necesidades con gran diversidad de personas.
4. Dado que la esperanza de vida humana en los actuales momentos se ha prolongado; los conocimientos avanzan a pasos agigantados, hay mayor demanda de formación, actualización y capacitación para estar a tono con estos avances.
5. Dado su carácter integral, concibe a la persona como el centro del hecho educativo, localizada en un tiempo y lugar determinado.
6. Se interesa profundamente por el crecimiento de la persona en todas sus posibilidades y capacidades.
7. La proporción de los cambios científicos, tecnológicos, sociales, económicos, culturales han trazado un camino cualitativo, en que los nuevos conocimientos han trascendido hacia una visión de hombre, sociedad. Por ello, la flexibilidad que caracteriza a la Educación Permanente, son una premisa para contribuir al desarrollo humano armónico.
8. La Educación Permanente permite acercarse a un cientificismo basado en lo humano, donde la razón pura tiene que estar en pleno equilibrio con el sentido de la estética y trascendencia del hombre.
9. Así mismo esta educación tiene esencialmente un carácter además de integrador holístico del conocimiento, está basado en una síntesis ordenadora de la actividad humana, de allí, el papel del docente, profesor o facilitador se centra en el individuo que aprende.

10. Permite al sujeto objeto del aprendizaje la oportunidad de aprender, desaprender y reaprender continuamente entre otros aspectos que la caracterizan.

De acuerdo a lo antes expuesto, se evidencia la Educación Permanente como una vía educativa de formación continua para las personas, logrando el pleno desarrollo de todas sus capacidades, destrezas, habilidades; producto de sus vivencias, experiencias, sapiencias y la utilización adecuada como andamiaje en su formación o actualización. A partir de este hecho educativo, se vislumbra la posibilidad cierta de alcanzar un desarrollo humano sostenible, requerido tanto en cualquier sociedad, espacio físico, ambiental laboral, como en lo educativo y comunitario.

Así pues, el hecho educativo permanente implica brindar oportunidades en la construcción del conocimiento, para hacer frente a las diversas situaciones presentadas en la cotidianidad, siendo un ente dinámico tanto en su vida familiar como en el ámbito comunitario. Quien no espera pasivamente las soluciones a los diferentes problemas o situaciones de la vida, no piensa entonces, en respuestas dadas por terceras personas, sino que vienen mayoritariamente del empoderamiento de sí misma.

Desde esta perspectiva de la educación permanente, el Desarrollo Humano implica además de un alto valor humanista, la generación de indicadores de calidad de vida para desarrollar un perfil personal apegado a las buenas costumbres, un espíritu solidario empático, permitiendo sociedades de avanzadas. Este logro del Desarrollo Humano, está direccionado por la educación permanente en su propósito universal. Sin embargo, la Educación Permanente aglutina principios ontoepistemológico tales como la educación post progresiva, donde la organización del conocimiento y su perspectiva, inste a la formación de valores éticos, morales, dentro de paradigmas críticos, pues garantizan un hecho educativo amplio, flexible, integral que involucra a todas las personas a lo largo de la vida, estableciendo conjunción y armonía con el Desarrollo Humano.

En definitiva, la Educación Permanente para el Desarrollo Humano implica aumentar habilidades y destrezas en la persona, en cualquier etapa de su vida, impulsando sistemáticamente su potencial cognitivo, social, humano, reflexivo, en el que la toma de decisiones pueda trabajar en favor de una vida de calidad, digna, autónoma, exitosa y por ende en favor del desarrollo personal, social con la mayor suma de felicidad.

Diálogo reflexivo sobre desarrollo humano

Hacer referencia al Desarrollo Humano, necesariamente es ubicar a la persona como ente protagónico en la sociedad, en un espacio físico agradable, cómodo, con bienestar, gozando de estabilidad política, económica y social, con indicadores de calidad de vida, traduciéndose en incrementos de los bienes, con su ayuda se pueden cubrir las necesidades básicas de salud,

vivienda, educación, empleo estable; además, de convivir en entornos sociales respetando los derechos humanos.

En este mismo orden de ideas, el ambiente ecológico es un indicador importante al hacer referencia al Desarrollo Humano, con el cual se debe garantizar el equilibrio natural para que el ser humano se desarrolle tanto personal como socialmente, logrando participar dentro de la estructura productiva, a fin de alcanzar estabilidad socio emocional, o a groso modo considerando, el desarrollo del ser; para comprender, además, lo integral con lo holístico en todas sus dimensiones: alma, mente y espíritu. De allí que, al hacer referencia al ámbito natural, es necesario referir la importancia de su conservación, para cuidar nuestra casa, hábitat permanente: el planeta Tierra.

Al respecto, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNAPD) citado por Rosales (2017), define al Desarrollo Humano: “como el proceso de expansión de las capacidades de las personas que amplían sus opciones y oportunidades” (p. 4). Esta observación, se muestra en la Tabla 1 referida a los indicadores que, para efecto de este tema sobre el Desarrollo Humano, se deslata de lo económico como elemento característico y da paso a una comprensión holística e integral del ser humano y por medio de él, están presente en este contexto explicativo.

Al hacer referencia a la Tabla 1, se reflejan indicadores de desarrollo humano contextualizados y evidenciándose el proceso de integración o equilibrio de las condiciones de vida de una sociedad. Esto implica contar con los recursos suficientes a los accesos a cada sistema, dando al mismo tiempo, la oportunidad de desarrollar en los seres humanos las capacidades, potencialidades, expectativas individuales, teniendo una participación activa dentro del contexto comunitario. Por eso, hablar de desarrollo humano involucra, crecimiento personal, mente en evolución, espíritu sano, esencia tranquila. Dado que, una persona que esté en estado de equilibrio con su entorno familiar benéfico, laboral, comunitario, poseedor de las habilidades, destrezas personales, podrá de manera consciente desarrollar las habilidades ontológicas desde el ser.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, la persona demuestra desarrollo humano cuando manifiesta afecto, comprensión, solidaridad a los demás; también, cuando es capaz de conformar núcleos sociales cercanos con un perfil productivo social, para desenvolverse en un colectivo. Pérez y Merino (2021), por su parte lo refiere como sociedad y a la vez lo define como aquel “grupo de individuo marcados por una cultura en común, un cierto folclore y criterios compartidos que condicionan sus costumbres y estilos de vida y que se relacionan entre sí en el marco de una comunidad” (s.p.).

Tabla 1: Indicadores del Desarrollo Humano

Indicadores de Desarrollo Humano	Descripción
Educación de calidad	Educación de todos y para todos, basada en la formación de la persona en los diferentes ámbitos del conocimiento, en favor de las demandas actuales, bajar la brecha tecnológica, formar sobre principios humanísticos, éticos, morales, de paz y libertad.
Vida digna	Vivir plenamente con garantías de servicios básicos, educación, tener acceso a los servicios de salud, alimentarse, dormir bajo techo
Vida larga y saludable	Desarrollar esperanza de vida al nacer, tener mayor posibilidad de vida mas largo y gozar así de una vida sana y de disfrute con los seres queridos, con salud mental y una vida productiva
Empoderamiento de la mujer	Logro de una mayor autonomía en las diferentes actividades del seno de la sociedad, de participación activa en el sector económico, social comunitario, familiar, con desarrollo personal incluyendo tomas de decisiones acertadas y exitosas. Una mujer segura con habilidades y destrezas para hacer frente a los obstáculos que se presenten en la vida
Sostenibilidad socioeconómica	Capacidad de administrar recursos económicos que generen rentabilidad a largo plazo de forma responsable con la sociedad, con preceptos contables sanos, limpios desde el punto de vista contable, con eficacia y productividad, uniendo la tecnología y la innovación. Trabajar bajo los preceptos legales, de sostenibilidad, energías renovables, investigaciones, innovaciones, economía circular
Sostenibilidad ambiental	Capacidad de convivir en equilibrio con nuestra madre Tierra (la pachamama), pensar en la herencia del medio ambiente que le estamos heredando a las generaciones actuales y a las venideras. Trabajar en función a evitar el agotamiento de los suelos y su desertificación, la contaminación del agua el aire, la desaparición de glaciares, del agua dulce, el uso de combustibles fósiles, el calentamiento global. Promover la cultura y educación de reforestación, utilización de energías verdes.

Nota: Indicadores de Desarrollo Humano y su descripción
 Fuente: Elaboración propia (2024).

Consecuentemente, en el ámbito del desarrollo humano está la sociedad por intermedio de la antropología como ciencia social humana, que ha dado diversas clasificaciones en las que se encuentran las sociedades humanas, culturales, biológicas, laborales, de pares, tecnológicas. Pues bien, en este contexto de gran pluralismo se encuentra un mundo complejo, dinámico, cambiante, dialecto, enmarañado, una sociedad con altos niveles de incertidumbre. Sin embargo, se muestra igualmente, con diversidad de conocimientos, experiencias, culturas, lenguas, logros; a lo que Morín (1999), lo denomina enseñar sobre la condición humana, “lo cual implica situarlo en el universo y separarlo de él, para que, dada la conjugación de elementos enmarcado, en los aspectos sociales, económicos, personales, comunitario entre otros sean pertinente para el contexto en donde se desarrolla” (p. 21).

En medio de esta diversidad de pensamiento, se debe desenvolver la sociedad en una colectividad empoderada, con altos indicadores de calidad de vida, organizada, disciplinada,

ejemplar, educada, con valores, principios éticos, morales, con conocimientos pertinentes; en el que se avance en las diferentes áreas del quehacer humano con la ayuda de la educación permanente. Lo que definitivamente se alcanza por medio de una sociedad con altos niveles de desarrollo, no solamente económico y social, sino además humanos.

En este mismo orden de ideas, gracias a la dinámica social vivida en los últimos tiempos, el Desarrollo Humano se ha venido alejando de los parámetros basados sólo en la medición de indicadores de la economía, por tanto, se ha alcanzado avanzar en el desarrollo humano en la sociedad, cuando se adelanta hacia la existencia de un equilibrio en los aspectos social, cultural, emocional y espiritual de la persona. Al respecto, Amartya (citado por London y Formichella, 2006) señalan:

Para hablar del desarrollo de una sociedad hay que analizar la vida de quienes la integran, que no puede considerarse que hay éxito económico sin tener en cuenta la vida de los individuos que conforman la comunidad. El desarrollo es entonces el desarrollo de las personas de la sociedad. Por este motivo define concretamente: El desarrollo es un proceso de expansión de las capacidades de que disfrutaban los individuos (p. 18).

Tomando en consideración lo planteado por el autor, el Desarrollo Humano implica la formación integral de la persona bajo un ámbito social armónico de calidad, por intermedio de ella, a fin que tenga la oportunidad de construir sus propias realidades, hacer posible los proyectos que se place construir, replantearse o mejorarlos. Así mismo, tomar tiempo para permitirse desarrollar un pensamiento crítico, auto disciplinado, con el propósito de asumir responsabilidades personales y colectivas, para generar y alcanzar las metas planteadas. Ello, implica la capacidad de emprender nuevas experiencias de aprendizaje, así como del desarrollo de habilidades para mejorarse autónoma y sinérgicamente en su ámbito de acción socio comunitario, favoreciendo el crecimiento tanto individual como colectivo.

Dentro de este contexto, la Organización de las Naciones Unidas (2005) define el Desarrollo Humano como: “El proceso de expansión de las capacidades de las personas que amplían sus opciones oportunidades, progreso de la vida, bienestar humano, fortalecimiento de capacidades relacionadas con todas las cosas que una persona puede ser” (p. 16). Visto desde esta perspectiva, el Desarrollo Humano es un indicador de todos los logros que una persona puede vivenciar, accionar en el medio en donde se desenvuelve socialmente. Por lo cual, se considera fundamental empoderar a las comunidades donde hace vida, a través del Desarrollo Humano, y como vía idónea la Educación Permanente generando colectividades fuertemente desarrolladas, responsables de su calidad de vida, empoderadas de los procesos sociales, económicos, comunitarios, logrando así tener la oportunidad cierta de realizarse, cumplir sus objetivos, metas y propósitos.

Es importante resaltar, que en los actuales momentos se maneja la prolongación de la vida, como otro indicador importante, considerándola dentro del principio de calidad de desarrollo de una sociedad. La Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud, 2020) anunció que: “la población en general está teniendo vidas más prolongadas y saludables. La mala noticia es que la tasa de progreso global “es demasiado lenta” para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sustentable previstos para el 2030” (s.p.).

Toda esta situación se traduce en la necesidad de mayor capital social lo que, sin lugar a dudas, debe generar la educación. En efecto, la misma debe ser de calidad, respondiendo a las demandas de estas sociedades cada día más complejas, dialécticas, con una formación enmarcada en el aspecto tecnológico, en diferentes ámbitos educativos llámese formal, no formal e informal.

Ahora bien, es importante traer a la luz de este pensamiento, lo abordado en cuanto a la sociedad y el Desarrollo Humano, que los estudiosos de esta área enmarcada mayoritariamente en las ciencias sociales tienen como cierto: una dinámica investigativa desde la mirada de la antropología, la sociología, la ecología del Desarrollo Humano, la educación entre otros. No obstante, estas mismas disciplinas siguen estudiando a la sociedad y al ser humano, desde distintas perspectivas basadas en realidades humanas, para que se emprendan soluciones en y desde la colectividad; de este modo, puede existir un adecuado desarrollo humano que coadyuve a superar las desavenencias económicas, las dificultades políticas, las controversias religiosas, las desigualdades educativas, para dar con ello, paso a sociedades dinámicas, pujantes sustentables y sostenibles.

La Educación Permanente una alternativa para el desarrollo humano

Resulta oportuno, desde la perspectiva del Desarrollo Humano, tomar en cuenta la construcción del conocimiento en sociedades vulnerables, la cual dista de otras realidades; se evidencia marcadas desigualdades entre países con avances científicos, tecnológicos, marcando grandes diferencias entre las sociedades, destacándose países con mayores avances técnicos, especializados, educativos, en detrimento a los que no lo tienen. Igualmente, estas diferencias están presentes en las sociedades que conforman un mismo país.

Cabe reflexionar entonces sobre el papel protagónico de la educación en este contexto. Siendo evidente, el crédito que le pertenece a la educación por todos los avances que hasta el momento ha desarrollado; logros en diferentes áreas de conocimiento, llámese salud, tecnología, desarrollo empresarial, militar, económico, social, productivo entre otros. Pero sin lugar a dudas, la misma, también ha jugado un papel determinante en la formación de sociedades caracterizadas por indicadores de pobreza bastante marcados, con resultados poco satisfactorios debido a que no ha podido fomentar capacidades en las personas que les permitan construir esa anhelada igualdad de condiciones, para participar de los derechos humanos consagrados en

distintas sociedades, con alcance universal.

Como puede observarse, partiendo de lo manifiesto, la educación es la base para el progreso de toda la sociedad, formando las competencias para hacer frente a las realidades actuales en las cuales convive. Sin embargo, en casos como el venezolano, la educación, necesariamente debe responder con urgencia a las demandas sociales cada día más compleja, requiriendo de recursos materiales, económicos, capital humano, buscando estar a la par con los vertiginosos cambios tecnológicos y científicos, tipificado en los artículos 102, 103 y 104 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), los cuales expresan que la educación es un derecho humano y un instrumento de conocimiento científico, humanístico y tecnológico al servicio de la sociedad y todas las corrientes del pensamiento, la valoración ética del trabajo, la participación activa en los procesos de transformación social, el derecho a una educación integral, de calidad, permanente en igualdad de condiciones y oportunidades. Sumado al principio que demanda, se respete la obligatoriedad en todos los niveles o modalidades, con docentes de reconocida moralidad e idoneidad académica.

En efecto, los artículos 1 y 3 de la Ley Orgánica de Educación (2009) establecen los principios, valores, derechos y deberes del ámbito educativo, orientados por la axiología ética y moral direccionada hacia el humanismo, determinante de la transformación social; por tanto, estos principios están enmarcados en la democracia participativa, protagónica, de responsabilidad social para la igualdad de todos los ciudadanos y ciudadanas sin discriminación de ninguna índole; donde la formación para la independencia, la libertad y emancipación, la cultura de la paz, la justicia social, conduzcan a la sustentabilidad del desarrollo humano.

De acuerdo al articulado, se evidencia un vacío en cuanto al escaso desarrollo e implemento coherente de políticas educativas en los diferentes escenarios socio educativos, bien sea en lo formal como en lo no formal, siempre respondiendo con contundencia y premura a nuestra sociedad venezolana y al cumplimiento real de lo plasmado en la normativa legal vigente. Al respecto, Guzmán (2023) expresa:

La Sociedad Venezolana espera ver la síntesis de una nueva generación de Educadores; con la vocación, la mística y la ética de grandeza, requerida para la empresa de sacar a nuestra Educación de la crisis en la que se hunde cada vez más. Es decir, debemos ser protagonistas de las transformaciones sociales que surgen al calor de la interacción recíproca de la Revolución de las Ciencias y de las Técnicas con las Revoluciones Políticas, Económicas y Sociales, formuladas en el marco de las sociedades modernas, siendo sus finalidades la renovación de las esperanzas humanas. Hecho que involucra una ruptura definitiva con el pasado, como componente esencial en la construcción de un mayor margen para la libertad, que continúa siendo meta lejana, en la denodada lucha que anima la práctica de las mujeres y los hombres apremiados por las demandas de su época (p. 4).

Por las consideraciones anteriores, es importante reflexionar críticamente sobre las estadísticas una vez finalizado o comenzando un año escolar que muestran diversos organismos nacionales referente a la deserción escolar, ausentismo escolar en la educación primaria y secundaria, en el cual, los porcentajes de estudiantes que culminan la educación primaria, media o bachillerato son significativamente bajos, observándose que en el nivel universitario cada día está más deprimido. Cabe resaltar por tanto que, los datos estadísticos de FundaRedes (2024), destaca que el “55 % de ausentismo escolar está en los niveles de primaria y bachillerato al inicio del año escolar 2023-2024” (s.p.). Posiblemente esta situación obedezca entre otros aspectos, a la precaria situación económica que viven la población en general, incluyendo a los docentes venezolanos, por lo que en el mejor de los casos se ven en la necesidad de generar otras alternativas de empleo, buscando garantía de aumento en sus ingresos, para poder cubrir en parte las necesidades básicas.

Ahora bien, los autores estiman relevante exponer sobre la base estos datos, que la calidad académica es menor por cuanto las actividades académicas, se reducen a la mitad de la jornada diaria, aunado al dinamismo socio económico de los docentes, estado físico de las escuelas y liceos con evidentes carencias de infraestructura, de recursos didácticos; sumándose también, la situación de ausentismo docente, quienes han emigrado a otros países en busca de mejor calidad de vida, dejando serias cicatrices en el quehacer educativo. Asimismo, se puede observar con claridad el hecho que cada uno de los estudiantes se presentan en las aulas para retirarse a trabajar, pues manifiestan que son de recursos económico bajos, debiéndose ausentar, por no poder cubrir las necesidades básicas y, muchos otros se ven presionados a abandonar sus estudios.

Al respecto, Martínez y López (2023) expresan que:

Entre esta población venezolana de personal calificado que optó por emigrar, se encuentran profesionales en el área de la docencia, los cuales se enfrentan a una crisis de salarios que ha vivido el país en los últimos años, lo que les dificulta cubrir sus necesidades básicas en Venezuela. A partir del año 2014, se comenzó a observar un cambio en las instituciones educativas venezolanas debido al déficit de profesores que presentaban las escuelas a raíz de la emigración (s/p).

Esta situación descrita, propia de la sociedad venezolana, tiene gran impacto en los sectores vulnerables del país, pero en definitiva con mucha incidencia en toda la geografía nacional, dado lo marcado y significativo de las desigualdades socioeconómicas, trayendo consigo esta deserción en el área educativa, a las cuales se le pueden dar múltiples lecturas entre las que se destaca: vivir en un país con bajos índices competitivos, con sociedades marcadas por la ignorancia o analfabetismo tecnológico, sumado a la frecuente recurrencia de los indicadores de pobreza y acceso a los servicios básicos indispensable para el desarrollo humano en sociedades desarrolladas bajo estándares sostenibles y sustentables.

La reflexión anterior, resalta lo afirmado por las conferencias de la UNESCO en torno a la Educación Permanente, en esta línea: Elsinor (1949), Montreal (1960), Tokio (1972), París (1985), Hamburgo (1997) y Nairobi (1976), han contemplado un panorama desolador de países con educación precaria, sociedades con bajos parámetros en sus indicadores de desarrollo, medidos a través del progreso económico, social, educativo y de salud. Con resaltante intención de asumir la Educación Permanente, como una alternativa educativa de envergadura para buscar soluciones en el campo formativo, de actualización o continuidad dentro de los espacios donde la educación formal ha dejado vacíos en la formación integral de las personas.

Igualmente, Ríos (2003) considera que la UNESCO ha promovido estas conferencias con el fin de resaltar la Educación Permanente como el mecanismo más asertivo para edificar un futuro para la humanidad, al garantizar una educación integral y permanente. En definitiva, la educación permanente con los aspectos formativos que la caracteriza, como son: la capacidad de restaurar los sistemas educativos, posibilidad de integrarse tanto dentro como fuera del sistema educativo, finalidad de desarrollar una educación permanente inclusiva para la actualización continua en cualquier área del conocimiento. Lo manifiesto, se proyecta con intención de garantizar el crecimiento personal, laboral, comunitario, promoviendo la libertad e igualdad social, lo cual está en concordancia con el desarrollo humano, convirtiéndose así en una alianza consona para lograr una calidad de vida a tono con los requerimientos del entorno social en que se desarrolla la persona.

Conclusiones reflexivas

Al hacer referencia a la Educación Permanente como vía para el Desarrollo Humano, se está partiendo de la premisa de la educación como base para que las personas y la sociedad en general se formen, adquieran las habilidades, destrezas, conocimiento para hacer un cambio de conducta positiva, dada la oportunidad que tienen para desarrollar el poder de discernimiento, así como un pensamiento racional, crítico, reflexivo y creativo.

Es evidente, que la Educación Permanente da la oportunidad para que los ciudadanos en edad escolar, universitaria o no, tengan las mismas posibilidades de formarse, capacitarse y actualizarse, contribuyendo grandemente al acercamiento de una sociedad igualitaria, culta, educada y formada en las diversas áreas del conocimiento; pero también respondiendo a las necesidades demandadas por la sociedad actual, todo esto bajo la deducción que el hombre aprende a lo largo de la vida incluso hasta su muerte.

De hecho la Educación Permanente contribuye al desarrollo humano, al garantizar una educación integral, para abordar indicadores que apunten a una mejor calidad de vida, traduciéndose en realidades sociales prosperas, donde se ostentan empleos estables, personas con posibilidades reales de actualizarse o capacitarse permanentemente, de emprendimientos con sostenibilidad que garantice oportunidades para cubrir las necesidades de vivienda, salud,

recreación aspectos que le dan al ser humano tranquilidad y estabilidad, lo que se convierte en un desarrollo humano con posibilidad de trascender dentro del equilibrio de desarrollo ecológico.

Finalmente es preciso destacar que, si la persona se empodera de sus proyectos de vida, trabajando en función de tener estabilidad laboral, personal, espiritual, será un ser humano emocionalmente equilibrado, con prevalencia de valores éticos-sociales, que en su conjunto y articulación engloban el desarrollo humano; al constituirse en un factor de alta significatividad, en una línea de investigación desde la Ecología del Desarrollo Humano.

Referencias

- Amartya, S. (2000). *Desarrollo y Libertad*. Editorial Planeta.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Gaceta oficial* 36.860. Promulgada el 15 de diciembre de 1999.
- FundaRedes. (2024). *El deterioro de la educación pública venezolana 2018-2023*. <https://fundaredes.org/revista/2023-El-deterioro-de-la-Educaci%C3%B3n-P%C3%BAblica-Venezolana-2018-2023.pdf>
- Guzmán, C. (2023). Educación y Realidad Social. *Revista Educación*. <http://servicio.bc.uc.edu.ve>
- Ley Orgánica de Educación. (2009). *Gaceta oficial* 5.929 promulgada el 15 de agosto del 2009.
- London, S., y Formichella, M. (2006). El concepto de desarrollo de Sen y su vinculación con la Educación. *Economía y Sociedad*, 11(17), 17-32. <https://www.redalyc.org/pdf/510/51001702.pdf>
- Martínez, M., y López, R. (2023). Impacto de la emigración de docentes venezolanos de educación inicial en la gestión escolar. Caso: instituciones privadas del municipio Baruta. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 9(18). <https://doi.org/10.55560/arete.2023.18.9.7>
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para el futuro*. Organización de las naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura.
- Organización de las Naciones Unidas. (2005). *Desarrollo Humano*. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr05spcomplete.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Esperanza de vida en México*. <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Esperanza-de-vida-en-Mexico-crecio-a-76.6-anos-informa-la-OMS-20200513-0144.html>
- Pérez, J., y Merino, M. (2021). *Sociedad - Qué es, características, propiedades y orígenes*. <https://definicion.de/sociedad/>
- Ríos, M. (2003). El contenido de la Educación Permanente en las conferencias mundiales de la UNESCO. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, (10), 281-297. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1079242.pdf>

- Rosales, M. (2017). El desarrollo humano: una propuesta para su medición. *Aldea Mundo*, 22(43), 65-75. <https://www.redalyc.org/journal/543/54353312007/html/>
- Tunnermann, C. (2010). La educación permanente y su impacto en la educación superior. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 1(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-28722010000100008
- UNESCO. (1986). *La Enseñanza y El Aprendizaje. I. Nuevas Perspectivas. (Traducción de Jorge Ferreiro).*

El relato autobiográfico y el portafolio: Recursos para el crecimiento del ser

Autobiographical story and portfolio: Resources for the growth of the self

Nizza Salas ¹

Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista, Mérida, Venezuela¹
nizzasalas@gmail.com¹

Fecha de recepción: 13/09/2024

Fecha de aceptación: 11/10/2024

Pág: 163 – 174

Resumen

El uso del relato autobiográfico y el portafolio para el aprendizaje y la evaluación se está convirtiendo en algo cada vez más habitual en los procesos de acreditación en el país. En la modalidad de educación de jóvenes, adultos y adultas, específicamente en el Instituto Nacional de Capacitación y Educación Socialista (INCES) del estado Mérida, bajo un ambiente andragógico, estos documentos son la vía a transitar para detectar las cualidades y potenciar la autonomía de los participantes; a través de la reflexión sobre los procesos de su propio recorrido académico formal o no formal, garantizando su permanencia y culminación de estudios de bachillerato. En el presente ensayo, se muestran las bondades de estos instrumentos de autoevaluación del aprendizaje, así como la utilidad y satisfacción que ambos generan. A su vez, se muestran las producciones de una participante como evidencia de los procesos de construcción de estos textos narrativos, propios de la investigación etnográfica, que potencian la libertad, la indagación de lo aprendido, el crecimiento individual y la consciencia respecto a los saberes y haceres adquiridos a lo largo de la vida. Como resultado, el relato autobiográfico y el portafolio tienen un alcance significativo para la culminación formal de estudios, la autorrealización, el crecimiento del ser, la concreción de habilidades y destrezas, el aporte a las comunidades, el desafío de seguir aprendiendo, el empoderamiento y el fortalecimiento de la autoestima, todo esto gracias a la elaboración de historias de vidas originales y únicas que descifran el cielo ontológico del ser.

Palabras clave: acreditación, investigación etnográfica, portafolio, relato autobiográfico.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The use of an autobiographical narrative and portfolio for learning and evaluation is becoming more and more common in the accreditation processes in the country. In the modality of youth and adult education, specifically in INCES in the state of Merida, under an andragogic environment, these documents are the way to detect the qualities and enhance the autonomy of the participants; through the reflection on the processes of their own formal or non-formal academic journey, guaranteeing their permanence and completion of high school studies. In this article, the benefits of these learning self-evaluation instruments are shown, as well as the usefulness and satisfaction that both generate. At the same time, the products of a participant are shown as evidence of the processes of construction of these narrative texts, typical of ethnographic research, which enhance freedom, the inquiry of what has been learned, individual growth and awareness of the knowledge and skills acquired throughout life. As a result, the autobiographical story and portfolio have a significant scope for the formal completion of studies, self-realization, growth of the self, the realization of skills and abilities, the contribution to communities, the challenge to continue learning, empowerment and strengthening of self-esteem, all this thanks to the elaboration of stories of original and unique lives that decipher one's own ontological ceiling.

Keywords: accreditation, autobiographical narrative, ethnographic research, portfolio

Contexto histórico de la acreditación en Venezuela

A partir del año 2015, en el programa Bachillerato Productivo INCES del estado Mérida se han ido construyendo, consolidando y formalizando experiencias de acreditación de saberes y haceres en la modalidad de educación de jóvenes, adultos y adultas, que por innumerables motivos, no lograron culminar sus estudios de educación media. Esta iniciativa nace para dar respuesta, acoger a esta población, darle apertura a un proceso distinto más pertinente; con la intención de enfocarse en los intereses y los aprendizajes previos de los participantes. Entendiendo que, éstos tienen como prioridad la familia, el trabajo e intereses múltiples relacionados con el desarrollo socio productivo.

En el ámbito de la acreditación en Venezuela, existen algunos precedentes que fortalecieron esta iniciativa, siendo referentes para iniciar con la acreditación de saberes y haceres en el programa, los siguientes:

El proceso de acreditación de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), creado bajo la denominación de Programa de Acreditación del Aprendizaje por Experiencia (PAAPE) en el año 1981; su sustento teórico y metodológico se deben a sus fundadores: Félix Adam, Sebastián Díaz, entre otros, quienes nutrieron sus aportes con los postulados de la escuela progresista, la andragogía, la educación para adultos y la educación permanente.

La Misión Cultura Corazón Adentro, creada en el año 2005, con una propuesta de acreditación de aprendizaje por experiencia para los activadores culturales a propósito de la creación de la licenciatura en Educación, mención Desarrollo Cultural, se creó para garantizar el acceso masivo a la cultura, contribuir con la divulgación y creación de las manifestaciones culturales populares, a partir de sus propios patrones de valoración cultural que tenía la intención de rescatar y preservar las tradiciones culturales (Salas, 2024).

Por último, el Programa de Estudios Abiertos (ProEA) de la Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez (UPTMKR) creado en el año 2014, en esta casa de estudios se afirma el reconocimiento al patrimonio de vida de cada participante en las distintas áreas del desarrollo humano, trata de organizarlos históricamente, y darle sentido a través del relato autobiográfico y el portafolio. En su esencia, va más allá de acreditar experiencias, se dedica a desarrollar dentro de una comunidad de aprendizaje las adquisiciones cognitivas e intelectuales de cada uno de sus integrantes, implica una actividad reflexiva, bajo un enfoque netamente humanista.

Punto de partida para el proceso de acreditación

Teniendo en cuenta los valiosos aportes en los procesos de acreditación y reconocimiento de saberes en el país, el equipo gerencial - académico del INCES, en función de aportar a la Consulta por la Calidad Educativa, en el capítulo de educación de jóvenes, adultos y adultas en el año 2015, propone implementar la acreditación de saberes y haceres como una estrategia atractiva, además de pertinente para la población. A partir de allí, se logró dar inicio a esta maravillosa oportunidad que a lo largo de estos años ha atendido a más de 600 participantes que han culminado sus estudios, egresando como bachilleres productivos. Dicho proceso, es entendido dentro del programa como un elemento innovador en educación media, que reconoce los saberes ancestrales, los aprendizajes contruidos por reconocidos cultores populares, artistas, campesinos, constructores, tecnólogos populares, entre otros.

Para formalizar esta propuesta se publica la Circular N° 003 (2016), de fecha 02 de febrero de 2016, desde el Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE), que considera la acreditación y certificación de conocimientos por experiencias basado en la complementariedad de saberes y haceres, a través de la aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje, valorando los espacios geográficos, las tradiciones, saberes, acervos culturales, concretado a

través de un modelo educativo cónsono con los principios establecidos en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) y la Ley Orgánica de Educación (2009). Es así como en el año 2016, por primera vez en el programa, egresan 201 participantes provenientes de distintos municipios del estado Mérida, con amplia trayectoria en artes y oficios, a través de la elaboración del relato autobiográfico y el portafolio como evidencia formal para valorar los conocimientos obtenidos, que son superiores a los exigidos en un perfil de bachiller.

En este transitar formativo, de carácter andragógico, las vivencias sumadas al abanico de actividades realizadas para el proceso de acreditación, han sido satisfactorias en cuanto a la contribución de los mismos participantes, con el acompañamiento de sus facilitadores, quienes en conjunto van apuntalando experiencias de aprendizaje recíproco. Sin embargo, es a través del ejercicio introspectivo, de la reconstrucción histórica, de la autoreflexión, la autoaceptación y el autoreconocimiento, expresado por cada uno de los participantes en dos documentos base, que fluirá el proceso formativo y que se conducirá hacia la acreditación, estos documentos base son: el relato autobiográfico y el portafolio de saberes y haceres.

El relato autobiográfico

Es entendido como una obra artística, en la cual el artista y su modelo coinciden, en un encuentro del ser humano con su propia imagen, la imagen del otro yo, o el doble del ser, pero esta vez más frágil, se puede decir que más vulnerable, que se reviste de un carácter sagrado convirtiéndose en un ser fascinante (Gusdorf, 1991). En él, quien lo narra descubre características más allá de todas las imágenes que se puedan proyectar en su memoria, para reconstruir y consolidar su identidad a través del tiempo.

Se convierte entonces, en un recurso idóneo para encontrarse consigo mismo, conocerse y comprenderse, representa una forma de reconstruir la identidad a partir de las reflexiones que realiza el participante sobre su vida, como sujeto que interactúa en una determinada cultura. Es una escritura personal en la que se da un encuentro entre lo que se conoce con las historias más íntimas. Indaga en las fibras más profundas, en los sentimientos, percepciones e ideas; cuando se escribe el relato autobiográfico se cuentan experiencias pasadas, vivencias memorables, recuerdos entrañables, éstos, son seleccionados, con un hilo conductor que les da sentido junto a respaldos como fotografías, videos, diarios, documentos, grabaciones, entre otros, que fortalecerán cada una de esas experiencias, convirtiéndolas finalmente, en historias mágicas, genuinas y dignas de ser contadas por quien las vivió.

Sobre este documento, (Gutiérrez, 2010) expresa dentro de sus funciones, que ayuda a distinguir especificidades de los géneros, a autorregular las competencias lingüísticas y, sobre todo, ayuda al participante a descubrir un medio único para indagar introspectivamente sobre su propia vida, en un viaje interior lograr revelar, reconstruir y compartir la propia identidad. En este momento crucial de la presentación del relato autobiográfico, el participante

está expresando la teoría de su mundo, los significados a partir de sus experiencias, está trascendiendo a unos niveles de autoreflexión y autovaloración significativos que caracterizan este modelo formativo. Sucede entonces, una transformación que supone la revisión de lo se ha hecho a lo largo de la vida, lo que se quiere, lo que se siente, hasta dónde se ha llegado y la proyección de lo que se quiere alcanzar.

En la experiencia del autor como coordinadora del programa Bachillerato Productivo INCES, han sido incontables las lecturas autobiográficas realizadas, adentrándose en cada universo de cada ser, indagando y construyendo perfiles junto a cada participante a través de sus historias de vida, realizando un estudio etnográfico, que (Murillo y Martínez, 2010) afirman que consiste en descripciones detalladas de situaciones, personas, interacciones y comportamientos que son observables. Incorpora lo que los participantes dicen, sus experiencias, actitudes, creencias, pensamientos, reflexiones tal como son expresadas por ellos mismos. Es decir, trata de captar el sentido que las personas dan a sus actos, a sus ideas, a su mundo. El autor se acerca a la interioridad humana para lograr ver más allá de lo superficial, concediéndole a este proceso un significado complejo, en el que están tejidos los contextos socioculturales.

Más adelante, culminada la elaboración del relato autobiográfico para el momento de la acreditación, (entendiendo que es un producto inacabado, que está en constante construcción), que da cuenta de la vida de los participantes, los sucesos más impactantes y anécdotas memorables que marcaron sus vidas, los aprendizajes obtenidos, fundamentalmente su esencia como seres humanos. Se procede a realizar el portafolio, que resulta de profundizar los saberes y haceres obtenidos, detallando los trayectos andados para alcanzarlos (laborales, académicos, casuales, entre otros), cómo se aprendió (de manera formal o no formal) aspiraciones a futuro, en fin, todo aquello que se pueda decir y compilar sobre los conocimientos obtenidos. Ambos documentos introspectivos: relato autobiográfico y portafolio, son socializados ante el grupo de participantes, equipo docente e institucional que apoya, respalda, atestigua, valorando lo que se está presentando.

En el presente artículo, se mostrarán extractos de los documentos requeridos para la acreditación por parte de una participante que egresó como bachiller, que servirán como soportes a los aspectos que deben prevalecer en la construcción del relato autobiográfico y del portafolio. Es importante señalar que, los textos de la participante transcritos como muestras, conservarán la forma en que fueron escritos, pero se usará un seudónimo como resguardo a su identidad.

Reconstruir y narrar la existencia

El relato autobiográfico es la oportunidad de reivindicar lo que se es, a través de su construcción, se recurre a la investigación, sobre todo en los primeros años de vida, en los que no hay suficientes recursos en la memoria, esto servirá como punto de partida para esa historia. Es, inclusive, una excusa que permite la interacción del participante con sus padres y familiares,

para ampliar la información y descubrir nuevas anécdotas sobre sus primeros años. Igualmente, constituye una oportunidad para valorar y rescatar prácticas familiares y ancestrales, o para indagar, escudriñar en los procesos sociales, históricos, políticos, geográficos, culturales que conllevaron a tomar decisiones familiares, cambios, aperturas a nuevas vivencias. Es entonces un ejercicio para pensarse, estudiarse, escribirse, analizarse e interpretarse. A continuación, se extrae un párrafo de los primeros años de vida, contenidos en el relato autobiográfico de Luz Vergara (2017):

Belén de Umbría, un hermoso pueblo cafetalero asentado al norte de Colombia, en el departamento de Risaralda, es el pueblo donde nací un 18 de Mayo con el cantar de los gallos, a las 6 de la mañana, en la casa humilde de mis padres y atendida por mi madre, quien ya lo había hecho siete veces, dando a luz a siete y hijos e hijas, hermosos y sanos pese a sus deseos manifiestos de querer morir en cada experiencia materna. Mi madre tenía siete hijos que con gran esfuerzo sacaba adelante, cuando se embaraza por octava vez, acosada por la situación de pobreza y la angustia de no poder con otro hijo intenta abortar por diferentes medios, pero vence la vida y nazco yo: Luz Vergara, y nazco sana, y con muchos deseos de vivir, y ya con dientes según dice mi madre resultado de comer cascara de huevo durante el embarazo. Mi madre Blanca Emelina dedicada a los oficios del hogar, acompañada por Omar mi padre obrero que casi no permanecía en casa.... durante año y medio disfrute de la exquisita y nutritiva leche de mi madre, que iba a ser interrumpida por el nacimiento de la hermana número nueve “Jenny”. Para el momento ya mi padre no estaba en casa, y con Jenny de seis meses, mi madre decide salir en busca de trabajo a Venezuela y nos deja bajo la responsabilidad de mi hermana mayor “Gloria” adolescente de 13 años, mi hermano varón de 15 años decidió irse de la casa.

En este extracto, Luz hace un recuento sobre su nacimiento, la vida en sus primeros años, además de la realidad que había en su entorno, las condiciones socioeconómicas, las decisiones familiares y las repercusiones de todo esto en su vida. La participante, de una manera precisa hace un resumen de su perspectiva de aquellos momentos, siendo libre para escribirlo, sin ninguna estructura previa dada por los facilitadores, eligiendo por cuenta propia qué contar, considerando las palabras necesarias para referirse a sí misma en primera instancia. Este es el preámbulo para poder expresar lo que se es, es tan significativo porque es investigado, explorado, descubierto y reconstruido para darle forma a una interesante historia de vida.

Seis años transcurrieron para reencontrarnos con mi madre, impactante encuentro, no la reconocíamos, había preparado en estos años las condiciones para unirnos en Venezuela, no fue nada fácil cruzar la frontera, apenas teníamos el sueño de llegar pero sin documento alguno y sin un adulto que respondiera por nosotros casi era imposible... días después de partir de Belén de Umbría, amanecemos en “El Guarataro”, un popular barrio caraqueño y casi de inmediato nos incorporamos a estudiar en una Escuela llamada “Juan Manuel Cajigal”, de la que apenas

recuerdo...Dos años más tarde... allí en la escuela “Armando Reveron” estudie la primaria completa pero aun sin documentos y ahora egresada, no tenía posibilidad alguna de continuar, estudio la secundaria formalmente, dada las condiciones de nacionalidad que generaba, ahora sí, adolescente con mucho miedo e incertidumbre.

Resignada al encierro preventivo al que estaba condenada, el arte me sirvió de refugio y me acerco a la música a través de una de mis hermanas que era amante de dicho arte. Llegan a mis manos en esa época la revista del “Meridianito”, complemento infantil de un diario capitalino llamado “Meridiano”, y dirigido a la promoción y divulgación de las distintas manifestaciones artísticas descubrí en sus páginas que en mi interior habitaban genios del arte que gritaban por salir y comencé a pintar hermosos cuadros que colgaba en la pared de mi humilde cuarto y calmaba los gritos de los genios, y creaba objetos con mis manos... Con trece años y fuertes inclinaciones hacia la música, la pintura, la escultura y a cuanto arte se refiere, sentí la necesidad de darle forma a tanta turbulencia creativa y yo misma saltando todos los requisitos legales y administrativos, me inscribí en el Instituto “Vinicio Adames” en el museo de Bellas Artes en Caracas en un grupo de teatro...(ver Figura 1). Con perseverancia, honestidad, disciplina y mucha dedicación logro iniciar estudios en la Escuela de Artes Plásticas “Pedro Ángel Gonzales”. Allí con 18 años estudio diseño arquitectónico, diseño publicitario y obtengo el título de “Técnico Medio en Artes Visuales”, acreditación que no recibo por mi condición “indocumentada”.



Figura 1: “La mirada interna”, pintura al óleo
Fuente: Autobiografía de Luz Vergara (2017)

Se considera que el relato autobiográfico, como texto libre, quien lo escribe, en este caso el participante INCES, hace especial énfasis en los episodios más significativos de su pasado, ya sea porque marcaron un hito en su vida, fueron decisivos para su desarrollo en un área o porque lo marcaron específicamente, sea de manera positiva o negativa y; lo recrea en su escrito con el fin de liberar todos estos sentimientos. En el caso de la participante Luz Vergara, tuvo la potestad de jerarquizar de acuerdo a su criterio los eventos más predominantes en su vida, detallando según su necesidad de explicar lo que quiere profundizar de su intimidad y darlo a conocer. En este caso particular, fue excelente su desenvolvimiento durante el año escolar, destacándose en el arte; en su relato se evidencia las raíces de tal talento, pero también ese sentir de frustración, por no poder formalizar esos aprendizajes por los impedimentos propios de las condiciones legales e históricas de ese momento.

En el relato autobiográfico son importantes las vivencias del contexto educativo, pues forman parte esencial del ser, develan en algunos casos el éxito o el fracaso en la escolaridad, pueden representar un trauma o una vía para la superación personal y profesional. Además, narrar sobre dicho contexto, se convierte en un insumo importante para el facilitador, le aportará insumos para orientar actividades que promuevan la superación y el desenvolvimiento académico.

Ahora con 27 años con gran respeto pero poco conocimiento del ballet, no mostraba mucho interés en el área por considerar mi edad una limitante para iniciarme en tan comprometedor arte. Aun así, participé en la audición y sorpresivamente califiqué, ¡Tú naciste para la danza! ¡Qué bien lo haces! Ni yo ni la maestra podíamos creerlo iniciarme a los 27 años cuando la visión tradicional considera que una bailarina a esa edad está de egreso. Me llego el momento de gran decisión, ¿La música o la danza? Y la decisión que tomé cambio el rumbo de mi vida, tendría que concentrar todos mis esfuerzos en recuperar los años “perdidos” en el área, dejar de hacer otras cosas que me llevaban tiempo que necesitaba para ello, y me dedique por entero entonces al ballet, ... convirtiéndome en la mano derecha de mi maestra que se esmeraba día tras día en enseñarme el don de una buena maestra, me entrenó como docente ... me formó técnica, emocional y humanamente... acrecentando mis esperanzas y modificando mi visión del mundo y de su gente.

Cuando se escribe el relato autobiográfico, el autor puede develar en ella, deseos y decisiones de superación de adversidades, con un toque mágico demostrar la consciencia que tiene sobre las consecuencias de las mismas. De esta forma, tendrá en su contenido, valoraciones y agradecimientos por las experiencias de vida familiar, laboral, formativa, de superación, de salud, entre otros. Es así, como el relato autobiográfico va a permitir que el participante aprecie positivamente lo acontecido en su vida, los logros alcanzados a partir de su accionar; como un ejercicio reflexivo que evalúa las capacidades, habilidades, fortalezas y competencias adquiridas en su camino, es también un instrumento ideal para sanar, para aceptar, perdonar, tener una visión más amplia en la que la solidaridad, el perdón, la compasión, el reconocimiento por lo vivido eleva la autoestima del ser.

Generación del autoconcepto a partir de la construcción del portafolio

Referente al portafolio, Parra (2018) expresa que: “el portafolio es lo que uno porta y lo que soporta” (p. 11). Pero, ¿qué porta? encuentros, experiencias, procesos, aprendizajes. ¿Y qué soporta? los aprendizajes adquiridos, que se van arraigando, haciéndose conocimiento. El portafolio viene a ser ese marco teórico del participante, relacionado con lo que ha aprendido a hacer, en el que se establece una relación de retroalimentación entre el saber y el hacer, para poder develar mejor de que esta hecho el ser. Construir este portafolio, ya con un recorrido hecho en la concreción del relato autobiográfico, nuevamente motiva al participante a recorrerse, conocerse, sentirse, sincerarse, hablar con propiedad sobre lo que sabe hacer, inclusive con el lenguaje técnico y con la seguridad de lo recorrido durante su vida, asumiendo una postura de pertenencia del conocimiento, en la que puede decir: yo sé hacer...yo conozco sobre, yo fabriqué, yo diseñé, yo soy responsable de, entre otros.

El detalle que faltaba para completar mi proyecto de vida, una familia. Creamos la “Academia” que recién cumplió 5 años funcionando en la ciudad de Mérida... Allí, con la asistencia permanente de 120 niñas y adolescentes con un promedio de 4 presentaciones al año. Dirijo la Academia desde su creación y mi esposo está a cargo de la producción y la publicidad. Desde mis inicios en el mundo de la danza como estudiante me confeccionaba mis vestuarios dadas las limitaciones económicas para adquirirlas en el comercio, fue así que en el momento de crear la academia poseía experiencia valiosísima en el diseño y elaboración de vestuarios y uniformes de danza y ballet, confección de zapatillas y de diseño y elaboración de escenografía e indumentarios (tocados, máscaras, coronas y otros detalles).

En la actualidad... el vestuario, uniformes, zapatillas, escenografía e indumentaria son diseñadas y elaboradas en totalidad por mí. Aparte de esta gran responsabilidad, realizo el trabajo de administración de la academia. Iniciamos en el mes de julio con un plan vacacional para captar matrículas y sorprendentemente 60 niñas llenaron nuestro plan de las cuales muchas se quedaron como alumnas regulares del lapso que se avecinaba. Había que planificar lo que “queríamos hacer” A partir de este momento, donde, quién, cómo, cuándo y en cuanto tiempo, definir objetivos, metas, recursos físicos, humanos. Crecía la academia, los procesos administrativos exigían adaptarse a las nuevas circunstancias... La dinámica de la academia modifica paulatinamente la estructura y ahora necesita un “gerente” “director” “administrador” “dirigente” o como nos guste llamar al que obligatoriamente debe orientar, marcar, o dirigir el rumbo de la academia.

Para realizar el portafolio no existe una estructura como norma, pues al igual que el relato autobiográfico es de libre redacción, éste va a demostrar, no solo la esencia del participante, sino además, cómo estructura su conocimiento, cómo le da prioridad a lo que sabe hacer, estableciendo categorías y un orden según la importancia que le otorga. En ambos documentos

esta intrínseco lo ontológico (estudio del ser), lo heurístico (ciencia del descubrimiento) y lo axiológico (estudio de los valores), dimensiones que no especifica el participante pero se reflejan a medida que va redactando su portafolio. No existe limitación en cuanto la variedad de elementos que el participante puede agregar a su portafolio para demostrar que en su trayectoria de vida hubo aprendizaje.

En el año 2015 y con la asesoría de mi maestra Martha Gómez, mi esposo y yo creamos el 1er Concurso Nacional de Danza Clásica, Neoclásica y Contemporáneo Mérida 2015, evento dirigido a todos los ejecutantes de danza clásica y contemporánea del país, evento que logra atraer a más de 320 bailarines y 32 academias del país. Convocando más de 1200 espectadores y movilizandando unas 700 personas a la ciudad de Mérida. En el evento no solo competieron los participantes sino que recibieron talleres y fueron evaluados por destacadas figuras en el Mundo de la Danza. Dando un gran aporte a este arte en nuestro estado y nuestro país.

A medida que se va desarrollando este recurso, quien lo realiza podrá respaldar lo que relata a través de evidencias como fotografías, certificados, publicaciones, entre otros. Estas evidencias no siempre existen, por tanto no es una regla obligatoria, pero se evidenciará los conocimientos con la propiedad y el dominio con que el participante se exprese. Es importante en todo momento la reflexión de lo aprendido, para que el documento se configure como un marco teórico personal, en el cual se encuentran organizados todos los elementos del aprendizaje obtenido, la visión crítica y reflexiva de lo alcanzado, su avance académico a medida que construya el portafolio, las investigaciones realizadas, la escritura, las producciones, la propiedad en la expresión de lo escrito.

Reflexiones

En estos años de experiencia en los procesos de acreditación para la modalidad de educación de jóvenes, adultos y adultas, se ha podido comprobar y afirmar que la construcción del relato autobiográfico y el portafolio, ha trascendido a algo más que un mero requisito académico. Hoy en día, son la oportunidad perfecta para realizar el registro histórico de cada participante, logrando un resultado personalizado y pertinente, correspondiente a las habilidades, destrezas, capacidades de cada ser. Cabe destacar, que cada uno de los participantes han tenido un recorrido genuino en sus vidas, dicho recorrido le ha dotado de una serie de conocimientos en los ámbitos sociales, culturales, económicos, académicos, productivos e históricos que son únicos, y por ende, al escribir estos documentos aportan información valiosa para futuras generaciones, e inclusive para las comunidades que realizan actividades relacionadas con su accionar.

Adentrarse en el mundo de cada uno de los participantes, se convierte en un proceso maravilloso que permite apreciar las valiosas historias con otra óptica, desde la sensibilidad, la solidaridad y la empatía. Muchas de estas historias son patrimonio de vida, la garantía

del rescate y preservación del acervo cultural, en su gran mayoría son motivadoras, están cargadas de resiliencia, en otras despiertan la curiosidad e incentiva la investigación, por ello, el relato autobiográfico y el portafolio no son simples documentos narrativos, son vidas valiosas plasmadas en letras y oraciones.

Construir el relato autobiográfico, conlleva a un encuentro con lo mas íntimo del ser, aflora sentimientos, recuerdos, algunos olvidados y encofrados, es revivir momentos, es recordar seres importantes en la vida, el reconocimiento del camino andado, enaltecer la historia y los procesos políticos, ambientales, geográficos, familiares, educativos; todos estos, como complemento para la formación, el crecimiento individual y colectivo del ser humano.

En los fragmentos de los documentos de la participante Luz Vergara se pudo evidenciar el valor incalculable que ella le dio a cada vivencia para danzar en su historia, en la que miro atrás, valoró los momentos adversos y las oportunidades presentadas para llegar a donde está en la actualidad, percibiendo el presente con una mirada más optimista, dejando huella para otras personas con sueños en común.

El portafolio por su parte, desarrolla la síntesis, el análisis, la generación de conceptos, la investigación y los hallazgos que desarrollan posturas ante sucesos de la vida del participante. Motivándolo a mejorar para transformarse ante los desafíos del mundo, desarrollando un pensamiento crítico, reflexivo, obteniendo nuevos logros académicos y profesionales al percatarse de los conocimientos alcanzados.

En el proceso de acreditación, ambos documentos realizados por el participante son una llave que simboliza la investigación etnográfica, también una acción transformadora que se materializa en obras narrativas expresadas por medio de la oralidad, la escritura, los recursos que sirven como evidencia, que favorecen el reconocimiento de sí mismo ante una comunidad o colectivo formativo. Propicia la reflexión, la toma de consciencia, realizada con una intencionalidad que devela el propósito transformador de la existencia del participante, que no requiere ser evaluado, sino valorado y reconocido. El relato autobiográfico y el portafolio facilitan el acercamiento a la historia real del participante, identifican sus momentos de aprendizaje, dando cuenta de las dimensiones ontológicas y epistémicas; incluye aprendizajes o experiencias adquiridas a través de saberes tradicionales, herencias familiares y otros saberes, expone los distintos contextos que dan forma a las historias de vida, las experiencias colectivas, los valores y aspectos éticos. Son el insumo principal para alcanzar la acreditación de bachillerato con pertinencia y credibilidad.

Para finalizar, es importante mencionar, que dentro de la dinámica formativa del programa bachillerato productivo INCES Mérida, estos recursos son los más acertados para el proceso de acreditación, representan una ventana abierta con distintos paisajes para admirar. Nunca existe un resultado igual, pues cada ser aprende de manera distinta, en tiempos distintos y ve

el mundo de manera única. Por lo tanto, siempre serán resultados distintos, dotados de magia, de emociones, de sensaciones, de conocimientos nuevos por adquirir por quien se adentra en ellos.


Referencias

- Circular N° 003. (2016). *Proceso de acreditación por experiencia de saberes y haceres en la modalidad de educación de jóvenes, adultas y adultos*. Ministerio del Poder Popular para la Educación.
- Gusdorf, G. (1991). Condiciones y límites de la autobiografía. *Suplemento Anthropos*, 29, 9-18. <https://ayciiunr.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/08/gusdorf-george-condiciones-y-limites-de-la-autobiografia.pdf>
- Gutiérrez, M. (2010). Relato autobiográfico y subjetividad: una construcción narrativa de la identidad personal. *Educere*, 14(49), 361-370. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35617102011.pdf>
- Murillo, J., y Martínez, C. (2010). *Investigación etnográfica*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Parra, L. (2018). Portafolio: lo que se porta y lo que soporta. Relieve de identidad. *Contracorriente*. Año 5, (7), 9-13.
- Salas, N. (2024). *El valor de los saberes y haceres desde la experiencia: un aporte en la acreditación de jóvenes, adultos y adultas*. Universidad Politécnica Territorial de Mérida Kléber Ramírez.

La Educación a Distancia en Venezuela. Una historia en progreso

Distance Education in Venezuela. A story in progress

Sayda Contreras ¹

Nidya Contreras ²

Jimena Pérez ³

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela^{1,2,3}

virginia.contreras@gmail.com¹

nidya.contreras@gmail.com²

jimenapc02@gmail.com³

Fecha de recepción: 03/12/2024

Fecha de aceptación: 11/04/2025

Pág: 175 – 198

Resumen

La historia de la Educación a Distancia en Venezuela es de mediana data, alrededor de cincuenta años a partir de la década de los sesenta, presentándose las primeras experiencias con el proyecto de profesionalización de los educadores de nivel primario y medio del Instituto Universitario de Mejoramiento Profesional del Magisterio (IUMPM) y el programa de enseñanza por correspondencia del Instituto Nacional de Cooperación Educativa (INCE). Posterior a esto, se presenta el proyecto de la modalidad a distancia, la creación de la Universidad Nacional Abierta. Asimismo, la educación universitaria a distancia mediada por TIC, el Proyecto Nacional de Educación Superior a Distancia (PNESD), el Curso Avanzado de Formación Docente en Educación mediada por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación Libres (CAFDEmTICL), entre otros programas. A través de este camino transitado por la Educación a Distancia (EaD) en Venezuela, se devela su relación directa con los factores sociales, económicos y legales que han permitido su avance, a través de la revisión de documentos oficiales y no oficiales. El documento tiene como objetivo recopilar momentos y algunos programas que han marcado la evolución de la educación a distancia en Venezuela.

Palabras clave: educación a distancia, evolución, programas.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The history of Distance Education in Venezuela is short, around fifty years from the sixties, with the first experiences the project of professionalization of primary and secondary level educators of the University Institute for Professional Improvement of the Teaching Profession (IUMPM) and the correspondence teaching program of the National Institute for Educational Cooperation (INCE). After this, the project of the distance modality is presented, the creation of the Open National University. Likewise, distance university education mediated by ICT, the National Project of Higher Distance Education (PNESD), the Advanced Course of Teacher Training in Education mediated by Free Information and Communication Technologies (CAFDEmTICL), among other programs. Through this path traveled by Distance Education (EaD) in Venezuela, its direct relationship with the social, economic and legal factors that have allowed its progress is revealed, through the review of official and non-official documents. The document aims to compile moments and some programs that have marked the evolution of distance education in Venezuela.

Keywords: distance education, evolution, programs.

Introducción

La educación se ha catalogado como un derecho y un deber irrenunciable para las generaciones de todos los pueblos, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) en su artículo 102 reza:

La educación es un derecho humano y un deber social fundamental, es democrática, gratuita y obligatoria. El Estado la asumirá como función indeclinable y de máximo interés en todos sus niveles y modalidades, y como instrumento del conocimiento científico, humanístico y tecnológico al servicio de la sociedad. La educación es un servicio público y está fundamentada en el respeto a todas las corrientes del pensamiento, con la finalidad de desarrollar el potencial creativo de cada ser humano y el pleno ejercicio de su personalidad en una sociedad democrática basada en la valoración ética del trabajo y en la participación activa, consciente y solidaria en los procesos de transformación social, consustanciados con los valores de la identidad nacional y con una visión latinoamericana y universal. El Estado, con la participación de las familias y la sociedad, promoverá el proceso de educación ciudadana, de acuerdo con los principios contenidos en esta Constitución y en la ley (p. 20).

A pesar de ello, y dada la situación actual del país, este derecho se ha visto vulnerado, los venezolanos han tenido que salir de su zona de confort y repensarse, dando un vuelco completo a su modo de vida, ha sido necesario que desde temprana edad se inicie en el ambiente laboral, pues la situación social requiere de mayores ingresos para sobrevivir; la competencia se ha acrecentado por lo que también es crucial seguir capacitándose, en lo referido a la educación no presencial.

Por ello, se hace necesario que el sistema educativo venezolano encare el desafío de dar respuesta a una sociedad digital del conocimiento que demanda a las universidades nuevas políticas de gestión. Debe retomarse con mayor fuerza la Educación a Distancia (EaD) donde prevalece la no presencialidad durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, gracias al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y otros recursos instruccionales digitales, diseñados específicamente para el aprendizaje independiente y autónomo, prevaleciendo la separación física entre los participantes que intervienen en el sistema educativo (García, 2017); retomar el auge que tuvo la EaD a finales de los 70's y principios de los 80's con la creación de la Universidad Nacional Abierta (UNA) y otros proyectos con la finalidad de mostrarle opciones de formación a todos aquellos que por las circunstancias antes mencionadas desean formarse desde su autonomía.

Debido a ello, este ensayo expone un recorrido por la Educación a Distancia, su historia y evolución en Venezuela para dar cuenta de los avances y transformaciones que ha alcanzado, mediante una revisión documental acerca de los eventos, publicaciones, estudios, organizaciones e instituciones universitarias que promueven la EaD en el país desde las distintas visiones.

La Educación a Distancia

Históricamente la educación a distancia se presenta como una solución ante los diferentes retos suscitados en la educación tradicional, la búsqueda del Estado en dar respuesta a la necesidad de apertura de plazas para los estudiantes que por una u otra razón, se les dificulta ingresar a la modalidad presencial, hace indispensable diseñar políticas públicas que garanticen el acceso a los sistemas educativos, “no es sorprendente que el aprendizaje abierto y a distancia sea considerado cada vez más como una estrategia valiosa para resolver los problemas relacionados con el acceso, la calidad e igualdad en la educación” (UNESCO, 2002, p. 51).

En tal sentido, Prieto (1980) enunciaba que “el encarecimiento paulatino del costo de la Educación post-secundaria... corre pareja con la presión de las masas en procura de puesto en las Universidades y demás establecimientos de la educación” (p. 262), es decir que esta modalidad viene a crear oportunidades para la incorporación de un grupo importante de personas, que desean continuar sus estudios formales universitarios, pero que no tienen acceso a la presencialidad educativa.

Atendiendo estas consideraciones, es importante definir que la educación a distancia es una modalidad que permite el acto educativo mediante diferentes métodos, técnicas, estrategias y medios, en una situación en que alumnos y profesores se encuentran separados físicamente y sólo se relacionan de manera presencial ocasionalmente, según sea la distancia, número de alumnos, tipo de conocimientos... (Maya, 1993, p. 16).

Así mismo, García (2001) señala que es un sistema tecnológico de comunicación multidireccional, que puede ser masivo, basado en la acción sistemática y conjunta de recursos didácticos y el apoyo de una organización y tutoría, que, separados físicamente de los estudiantes, propician en éstos un aprendizaje independiente (cooperativo) (p. 178).

De igual forma, Juca (2016), establece que la educación a distancia “es promotora de una propuesta didáctica en la cual el alumno autorregula su aprendizaje, como un proceso de autodirección, transforma sus aptitudes mentales en competencias académicas, es el docente quien encamina este aprendizaje” (p. 106).

De estas definiciones se derivan elementos característicos que diferencian la educación a distancia de la tradicional, tales como: el estudiante es el principal protagonista de su aprendizaje, es él quien regula su proceso educativo sin necesidad de asistir a sesiones presenciales, el acto formativo requiere de recursos y herramientas que garanticen la comunicación bidireccional entre docentes y estudiantes y entre los estudiantes.

Por otra parte, resalta la importancia de la presencia del docente o tutor en la mediación del proceso formativo, reafirmado por Prieto (1980) al expresar: “A pesar de las esperanzas que se ponen en toda clase de educación a distancia, cabe observar que sus éxitos están limitados por la calidad del personal que las sirve”. (p. 275), incluso este mismo autor lo caracteriza señalando que:

Se requieren personas con gran capacidad imaginativa, a la vez que de sentido práctico que le permita poner en obra, iniciativas que no sobrepasen las posibilidades de que se pueda disponer ni se desligue de la capacidad de los estudiantes y de los medios a su alcance (p. 275-276).

En concordancia con esto, esta modalidad “exige del profesor su capacitación y perfeccionamiento. Implica un esfuerzo diferente, cada profesor debe resignificar el proceso de enseñanza en función de la modalidad y debe problematizar su práctica para mejorarla y adecuarla” (Juca, 2016, p. 109).

Ahora bien, se hace necesario considerar lo expresado por Martínez (2008) cuando establece que “la educación a distancia rompe paradigmas... que utilizan tecnologías muy diversas (TV, radio, video, CD, teleconferencias, computadora, y lo más moderno, Internet), en forma

simultánea o diferida, unidireccional o bidireccional” (p. 8). Con base en esta descripción es importante destacar la incorporación de medios audiovisuales, electrónicos y digitales como elementos modernos de esta modalidad, incluso son estos recursos los que de una u otra manera han influido en la evolución de esta modalidad de estudios.

Otras definiciones que se han dado a lo largo de la evolución conceptual de la Educación a Distancia son proporcionadas en la Tabla 1:

Tabla 1: Evolución conceptual de la educación a distancia

Enseñanza por Correspondencia →	Aprendizaje Flexible →	Enseñanza Semipresencial
Perdura por un poco más de un siglo. Definida por la comunicación Postal. Consiste en que el docente enseña escribiendo y el alumno aprende leyendo.	Permite a los estudiantes aprender cuando quieran (frecuencia, ritmo, duración). Como quieran (modos de aprendizaje). Aprender lo que los estudiantes quieran (en qué consistirá su aprendizaje).	Implica relación presencial frecuente entre docentes y estudiantes. El porcentaje de la presencialidad varía de acuerdo con el diseño del programa de estudio.
Estudio Independiente →	Autoformación →	Abierta y a Distancia
El estudiante determina cómo, cuándo y dónde realizar su aprendizaje. El estudiante asume mayor grado de responsabilidad sobre su proceso de aprendizaje.	El propio sujeto tiene la iniciativa de su aprendizaje, el ritmo y las circunstancias. No excluye la utilización de materiales y apoyo de terceros pero cuando el estudiante recurra a ellos. Para el éxito es necesario dos factores: la motivación y el control.	Acoge los términos enseñar, aprender, apertura y distancia. Se interpreta de forma más rigurosa la noción de distancia y de manera más flexible la apertura.
Enseñanza y Educación Distribuida →	Forma Industrializada de Instrucción →	Estudios Externos
La enseñanza y los materiales se dirigen a donde está el aprendiz. Utilizada para describir los cursos online.	Se destaca el proceso de planificación previa, organización y división del trabajo. El uso de equipos técnicos para la producción de materiales. Necesidad de una evaluación más formalizada.	Término utilizado en Australia para denotar estudios mixtos de Instituciones con sistema de educación presencial y a distancia. Da a entender que son estudios externos, pero no separados de la institución.
Sistemas Inteligentes →	Teleformación →	Educación Virtual o Formación en Espacios Virtuales
A través de redes de computación se puede simular el trabajo colaborativo con los compañeros y la del propio tutor. Cursos que ofrecen la libertad de inscripción en cualquier fecha. Difícilmente se puede organizar grupos de trabajo cooperativo entre compañeros que iniciaron curso en momentos diferentes.	Cuando se pretende insistir en dos componentes básicos: formación profesional (entornos empresariales) y el significado adjudicado al prefijo “tele” que no sólo se refiere a distancia, sino a la relación formador participante a través de tecnologías de la comunicación de avanzada.	El énfasis se realiza tanto en los materiales de estudio como la relación entre docente-estudiantes a través de las TIC, en especial Internet. Se incluyen procesos como evaluación, inscripción, matrícula, pagos. Se habla de EV.

Fuente: García (2001) y Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria (2012)

A pesar de ser una clasificación a nivel global, en Venezuela se ha ido transitando por cada una de estas modalidades, quizá hasta la denominación de Estudios Externos; si bien es cierto que la educación tradicional es la base para cualquier modalidad emergente, también lo es que como sociedad se debe avanzar hacia una educación más inclusiva, de ahí la necesidad de transitar por cada uno de los estadios indicados en la Tabla 1.

Evolución de la Educación a Distancia. Fases y sus características

La educación a distancia se ha clasificado según la UNESCO (2002) en diferentes fases, las cuales se mencionan a continuación:

1. *Sistemas de Educación a Distancia por correspondencia*. “Originados a fines del siglo XIX, siendo aún la forma de educación a distancia más utilizada en los países menos desarrollados” (p. 30). Por su lado García (1999) relata que, en 1914, l’Ecole Spéciale des Travaux Publics du Bâtiment et de l’Industrie en su publicación l’Enseignement par Correspondence aporta la siguiente definición de enseñanza por correspondencia: “La lección oral del profesor es, con todas las explicaciones y desarrollos que ella comporta, reemplazada por una lección escrita que el alumno no solamente tiene que aprender sino también aplicar” (p. 13).

Este sistema carece completamente de la interacción que se promueve entre docente-estudiante, estudiante-estudiante; básicamente se vincula a la relación entre el material (independientemente el formato) y el estudiante.

En sus inicios la educación a distancia no contó con la aceptación de los cursos de la universidad tradicional y presentó problemas de altas tasas de abandono y bajas tasas de aprovechamiento escolar (Bates, 1995).

2. *Sistemas de Educación a Distancia por radio o televisión*. Utilizan diversos medios tecnológicos —terrestres, satelitales, televisión por cable y radio— para transmitir disertaciones en vivo o grabadas, dirigidas a estudiantes individuales en sus hogares o a grupos de estudiantes en aulas remotas donde también reciben algún tipo de apoyo presencial. Ciertos sistemas ofrecían algún tipo limitado de audio o videoconferencia que comunicaba al estudiante con el disertante o moderador (UNESCO, 2002, p. 31).

Este sistema promueve un autoaprendizaje, sin ningún tipo de asistencia, para el caso de contenido desarrollado e incluso la parte técnica.

3. *Sistemas de Educación a Distancia basados en multimedia.* Combinan texto, audio, vídeo y materiales basados en la computadora, y generalmente también incluyen algún tipo de apoyo presencial para el estudiante individual o para el grupo. En este enfoque, es el utilizado por las universidades abiertas, la instrucción deja de ser el trabajo exclusivo de un único profesional, para convertirse en el trabajo de un equipo de especialistas, en nuevos medios, en información, en diseño educativo y del aprendizaje. Los programas se preparan para ser distribuidos a un gran número de alumnos a lo largo y ancho del país (UNESCO, 2002, p. 31).

En este tipo de sistemas el proceso de aprendizaje es mediado a través de herramientas multimedia que facilitan al ritmo del estudiante la asimilación del conocimiento; en este caso el docente actúa como experto en contenido, pero se apoya de un equipo multidisciplinario para la planificación y desarrollo de la clase.

4. *Sistemas de Educación a Distancia basados en Internet.* Son aquellos en los que los estudiantes reciben materiales multimedia (textos, audio, vídeo y otros materiales basados en la computadora) en formato electrónico a través de Internet, junto con el libre acceso a bases de datos y bibliotecas electrónicas, y que permiten modelos de interacción del tipo profesor-alumno, alumno-alumno, “uno a uno”, “uno a muchos”, tanto sincrónica como asincrónicamente, por medio de correo electrónico, conferencias por computadora, boletines electrónicos, entre otros (UNESCO, 2002, p. 31).

En este sistema mediados por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se logra promover procesos de aprendizaje más significativos, tanto el docente como el estudiante se convierten en prosumidores de contenidos, gestándose un vínculo entre el conocimiento y el estudiante, esto hace que lo aprendido sea más significativo.

De la Educación a Distancia al *Elearning*

La globalización ha impulsado a las sociedades a insertarse en un mundo netamente tecnológico, la educación no ha sido la excepción, las necesidades de los estudiantes a la par del uso de la tecnología han ido dando un vuelco a los procesos de enseñanza aprendizaje, surgiendo en este sentido herramientas y softwares que facilitan y potencian la forma de enseñar y por ende de aprender, para Rivera et al. (2017):

- a) *Enseñanza presencial:* se caracteriza por su implementación en un entorno físico, un aula, que propicia una interacción cercana y fluida entre el profesor y los estudiantes, facilitando una comunicación directa, permitiendo así que el docente observe de manera inmediata el grado de atención y comprensión de sus estudiantes. Además, esta interacción promueve una adaptación más sencilla al proceso de enseñanza y a las necesidades específicas de

los estudiantes, permitiendo optimizar su aprendizaje.

- b) *Enseñanza no presencial*: se caracteriza por su naturaleza asincrónica, lo que significa que no requiere la presencia física del estudiante en un espacio determinado para el desarrollo de las clases, lo que implica que los estudiantes reciban el material de estudio de forma independiente y pueden realizar las actividades de aprendizaje a su propio ritmo, en cuanto a la comunicación con el profesor se realiza a través de medios tecnológicos permitiendo la consulta de dudas y la entrega de las tareas para su evaluación.

Haciendo énfasis en este último tipo de enseñanza, es importante resaltar el aporte de Bates (1995), al respecto:

- *Enseñanza a distancia, sin entornos virtuales*: se trata, de una educación a distancia de corte clásico o convencional, que es cada vez más frecuente en zonas de bajo desarrollo y escaso acceso de la población a las redes telemáticas. El ejemplo más acertado es el uso de la radio comunitaria para lograr llegar a las comunidades más lejanas, caso puntual Radio Occidente, ubicada en el Municipio Tovar del Estado Mérida, su labor educativa data de más de 60 años.
- *Enseñanza a distancia con entornos virtuales*: es frecuente encontrar este sistema en instituciones de enseñanza a distancia, que desarrollan un modelo convencional pero que poco a poco van insertando el uso de Internet en su oferta educativa.
- *Enseñanza en entornos duales o bimodales*: se trata de formación mixta o combinada, también denominados como semipresencial o blended learning; en estos espacios se promueve la coexistencia de los dos modelos clásicos; presenciales y a distancia, en una misma institución (Rivera et al., 2017, p. 3).
- *Enseñanza en entornos virtuales (e-Learning)*: se emplea este término para abordar la enseñanza a distancia que utiliza como medio los entornos virtuales de aprendizaje, mejor conocidos como LMS, dentro de ellos se puede hacer mención a Moodle, Classroom, Dokeos, Blackboard, Chamillo, entre otros.

La Educación a Distancia en Venezuela

A raíz del derrocamiento de Pérez Jiménez y con la firma del Pacto de Punto Fijo (1958-1998), se da inicio en Venezuela a lo que se conoce como democracia representativa. En lo que respecta a las políticas públicas de la educación universitaria se tiene:

1. Masificación de la Educación Superior: su premisa fundamental fue acercar la institución universitaria a las necesidades sociales del país, con la finalidad de lograr la expansión

y cobertura de la matrícula en correspondencia con la realidad demográfica existente. Su logro en el tiempo no fue satisfactorio debido a varios factores: a) los sistemas de acceso al subsistema universitario no se unificaron, sino que cada institución se reservó su derecho de admisión; b) la demanda sobrepasaba la oferta y, por lo tanto, siempre quedaba una población flotante; c) por la falta de visión prospectiva sobre las nuevas modalidades de educación que incorporasen la tecnología para cubrir la demanda.

En retrospectiva, el proceso de masificación no tuvo ni ha tenido en el transcurrir de los años una planificación sistematizada y adecuada a los diferentes contextos de la población estudiantil, al momento de atender un sector, se desatiende otro; por generar políticas inclusivas se está bajando la calidad educativa del proceso en general; son diferentes elementos que van afectando poco a poco, hasta llegar al momento en que se sale de las manos, una razón más para apoyar la Educación a Distancia, bien planificada y que logre la asistencia realmente masiva, detrás de ello no solo está el sistema y la planificación sino además la planificación del hecho académico y tecnológico y por ende la preparación a nivel de competencias digitales por parte de los docentes administrativos y estudiantes que inician su formación a través de esta modalidad.

2. Desarrollo de un sistema educativo universitario orientado hacia la calidad: en pocas palabras, una educación universitaria vinculada con los requerimientos del aparato productivo público y privado. Pocas fueron las acciones que se materializaron entre ellas se puede mencionar: a) la modernización de la educación superior planteada en el primer gobierno de Rafael Caldera con la reforma de la Ley de Universidades (1970); b) la creación de tecnológicos y universidades experimentales para la oferta de nuevas carreras; c) la creación de la OPSU; d) la ampliación de atribuciones del Consejo Nacional de Universidades (CNU); e) el programa de becas FUNDAYACUCHO y la creación de la Universidad Nacional Abierta (Terán, 2015).

Ahora bien, si se hace referencia a experiencias en educación a distancia en Venezuela, estas se remontan a la década de los 60, cuando el Instituto Universitario de Mejoramiento Profesional del Magisterio (IUMPM) activa un proyecto de profesionalización de los educadores de nivel primario y medio y el Instituto Nacional de Cooperación Educativa (INCE) impulsa un programa de enseñanza por correspondencia.

Sin embargo, no es sino en la década de los 70, cuando la educación a distancia hace su “entrada triunfal” en Venezuela como respuesta fundamentalmente a la gran demanda de educación universitaria que se produce durante dicha década (Escontrela, 2012).

Se origina igualmente el fenómeno de la creciente incorporación de los adultos a la educación universitaria, en la búsqueda de credenciales y actualización de conocimientos, que les permita

competir en un mercado laboral signado por crecientes cambios tecnológicos. Resulta evidente que serán entonces los sectores medios de la población y las comunidades aledañas los principales beneficiarios de esta expansión de la educación a distancia.

Estudios Universitarios Supervisados (EUS)

A comienzo de la década de los 70 en las universidades del Zulia, Simón Rodríguez y Simón Bolívar, se crean los Estudios Libres Supervisados, mediante los cuales los estudiantes del régimen presencial tienen la oportunidad de cursar a distancia algunas asignaturas.

Estas experiencias se promueven a partir de la promulgación por parte del Ministerio de Educación en el año 1975, del documento sobre políticas y estrategias para el desarrollo de la educación superior, el cual contiene aspectos sobre la democratización, desarrollo autónomo, innovación educativa, política de crecimiento, renovación institucional y de financiamiento en donde la educación a distancia se perfilaba como una estrategia a desarrollar en el marco de estas acciones (Escontrela, [2012](#)).

En líneas generales estos estudios emergen del seno de universidades con estructuras convencionales consolidadas que no sufren ninguna modificación sustantiva para dar cabida a las nuevas experiencias. Nacen con una precariedad organizativa, como especie de cuerpos extraños que nunca terminaron de ajustarse apropiadamente a las estructuras existentes. Para la fecha no se había gestado una normativa que avalara su creación.

En sus inicios la Universidad del Zulia, comienza con los Estudios Universitarios Supervisados (EUS) a partir del 1977, específicamente en la Facultad Experimental de Ciencias, solo con la oferta correspondiente al Ciclo General. Con el tiempo se amplía la oferta de forma progresiva ahora en la modalidad a distancia dirigida a estudiantes de diferentes facultades, promoviendo así nuevas iniciativas hacia la creación de instancias inherentes a la educación a distancia.

En la Universidad Central de Venezuela se reconoce que el desarrollo de la educación a distancia requiere de estructuras académicas diferentes a las previstas en la Ley de Universidades, sin embargo, no se toma ninguna decisión al respecto. La recomendación de crear un “departamento técnico” que coordine el proceso académico de los EUS se materializó en el caso de los EUS en Educación.

Todo el discurso en torno a los EUS estuvo impregnado de expectativas relacionadas con la innovación en programas y recursos e incluso con la posibilidad de que por esta vía se revisaran y actualizaran los planes de estudio.

Universidad Nacional Abierta (UNA). Un referente histórico de la educación a distancia en Venezuela

La UNA, fue creada por Decreto Nro. 2398 del 27 de septiembre de 1977, antes de su creación funcionó la Comisión Organizadora que fue la encargada de proponer el proyecto y crear las primeras bases institucionales, estructurales, organizativas y funcionales.

Según el proyecto la UNA se planteó como una propuesta innovadora e imaginativa para colaborar eficazmente en la resolución de los problemas de la Educación Superior y para reforzar la influencia de este nivel de estudio en el desarrollo del país; ofreciendo una vía alternativa, innovadora y de bajos costos para atender la creciente demanda educativa de nivel superior constituida no solo por las cohortes estudiantiles que egresan de la educación media, sino también y cada año será en mayor proporción por los adultos que trabajan, por profesionales y técnicos, que buscan lograr calificaciones profesionales o mejoramiento y actualización de sus conocimientos de nivel superior (Universidad Nacional Abierta, 1977).

Al respecto, Prieto (1980) señala que: “estas fórmulas no son nuevas, sino que es ahora cuando se intenta aplicarlas en el nivel de las universidades” (p. 263), este autor hacía referencia con esto a los sistemas de educación primaria a distancia de Australia en 1914, donde se les entregaba material a los padres para conducir la educación de sus hijos, previas indicaciones sobre la enseñanza, asimismo, en Francia en la década de los 30, un grupo de profesores prepararon materiales instruccionales que enviaron por correo a estudiantes de educación media.

Definición de la Universidad Nacional Abierta

La UNA es una institución experimental (para la fecha) de educación superior, estructurada y organizada para impartir educación abierta y a distancia. Así la define el reglamento de la universidad en su artículo primero.

La creación de la Universidad Nacional Abierta se produce en un momento en que el Estado Venezolano estaba en la búsqueda de responder a la satisfacción de la necesidad de más y mejor educación para cumplir políticas sembradas en lo más profundo del sistema democrático como eran, la democratización, la masificación de la educación, la innovación educativa y la contribución al desarrollo autonómico del país.

Por otra parte, pretendía atender la demanda educativa a un menor costo, para que en situaciones críticas se lograra garantizar la ejecución de las políticas educativas.

Enfoques de la Universidad Nacional Abierta

La Universidad Nacional Abierta, inscribió sus políticas y acciones en las grandes líneas trazadas por el Estado Venezolano planteadas en el V plan de la Nación y el proyecto de

creación se orientaba por los enfoques instrumental, económico, social, de gran importancia desde el punto de vista de la evaluación institucional, vale destacar:

Enfoque instrumental: domina como criterio el alcance de eficiencia, tiene como finalidad el logro de los objetivos.

Enfoque económico: persigue la excelencia y se sustenta en el equilibrio entre objetivos y recursos.

Enfoque social: busca la pertinencia y se apoya en los efectos que generan en el medio social, ecológico y ambiental mediante uso racional de los recursos y logro de objetivos con eficacia y eficiencia.

Con la fundamentación de estos enfoques, el Proyecto de Creación lograba incorporar la evaluación integral al proceso de desarrollo de la institución, por cuanto no solo implicaba la determinación continua y permanente de la eficacia, la eficiencia y la pertinencia de los programas, sino que además logro llegar a una concepción integral del proceso de enseñanza aprendizaje.

Principios de su acción educativa

El surgimiento de la Universidad Nacional Abierta, ocurre cuando la democracia se encuentra en un momento de apogeo, en las puertas a un florecimiento económico y un despegue al desarrollo. Las universidades incrementan sus matrículas hasta niveles de congestionamiento (Berbesí, 1996, p. 17).

El V Plan de la Nación, introduce los elementos de lo que llegó a llamarse la Revolución Educativa, la cual estaba centrada en tres principios fundamentales: Educación para la Democratización, Educación para la Innovación, Educación para el Desarrollo Autónomo.

a) La educación para la democratización

Sostiene que todo ciudadano debe recibir una formación para vivir en una sociedad democrática, tener derecho efectivo a la educación básica realizarse plenamente como persona y como miembro participativo, acceder a los niveles post educativos obligatorios de acuerdo con sus aptitudes o intereses, recibir beneficios para compensar desventajas, disponer de la posibilidad real de participar activamente en organizaciones de la sociedad civil.

b) La educación para la innovación

El sistema educativo debe innovarse vigorosamente, tener elevada calidad académica en las instituciones, procesos y programas, suficiencia para atender la demanda masificada,

con métodos educativos, estructura, currículo y orientaciones adecuadas. Capacidad para incorporar al sistema educativo, las condiciones sociales, los avances, descubrimientos, teorías y tecnologías de la educación contemporánea.

c) **La educación para el desarrollo autónomo**

Satisfacer primordialmente los objetivos, metas y valores requeridos por la sociedad y sus estrategias de desarrollo autónomo. Promover el desarrollo hacia el mejoramiento y la calidad de vida. Preparar los recursos humanos en las áreas y las actividades prioritarias del desarrollo económico, de la ecología humana y de la cultura.

El proyecto por su parte, caracterizó tres rasgos básicos que se relacionan con los principios y objetivos y determinan la acción de la universidad sobre la comunidad nacional, entre ellos se puede hacer mencionar:

Alcance: poder de penetración de la acción educativa de la UNA en todo el territorio nacional.

Flexibilidad: capacidad interna para selección de conocimiento y tecnologías y medios para alcance de la eficacia, eficiencia, pertinencia y renovación.

Adaptabilidad: acción orientada interna y externamente para adecuarse a las características y condiciones del medio, del desarrollo científico y el estudiante.

Los principios de la Universidad Nacional Abierta

A fin de adecuar la universidad a las exigencias nacionales, a la revolución educativa, al sistema democrático, al desarrollo científico y tecnológico, se establecieron principios guías, los cuales orientan la existencia y funcionamiento de la institución. Estos principios son:

Democratización: oferta de oportunidades de estudios superiores especialmente a personas que trabajan.

Masificación: contribuir a atender la fuerte demanda social de educación superior, con niveles académicos de alta calidad, similares a los más reputados.

Contribución al desarrollo nacional autónomo: formar recursos humanos y del conocimiento requeridos por el país, dentro del compromiso nacional de orientar las metas de desarrollo independiente.

Innovación educativa: desarrollar e incorporar de forma continua las innovaciones que optimicen los procesos de enseñanza aprendizaje y de la administración educativa.

Individualización de la enseñanza: sistema de enseñanza individualizada de autoestudio. Que atiende a las condiciones, necesidades y aspiraciones de sus alumnos.

Complementariedad: ejecutar acciones articuladas y en colaboración con otras instituciones similares.

Optimización de la inversión: contribuir a disminuir significativamente los costos de la economía de escala.

Carácter nacional: extender los servicios a todo el territorio nacional, para atender la demanda educativa.

Optimización del uso productivo del tiempo libre: estos principios se consolidan en un conjunto de objetivos finales y operativos, que orientan la existencia y la operación de la universidad.

Educación Universitaria a Distancia mediada por las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)

“... no hay educación sin una política educativa que establezca prioridades, metas, contenidos, medios, y se impregne de sueños y utopías...” Freire (1993)

La educación universitaria a distancia mediada por TIC es definida por Figueroa (2018) como:

Modalidad pedagógica que, al trascender a variables de espacio y tiempo, incrementa las posibilidades de que la educación llegue a todas y todos, sin menoscabo de las dificultades relacionadas al acceso geográfico y de las condiciones físicas, laborales, familiares, entre otras, que han limitado las posibilidades de permanencia y prosecución de estudiantes, que aspiran a egresar de los programas de formación y carreras de pregrado o postgrado (p. 1).

Por su parte para el Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria (2012):

... proceso de formación integral e integrado de carácter político educativo, cuidadosamente planificado y diseñado, que flexibiliza la enseñanza y el aprendizaje al ofrecer modelos alternativos para acceder a la creación y socialización de conocimiento en áreas definidas en las líneas estratégicas nacionales, regionales y locales, utilizando diversas tecnologías que garanticen las mediaciones didácticas

continuas y las interacciones periódicas y permanentes de los actores sociales involucrados en el hecho educativo, en su propio contexto geográfico; en múltiples y diversos espacios y en condiciones temporales flexibles (pp. 7-8).

Esta conceptualización vislumbra aspectos de las definiciones inicialmente expresadas, pero se desmarca de las mismas, en tres aspectos básicos, que demuestra la orientación política en función del desarrollo humano del hombre y la mujer, además del desarrollo social y territorial en Venezuela:

1. *Formación integral e integrado de carácter político educativo*: se piensa el proceso educativo, no sólo desde el aspecto profesionalizante, sino para la formación humanística, con valores cónsonos con la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, como la solidaridad, el respeto, la justicia, la igualdad, la honestidad, entre otros.
2. *Formación en áreas definidas en las líneas estratégicas nacionales, regionales y locales*: ya no se trata de una educación industrializada que egresa profesionales en masa sin un contexto de desarrollo, con fines disociados del beneficio de la nación. Se trata de una educación profesional en cuanto a las necesidades de desarrollo nacional, regional y local sostenible y cónsono con la geografía, la producción económica en todos los niveles.
3. *Formación en el propio contexto geográfico*: del estudiante, estrechamente vinculado con las anteriores, con esto se busca la disminución del éxodo rural a los espacios urbanos del territorio nacional, que históricamente ha venido sucediendo, dejando las localidades de origen sin esperanza de potenciar su propio desarrollo (Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, 2012, p. 8).

En concordancia con Ley Orgánica de Educación venezolana, el MPPEU concibió la Educación a Distancia como un proceso educativo que utiliza diversas tecnologías que garanticen la mediación didáctica, no como una modalidad de organización administrativa y curricular (Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, 2012).

Al mismo tiempo, Castejón (2009) señala que la universalización de la educación superior es una política del gobierno bolivariano de Venezuela, que se desarrolla desde el Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior MPPEU (ahora Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, MPPEU), para garantizar tanto el derecho constitucional de la población venezolana a una educación de calidad, como también atender la necesidad estratégica de cultivar todo el talento de los venezolanos, donde quiera que se encuentren, en la geografía de la patria. Por esa razón, se estableció como recinto universitario todo el territorio venezolano.

Es así que, el Ministerio de Educación Universitaria, garantiza a la educación universitaria, como política prioritaria de la revolución bolivariana, que se ha desarrollado por el Estado a través de este Ministerio y la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU),

en particular, desde el año 2007, buscando construir una política nacional de ingreso a la educación superior incluyente, de calidad y que minimizará la deserción.

Otro aspecto que bien vale la pena señalar de esta política es la intensión que se tuvo de garantizar la calidad académica, entendida la misma en función de valores fundamentales de solidaridad con el país y capacidad científica y humanística para enfrentar los problemas nacionales. Para cumplir con este objetivo primordial, la OPSU, como Oficina Técnica del Consejo Nacional de Universidades (CNU) asumió un conjunto de proyectos y tareas fundamentales, dirigidos a garantizar la calidad de la educación superior, mediante propuestas para la formación de profesores en áreas prioritarias como Lengua, Matemática y Educación a Distancia (EaD), tarea que en OPSU se asume desde este Proyecto de Fortalecimiento a la Educación Superior.

Entre las Universidades oficiales y privadas que ofrecían para el momento, educación y capacitación a distancia se tienen las siguientes:

- Universidad Nacional Abierta (UNA), con la Especialización en Telemática e Informática en Educación a Distancia.
- Universidad Simón Bolívar (USB), con el Programa de Educación a Distancia en la División de Ciencias Sociales y Humanidades;
- Universidad Central de Venezuela, Estudios a Distancia de la Universidad Rafael Belloso Chacín (URBE)
- Universidad Yacambú (UNY) con su Pregrado Virtual.
- Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) con el Programa Especial de Licenciatura en Educación, cursos de formación continua y algunos programas de postgrado. Los Programas de Educación a Distancia en la UCAB, que cuenta con el Centro de Estudios en Línea (CEL), departamento que brinda educación a distancia en estudios de pregrado, postgrado y especialización; todo por medio de su portal web Virtual-UCAB. Estos estudios han sido diseñados, con base en las tecnologías de información, por un equipo multidisciplinario de profesionales que buscan poner a disposición del estudiante el mejor producto de adiestramiento y formación académica.
- Universidad Católica Cecilio Acosta (UNICA).
- Universidad de Los Andes con la carrera Derecho a distancia, realmente con la modalidad semipresencial.

El Proyecto Nacional de Educación Superior a Distancia (PNESD)

Este proyecto gestionado bajo la coordinación de la Oficina de Planificación del Sector Universitario (OPSU), ente adscrito al Consejo Nacional de Universidades (CNU) y al Ministerio del Poder Popular para la Educación Superior, se desarrolló con la participación de las Instituciones de Educación Superior (IES) del país. Fue un proyecto innovador en Venezuela, incluyente y flexible, llevado a cabo con el propósito de sistematizar y normar el desarrollo de la Educación Superior a Distancia (ESD) de alta calidad en las instituciones que ofrecen educación universitaria en Venezuela, de manera que coexista como modalidad con la educación presencial en los programas de pregrado y postgrado que éstas ofrecen (Dorrego, 2008).

Las instituciones de educación superior venezolanas en las últimas décadas no han podido satisfacer los principios básicos de la educación: apertura y de equidad. Han sido varios los intentos del Estado para resolver el problema, entre ellos se pueden mencionar la Misión Sucre, la Misión Ribas, y la creación de nuevas universidades, entre ellas: Universidad Bolivariana de Venezuela y la Universidad Nacional Experimental de la Seguridad, las cuales han aumentado la presencia en la educación superior de los sectores menos favorecidos, pero sin que se haya podido garantizar la calidad.

Aunque algunas universidades venezolanas han implementado la educación a distancia con nuevas tecnologías, la exclusión en el acceso a la educación sigue siendo un problema importante. Es decir, las nuevas tecnologías no han logrado eliminar las barreras que impiden que todos puedan acceder a la educación superior. Para poder atender tan alto número de estudiantes se requería contar con la participación de todas las IES del país, las cuales deberían desarrollar sus ofertas de formación con modalidades de enseñanza y de aprendizaje presencial y a distancia.

Tomando en consideración la decisión de dar ingreso a todos los bachilleres interesados en acceder a la educación universitaria, se consideró que la implementación de la modalidad a distancia era una forma adecuada para contribuir a satisfacer las demandas educativas de la población. Se trataba de una educación que cumpliera con las siguientes condiciones: propender a la masificación del ingreso, garantizar la calidad de la formación y estar basada en el uso de las TIC.

Dentro de los objetivos que persigue:

1. Establecer las características que debe poseer la Educación Superior a Distancia en Venezuela, para responder a criterios de pertinencia social con énfasis en lo local (municipalización).
2. Caracterizar las experiencias de educación a distancia que ofrecen en la actualidad las IES

venezolanas, a fin de proponer formas de colaborar con la satisfacción de requerimientos para atender a la matrícula que le sea asignada por la OPSU.

3. Elaborar la normativa para la Educación Superior a Distancia Venezolana, tomando como base su fundamentación teórica y metodológica, su marco legal, alcances y soportes, así como lineamientos para su gestión.
4. Diseñar y planificar una instancia administrativa que realice la gestión de los procesos establecidos en la Normativa para orientar la creación, sistematización, desarrollo, implantación y evaluación de la Educación Superior a Distancia en el país.
5. Promover la realización de acuerdos y convenios de cooperación entre la OPSU, Ministerios y otros organismos oficiales vinculados, así como con organismos extranjeros y empresas proveedoras de tecnología, para el desarrollo de la Educación Superior a Distancia en el país.
6. Promover la Educación Superior a Distancia en el país y divulgar las actividades que se realizan en el PNESD.

Este fue un proyecto innovador en Venezuela, por cuanto no existían antecedentes sobre la generación y aplicación de normativas nacionales para el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de sistemas de educación a distancia. A pesar de ello, algunas IES apostando por la flexibilización del proceso educativo, generaron normativas y reglamentos internos en el contexto de la modalidad a distancia.

Se trató de un proyecto incluyente y flexible, en el que participaron representantes de las instituciones nacionales (autónomas y experimentales), y de las privadas, y porque tomó en consideración sus aportes y experiencias con la modalidad a distancia.

Programa de Fomento de la Educación Universitaria (ProFEU)

Este proyecto estuvo orientado a impulsar y normar en las Instituciones de Educación Universitaria (IEU) el desarrollo de procesos de formación integral, mediado por las Tecnologías de Información y Comunicación Libres (TICL), que flexibilizan la enseñanza y el aprendizaje al ofrecer modelos alternativos innovadores, comprometidos con la inclusión y la transformación social, lo que se expresan en diversas acciones que se desarrollan en consonancia con las directrices que en materia curricular, formación docente, evaluación y supervisión de la calidad académica y uso de las TICL, están siendo formuladas por el MPPEU y la OPSU.

En este sentido, el ProFEU, tuvo como propósito: planificar, coordinar y evaluar acciones dirigidas a regular y fortalecer en las IEU el desarrollo de procesos de formación integral mediados por las TICL, como estrategia política educativa comprometida con la inclusión, la universalización, la municipalización, la territorialización de la educación universitaria y el Plan de la Patria.

Curso Avanzado de Formación Docente en Educación mediada por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación Libres (CAFDEmTICL)

El Curso Avanzado de Formación Docente en Educación mediada por las Tecnologías de la Información y de la Comunicación Libres TICL (CAFDEmTICL), buscaba la reflexión dialéctica en un escenario de trabajo y de experiencias reales y concretas de las Instituciones Educativas Universitarias (EUS), así como el interés del MPPEU y de la OPSU en fomentar, apoyar, consolidar y regular las prácticas educativas mediadas por las TICL, a fin de atender:

- La ausencia de lineamientos nacionales para la formación docente en educación mediada por las TICL, que a su vez atiende a los lineamientos de un curriculum transformador y emancipador.
- La presencia en las IEU de experiencias educativas que usan tecnologías de la información y de la comunicación sustentadas en un modelo tecnocrático de la educación, con material no ajustado a las necesidades pedagógicas y medios propios de las TICL.
- El uso de recursos educativos digitales y de contenidos académicos presentes en internet con contenidos que no responden a los acervos culturales, a las dinámicas de conocimiento endógeno ni a los ámbitos de desarrollo del país.

El curso, fue acreditado por Universidad Nacional Experimental “Rómulo Gallegos” (UNERG) y la Universidad Deportiva del Sur (UDS), y desarrollado completamente a distancia en una plataforma expandida de código abierto, tuvo como propósito contribuir con el desarrollo de saberes que permita a la comunidad universitaria emprender, resignificar, redefinir, evaluar y/o consolidar el uso educativo de las tecnologías, como medio para resignificar, redefinir, evaluar y/o consolidar el uso educativo de las tecnologías, como medio que favorece el desarrollo de propuestas formativas flexibles, inclusivas, municipalizadas y territorializadas, en el marco de la transformación universitaria.

Formación docente en la producción de Recursos Educativos Abiertos (REA) en apoyo a la comunidad universitaria

En el marco del Convenio de Cooperación Integral Cuba-Venezuela, se desarrolló el Sistema de Apoyo a la Municipalización (SIAMU) para impulsar la creación y acceso a materiales educativos de calidad, a fin de contribuir con la formación de los docentes universitarios en el desarrollo de saberes para la producción de materiales educativos digitales de calidad (EVAp y OACA), con ello incentivar la generación, aprovechamiento creativo y socialización del conocimiento mediado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación Libres.

Comuna de Saberes

La Comuna de Saberes fue el espacio de la Red de Investigadores e Investigadores sobre la Educación a Distancia y el uso educativo, crítico y apropiado de Tecnologías de Información

y Comunicación, en el que diversos colectivos estudiosos y/o conocedores del uso educativo de las TICL podrán organizarse para crear comunidades de aprendizaje y de prácticas en forma de redes sociales y alrededor de diferentes temas. La comuna de saberes se auto-organiza sobre la base de los intereses que nuestros docentes, investigadores, innovadores, estudiantes, como también los miembros de colectivos sociales organizados, planteen sobre la producción y uso de una ciencia y tecnología pertinente como agentes transformadores de nudos problematizadores situados asociados a modelos de educación a distancia y el uso educativo de las TICL.

Los Objetos de Aprendizaje de Acceso Abierto (OApAA) en Venezuela

Este proyecto tuvo como finalidad desarrollar un estudio de alcance nacional encaminado al diagnóstico de la realidad universitaria, con relación al diseño, creación y divulgación de materiales educativos digitales de calidad, específicamente Objetos de Aprendizaje, cuyos resultados permitieron por una parte sistematizar los alcances que las IEU tienen en esta materia y a partir de ellos, generar líneas de acción para el fomento y apropiación de los requerimientos de calidad establecidos en la norma técnica que al respecto MPPEU/OPSU desarrolló conjuntamente con el Centro Nacional de Tecnologías e Información (CNTI).

La Asociación Venezolana de Educación a Distancia (AVED). Hacia el fomento y desarrollo de la Educación a Distancia

La Asociación Venezolana de Educación a Distancia (AVED) fue creada el 16 de febrero de 2004, desde sus inicios concebida como una organización sin fines de lucro, orientada a difundir las bondades de la Educación a Distancia (EaD) con el apoyo de las tecnologías. fue una iniciativa de un grupo de profesores integrantes de algunas universidades (UNA, UCV, UNERG, UCAB, USB y UNET) con la intención, tal y como lo refleja su sitio web actual (<http://aved.org.ve/>) (Asociación Venezolana de Educación a Distancia, *s.f.*), su misión, congrega a todos aquellos Docentes, Profesionales, Colaboradores e Interesados en la EaD, así como relacionarnos con las organizaciones dedicadas a la innovación educativa, tanto nacionales como internacionales ((para producir intercambios y profundizar el estudio de esta modalidad en Venezuela y el resto de Latinoamérica.

Dentro de sus principios se encuentran:

Pertinencia: vincular la AVED con los problemas y necesidades reales identificadas en el contexto socioeducativo de la modalidad y sus afines.

Flexibilidad: Diversidad en los programas y actividades. Participación: privilegiar formas de comunicación propias de las comunidades científicas profesionales, la interacción y proyección social.

La AVED ha realizado diferentes eventos donde ha promocionado todo lo relacionado a la EaD en Venezuela como cada dos años la Conferencia Internacional que junto con otras instituciones nacionales y foráneas comprometidas con la EaD comparten experiencias que confluyen en la reflexión, la valoración y el reconocimiento del desarrollo de la EaD desde las diversas tendencias y modelos académicos existentes en el contexto mundial, latinoamericano y venezolano. Igualmente, en el contexto internacional contribuye con el Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación Virtual y a Distancia. Por su parte, Venezuela ha participado en la organización del Moodleday, desde el 2012, espacio en el que se discuten experiencias en torno al uso de este sistema de gestión de aprendizaje. De igual modo, desde los encuentros internacionales, organizados por Virtual Educa, Venezuela ha estado representada en varias ocasiones (Asociación Venezolana de Educación a Distancia, *s.f.*).

También se han organizado y promovido eventos como el Congreso Internacional EduWeb, cuya versión más reciente fue celebrada en la Universidad de Carabobo en octubre de 2017, cuyo objetivo principal fue debatir sobre políticas públicas educativas, orientadas a maximizar la inclusión de innovaciones tecnológicas como parte fundamental de una educación interconectada, cuyo único interés converge en formar la generación del futuro, obteniendo un análisis de la situación regional con respecto a la nación y al mundo. De igual forma, las jornadas de Investigación Educativa de la UNA (Suarez y D'Silva, 2018).

La Educación a Distancia Postpandemia. El renacer

Si bien la educación a distancia se estaba utilizando en diferentes instituciones, es a raíz de la pandemia del 2020 que se afianzó su uso, dada la imperante necesidad de avanzar en el campo educativo. Las diferentes instituciones que para el momento contaban con la estructura tecnológica y humana, fueron las primeras en avanzar, deviniendo procesos intensivos de capacitación para su comunidad tanto docente como estudiantil; pero logrando avanzar dada la previa formación que tenían en el área. Esto no fue igual para aquellas instituciones que apenas iniciaron en lo referido a Educación a distancia, muchos fueron los obstáculos en el camino, pero aún frente a las adversidades lograron avanzar y mantener sus programas al aire.

Esta situación ha llevado a las instituciones de todo nivel tanto escuelas, colegios, institutos y universidades a repensar la forma en que están enseñando y a prepararse adecuadamente para contingencias futuras.

El camino sin duda es largo y cambiante ante la constante evolución tecnológica y la necesidad de educar con recursos y formar de enseñar emergentes.

Reflexiones finales

La educación a distancia en Venezuela representa una historia de progreso, a pesar de los numerosos desafíos que ha enfrentado el país. A lo largo de los años, hemos sido testigos de cómo este modelo educativo ha evolucionado desde sus inicios, adaptándose a las necesidades de los estudiantes y aprovechando la tecnología disponible. Tal como sucedió en la pandemia de COVID-19 donde se aceleró la adopción de plataformas virtuales, revelando tanto el potencial como las limitaciones de la educación en línea.

Cabe resaltar, que esta modalidad de estudio ha permitido que los estudiantes y profesores se comuniquen de manera sincrónica o asincrónica. Las comunicaciones sincrónicas se realizan en tiempo real, por ejemplo, a través de videoconferencias, chats o llamadas telefónicas. Las comunicaciones asincrónicas se realizan en tiempo diferido, por ejemplo, a través de correo electrónico.

Por otro lado, si bien los avances en accesibilidad y recursos digitales son notables, es crucial que las autoridades y las instituciones educativas sigan trabajando para superar las barreras tecnológicas y sociales que aún persisten. La inversión en infraestructura, capacitación docente y el desarrollo de contenidos adecuados son pasos necesarios para garantizar una educación de calidad para todos los venezolanos, sin importar su ubicación o situación económica.

La educación a distancia en Venezuela es, sin duda, un camino en construcción, pero con un enfoque continuo en la mejora y la inclusión, puede transformar el futuro educativo del país y brindar oportunidades a millones de estudiantes. Es momento de seguir avanzando en esta dirección, asegurando que la educación, un derecho fundamental, sea accesible y equitativa para todos.

Para ello, se requiere de políticas públicas tendientes a garantizar la actuación de los actores del proceso con calidad y permanencia, manteniendo los principios insoslayables para la consolidación de una sociedad inclusiva y pluralista con base al aprendizaje con pertinencia local, regional y nacional, cuya visión del ser humano como centro y sujeto del proceso de aprendizaje, el cual está decidido a superar obstáculos y avanzar hacia una visión más amplia que promueva procesos de transformación que logren trascender.

Hoy más que nunca la sociedad es dinámica, curiosa, exploradora con lo cual compromete más la existencia de sus integrantes; corresponde a la universidad desempeñar su rol protector, su actitud relevante y auspiciar hitos de progresos cónsonos con las exigencias del momento. Se hace por eso imprescindible que las instituciones se identifiquen más con sus comunidades y desarrollen principios de formación de un profesional que se incorpore más con la sociedad y promueva aportes para su desarrollo.

Todo esto confirma, que la Universidad es la integración de todos sus componentes administrativos, tecnológicos y humanos donde tiene especial relevancia cada uno de los que se suman a las carreras universitarias y una vez egresados, asumen una actitud, serena, científica, reflexiva crítica y realista en busca de una solución para sus problemas y los problemas de la sociedad donde se desenvuelven.

Definitivamente para Venezuela constituye un reto complejo, debido a las debilidades en infraestructura tecnológica, presupuestos acordes a las necesidades de instalación de la modalidad, preparación docente, pero aun así existen héroes que han dado el paso saliendo de su zona de confort y logrando cautivar a estudiantes, colegas e instituciones; a través de espacios inclusivos, tecnológicos pero sin dejar de lado las bases que han precedido a la educación, logrando evolucionar a la par de la globalización.

Referencias

- Asociación Venezolana de Educación a Distancia. (s.f.). *Historia de la AVED*. <https://aved.org.ve/>
- Bates, T. (1995). *Technology, open learning and distance education*. Routledge.
- Berbesí, J. (1996). *Evaluación institucional en la Universidad Nacional Abierta, a partir del curriculum caso: Centro Local Mérida*. Biblioteca Universidad Nacional Abierta. Centro Local Mérida.
- Castejón, A. (2009). *Nuevas Alternativas en Educación Superior. Boletín Informativo Profe Actual. Nro1*. Consejo Nacional de Universidades – Oficina de Planificación del Sector Universitario CNU-OPSU.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.453*. <https://www.saren.gob.ve/wp-content/uploads/2023/07/GO-24032000-5453.pdf>
- Dorrego, E. (2008). *Proyecto Nacional de Educación Superior A Distancia. (PNESD). Evaluación Institucional en Educación a Distancia. Documento inédito*. OPSU.
- Escontrela, R. (2012). *Apuntes para la historia de la educación a distancia en Venezuela*. MPPEU-OPSU.
- Figueroa, M. (2018). *La educación a distancia en clave de resistencia ante el apagón pedagógico virtual*. https://www.academia.edu/download/56849123/articulo_AVED_Marianicer_Figueroa_1.pdf
- Freire, P. (1993). *Política y Educación*. Titivillus. https://proletarios.org/books/Paulo-Freire-Politica_y_educacion.pdf
- García, L. (1999). *Historia de la Educación a Distancia. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. <https://doi.org/10.5944/ried.2.1.2084>

- García, L. (2001). Educación a distancia and ayer y hoy. En *Florentino Velázquez Entonado* (Coord.). *Sociedad de la información y educación*. Junta de Extremadura. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8014296>
- García, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 9-25. <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/18737>
- Juca, F. (2016). La educación a distancia, una necesidad para la formación de los profesionales. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 106-111. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100016
- Martínez, C. (2008). La educación a distancia: sus características y necesidad en la educación actual. *Revista Educación*, 17(33), 7-27. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5057022.pdf>
- Maya, A. (1993). *Orientaciones básicas sobre educación a distancia y la función tutorial*. UNESCO.
- Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria. (2012). *La historia de una visión educativa: Educación a Distancia*. https://www.academia.edu/7013173/Historia_de_una_vis%C3%B3n_educativa_La_Educaci%C3%B3n_a_Distancia_en_Venezuela
- Prieto, L. (1980). *El Estado y la educación en América Latina*. Monte Ávila Editores.
- Rivera, P., Alonso, C., y Sancho, J. (2017). Desde la educación a distancia al e-Learning: emergencia, evolución y consolidación. *Educación y Tecnología*, (10). <https://hdl.handle.net/2445/155447>
- Suarez, Y., y D'Silva, F. (2018). Hacia la consolidación de un sistema de educación virtual y a distancia en Venezuela: visiones y retos. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 9(16). <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/20475/20118>
- Terán, H. (2015). La Educación Universitaria a Distancia. ¿Cambio Paradigmático de una Política Pública en la Venezuela del Siglo XXI? *Signos Universitarios Anejo 2*, 2. <https://p3.usal.edu.ar/index.php/signos/article/view/3219>
- UNESCO. (2002). *Aprendizaje abierto y a distancia. Consideraciones sobre tendencias, políticas y estrategias*. Trilce. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000128463_spa
- Universidad Nacional Abierta. (1977). *Primera Aproximación al Sistema de la Universidad Nacional Abierta*. Comisión Organizadora.

Química arqueológica. Una visión general de las tecnologías utilizadas durante la última década

Archaeological chemistry. An overview of the technologies used during the last decade

Diego Vargas ¹

Franklin Vargas ²

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, Venezuela^{1,2}

dv.archaeo@gmail.com¹

vargas2212@gmail.com²

Fecha de recepción: 27/11/2024

Fecha de aceptación: 09/04/2025

Pág: 199 – 211

Resumen

La química arqueológica se ocupa del análisis químico de las pruebas materiales obtenidas en los yacimientos arqueológicos. Recientemente, ha crecido hasta incluir materiales orgánicos, biológicos e inorgánicos. El análisis de cerámicas, pigmentos, textiles, materiales de construcción y desechos en contextos arqueológicos contribuyen a la reconstrucción histórica. La interacción entre química y arqueología, por extraño que parezca, rara vez se destaca como un campo de estudio separado, sino que se expresa en cada proceso de elucidación y restauración de fragmentos de investigación arqueológica. Este ensayo describe y discute principalmente la relación entre la química y la arqueología, y la importancia de sus técnicas experimentales, con el fin de obtener la máxima información sobre los diversos materiales que constituyen el patrimonio arqueológico universal. A pesar de que se trata de un área de investigación transdisciplinaria.

Palabras clave: antropología, arqueología, arqueometría, química analítica, restauración.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

Archaeological chemistry is concerned with the chemical analysis of material evidence recovered from archaeological sites. Recently, it has come to include organic, biological and inorganic materials. The analysis of ceramics, pigments, textiles, construction materials and waste in archaeological contexts contribute to historical reconstruction. The interaction between chemistry and archaeology, strange as it may seem, is rarely highlighted as a separate field of study, but is expressed in each process of elucidation and restoration of fragments of archaeological research. This work mainly describes and discusses the relationship between chemistry and archaeology, and the importance of its experimental techniques, in order to obtain maximum information about the various materials that constitute the universal archaeological heritage. Although this is a transdisciplinary research area.

Keywords: Anthropology, archaeology, archaeometry, analytical chemistry, restoration.

Introducción

La arqueometría es el estudio de los materiales arqueológicos, basándose en metodologías analíticas procedentes de distintas disciplinas: química, geología, biología, entre otras. Es una rama reciente de las ciencias aplicadas utilizada para el diagnóstico de obras de arte de todas las épocas y estilos, proporciona contenidos adecuados y útiles para la conservación y preservación del patrimonio cultural. Además, esos contenidos han evolucionado en los últimos años. De este modo, los Congresos Internacionales de Arqueometría han abierto sus puertas a la sección de biomateriales desde el celebrado en 1996 en Urbana (Illinois, EEUU), aunque con un predominio de análisis de ADN, de isótopos estables o identificación de residuos como resinas o productos alimenticios, antraecológicos o arqueozoológicos en su vertiente paleoambiental (Montero et al., 2007). Los antecedentes de la arqueometría se remontan a las aportaciones de la geología, al análisis de materiales arqueológicos desde 1720, con el estudio microscópico de un fragmento de roca de Stonehenge. Asimismo, la microscopia también fue empleada a fines del siglo XIX para confirmar el origen local en Grecia de mármoles y cerámicas de Santorini. En México, en 1892, Ordóñez ya estudiaba obsidiana prehispánica con el uso de la microscopía (Gilson y Luciene, 2012; Howell y Vandenabeele, 2012).

Los primeros estudios petrográficos sistemáticos fueron realizados por Shepard en 1936, logrando la caracterización de cerámica de la región de Pecos. Simultáneamente con el estudio de piezas arqueológicas, se llevó a cabo un importante desarrollo en los campos de la física y la

química a finales del siglo XIX, con el descubrimiento de los rayos X (1895) y la radiactividad (1896), y hasta mediados del siglo XX, con el diseño de espectrómetros para medir fluorescencia y espectrometría de masas de los elementos químicos, entre otros tantos descubrimientos, que posibilitaron su aplicación desde finales de la década de los 50 en el campo de la arqueología.

Es significativo que se desarrolle un enfoque holístico y un diálogo sostenido entre arqueometristas y arqueólogos. Este enfoque, se logra mediante la ubicación de arqueometristas dentro de los departamentos de arqueología, con la supervisión conjunta de los estudiantes de doctorado y la plena participación de los técnicos en las excavaciones arqueológicas. De esta manera, pueden participar como socios iguales, en cada etapa del proyecto. Desde la formulación del problema y el diseño de la investigación, pasando por la recolección de muestras y el examen científico, hasta la interpretación de los datos y la publicación final. La arqueometría se encuentra en la interfaz entre las humanidades/ciencias sociales (por ejemplo, antropología, arqueología e historia del arte) y las ciencias naturales (por ejemplo, química, geología, bioquímica, geografía, física, etc.). Además de aplicar métodos analíticos para resolver cuestiones específicas en un proyecto de investigación particular, el desarrollo de nuevas técnicas se incluye en esta amplia área de investigación.

En el campo de la “arqueometría” diversas especialidades pueden distinguirse resolviendo una amplia gama de problemas. Por ejemplo, es posible utilizar técnicas de prospección y teleobservación para evaluar el subsuelo. Las ciencias de la conservación se superponen en parte con la arqueometría, así como la exploración analítica de objetos. Esto puede ser considerado una investigación arqueológica, pero los aspectos prácticos de la restauración de un artefacto generalmente no están incluidos en esto.

Fluorescencia de rayos x

La fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (ED-XRF) es una técnica multi-elemental, simultánea y no destructiva usada en la identificación de elementos químicos de las cerámicas. Por ello asume una gran importancia en el estudio de objetos artísticos, arqueológicos y patrimoniales en general en los que, además de su análisis y la consiguiente extracción de la información que pudiesen aportar, se persigue y pretende su conservación. En general, la caracterización química de los fragmentos puede proporcionar información útil sobre el origen de la materia prima, la calidad del revestimiento o indicios de la ocurrencia de pinturas, auxiliando a los estudios arqueológicos. Su objetivo es verificar la existencia de vestigios de pintura en los fragmentos, comprobar si existe algún tipo de tratamiento diferente en sus caras en relación con la pasta de la cerámica, construir gráficos bidimensionales para comprobar la similitud entre los elementos químicos en los fragmentos de la misma o de diferentes estratigrafías y cuantificar algunos de ellos, lo cual compone la pasta del muestreo recogido (Ikeoka et al., 2012; Iucci et al., 2010).

En cuanto a los estudios de caracterización, la técnica dominante para obtener información sobre la composición de la muestra es XRF (Fluorescencia de Rayos X). Esta técnica se basa en la interacción de los rayos X con el material a estudiar. Los materiales inorgánicos cuando se exponen a rayos X primarios, producen rayos X secundarios o fluorescentes que se analizan. Todos los elementos excepto el hidrógeno y el helio pueden producir rayos X secundarios. Además, los rayos X primarios provienen de varias fuentes, como un tubo, un sincrotrón o un isótopo radiactivo (principalmente Am-241). Estos rayos X secundarios son únicos para cada elemento, por lo que el espectro XRF tiene varios picos. La intensidad de cada pico se correlaciona con la cantidad de presencia del elemento en el artefacto. La resolución del instrumento depende de su fuente. En particular en microscopía electrónica de barrido, espectrometría de rayos X y catodoluminiscencia, donde se utilizan materiales de referencia para calibrarlo, comprobar y controlar la fiabilidad de los resultados (Chapoulie y Del-Solar, 2018, en Chapoulie et al. (2018)).

El análisis XRF es un método no destructivo, no invasivo y puede aplicarse a compuestos inorgánicos. Un equipo portátil permite al usuario realizar mediciones in situ en el sitio de excavación o en un museo, en artefactos que no pueden retirarse de su espacio de almacenamiento (Liritzis et al., 2020). Para analizar un pequeño detalle de un artefacto se utiliza un MicroXRF, y en el caso de áreas en pinturas o manuscritos un MacroXRF permite determinar la distribución espacial de elementos químicos en grandes superficies, lo que ayuda a los investigadores a inferir la presencia de ciertos pigmentos o mezclas en toda la superficie de una obra de arte (Ricciardi et al., 2016).

Difracción de Rayos X

Mediante los análisis XRD se puede medir con precisión la proporción de cada elemento presente dentro de la muestra. El estudio cualitativo de los minerales se ha vuelto mucho más conveniente desde el advenimiento de las técnicas de difracción de rayos X (Thomas, 2013). Los geólogos pueden usar XRD para realizar estudios de la tierra y explorar vastas regiones geográficas en la búsqueda de nuevos minerales. Una buena inversión debería centrarse en la creación y dotación de personal de centros especializados con orientación arqueométrica prioritaria. Los esfuerzos de investigación se concentran principalmente en la asignación de proyectos que solicitan servicios de análisis, y apenas se destinan fondos para una exploración básica orientada a mejorar la calidad de los datos y a comprender su alcance. Como, por ejemplo, el valor explicativo en función de las condiciones de recogida y procesos de formación del registro arqueológico del que proceden. Por otra parte, la oferta de servicios se está convirtiendo en obligatoria para los centros de investigación, que necesitan justificar sus inversiones de equipamiento y su desempeño. Aunque la disponibilidad para los estudios en arqueometría está aumentando, no está acompañada de la correspondiente exploración en esta área. Es necesario reorientar la investigación arqueológica, plantear nuevas perspectivas y buscar formulaciones al objeto de estudio de la arqueología.

En los últimos 30 años se han observado nuevos avances en esta esfera. Las principales cuestiones relacionadas con los hallazgos arqueológicos, como la naturaleza de los descubrimientos, cuándo, con qué fin, cómo y dónde se produjeron, revelan la necesidad de estudios arqueométricos. En este contexto, la arqueometría cerámica es importante a la hora de dilucidar las características de producción y, por tanto, la tecnología y el progreso de las civilizaciones, porque los productos de terracota generan una parte significativa de los hallazgos descubiertos en las excavaciones y/o análisis arqueológicos.

La difracción de rayos X (XRD) es la única técnica que permite obtener información de manera precisa y no destructiva, como la composición química, la estructura cristalina, el tamaño de los cristales, la deformación de redes, la orientación preferida y el espesor de las capas. La XRD es una de las técnicas más convenientes utilizadas en arqueometría cerámica y también para otros tipos de loza, ya que la determinación de minerales proporciona un conocimiento sustancial sobre las materias primas utilizadas en la producción. Esta información también podría utilizarse para los estudios de procedencia en arqueometría (junto con la composición química que se revelaría mediante diversas técnicas como la fluorescencia de rayos X, la espectrometría de absorción atómica y la de plasma acoplado inductivamente al espectrómetro de masas, entre otras).

Esta técnica, por su alta sensibilidad, permite determinar elementos que se encuentran en muy baja concentración y así cuantificar las pequeñas diferencias que pudiesen existir dentro de las arcillas. El análisis XRD puede medir con precisión la proporción de cada elemento presente dentro de la muestra. Se utiliza convenientemente en arqueometría de cerámica, y también para otros tipos de loza. Aquí la determinación de minerales proporciona un conocimiento sustancial sobre las materias primas utilizadas en su producción.

Termoluminiscencia (TL)

La TL se basa en el supuesto de que todos los objetos absorben la radiación ambiental natural en trampas de energía estructurales. Estas se vacían cada vez que el artefacto se calienta por encima de una temperatura crucial o se expone a la luz solar. Calentando el artefacto en condiciones controladas y midiendo la energía almacenada en estas trampas (los electrones atrapados escapan en forma de luz), un arqueometrista puede determinar la última vez que se calentó este objeto. Se aplica a varios materiales de origen arqueológico o geológico, como cerámica, sedimentos y suelos calentados, hornos, y se expande a otros asientos marinos, pedernales y rocas (principalmente granitos, areniscas y calcitas) (Liritzis, Galloway y Hong, 1997; Liritzis, Guilbert et al., 1997; Liritzis et al., 2020).

La primera aplicación se realizó en vasijas de cerámicas griegas en 1960. Esta se basó en la medición de la luminiscencia que se almacena en minerales de cuarzo. Desde entonces se han

estudiado las propiedades físicas de los materiales a datar y se han sugerido diversas técnicas de datación, en función de la preparación de las muestras y del tamaño de los granos de cuarzo utilizados. Zimmerman sugirió la técnica de grano fino, que utiliza tamaños de 1 a 8 μm con precisión de $\pm 3\%$, y la técnica de granos grandes de circón (Sutton y Zimmerman, 1976) con $\pm 15\text{--}20\%$ de exactitud (Seeley, 1975).

ICP-MS (Plasma Acoplado Inductivo – Espectrometría de Masas)

La muestra se atomiza e ioniza a temperaturas muy altas. A diferencia de otras técnicas de análisis, ICP-MS analiza la masa de iones de esta, en lugar de las emisiones de átomos excitados. Es bastante eficiente en la producción de iones positivos y por lo tanto se utiliza en la discriminación de isótopos elementales y límites de detección muy bajos (Thomas, 2013). El método se aplica en diversos materiales, cerámica, vidrio, obsidiana, metálicos (Artoli y Canovaro, 2020), huesos, pigmentos, objetos de arte (Gehres y Querré, 2018).

FTIR (Transformada de Fourier – Espectroscopía Infrarroja)

El análisis FTIR se basa en la vibración natural que tienen los átomos bajo enlaces covalentes. La molécula permanece quieta, pero los átomos cambian entre sí. Si una molécula ha sido expuesta a radiación infrarroja con una frecuencia igual a la vibración natural, esta absorbe energía. De hecho, este tipo de análisis implica la interacción de la radiación con vibraciones fundamentales moleculares, por lo que se incluye en la categoría de técnicas analíticas de espectroscopia vibracional. Cuando la muestra se irradia con un haz infrarrojo (IR cercano o medio), las moléculas comienzan a absorber esta radiación y cambian los niveles de energía vibratoria molecular. Esta técnica se puede utilizar para la identificación sencilla de compuestos moleculares o incluso para una determinación cualitativa y cuantitativa completa. Ejemplos notables de su uso son la caracterización de pigmentos (Silva et al., 2018, en Chapoulie et al. (2018)), el análisis de artículos históricos (Zotti et al., 2008), la evaluación de artefactos paleolíticos (Cârciumaru et al., 2012) y otros materiales arqueológicos.

Espectroscopía Raman

La espectroscopía Raman es un tipo de técnica vibracional, basada en la dispersión inelástica de luz monocromática procedente principalmente de láseres monocromáticos. Cuando el rayo láser monocromático interactúa con las moléculas de una muestra, éste se dispersa y se desplaza. Este desplazamiento (*Raman Shift*) es único para cada tipo de moléculas, lo que da como resultado un espectro de huellas dactilares de cada composición química. Se diferencia del FTR en la forma en que se transfiere la energía a las moléculas. Aquí, la muestra se irradia con un rayo láser de infrarrojos visual o cercano. El fotón incidente tiene una energía más alta que la del estado vibratorio de la molécula y, por lo tanto, una parte de esta es absorbida, lo que genera una vibración molecular y la energía escariada se dispersa

como un nuevo fotón con una frecuencia reducida. Al igual que FTIR, la espectroscopía Raman se puede utilizar para análisis cualitativos y cuantitativos. Tanto Raman como FTIR deben usarse de forma complementaria para una caracterización completa de los modos vibratorios de una molécula. La espectroscopía Raman tiene varias aplicaciones en arqueología, como el análisis de arte rupestre, identificación de pigmentos, líticos, textiles, resinas y residuos orgánicos (Van der Weerd et al., 2004).

Por otra parte, la espectroscopía Raman ha sido utilizada para la caracterización de los pigmentos en los diseños. Se aplica a la superficie exterior de los fragmentos, así como a los cortes estratigráficos, para los que se ha utilizado un espectrómetro comercial LabRAM HR UV-Vis-NIR. La fuente de energía comúnmente utilizada es de 514 nm (Ar⁺ láser 0.03 mW-1), diámetros de 3 μm -20 μm . La técnica usada en superficies cerámicas y sobre micromuestras es no destructiva, con el fin de evitar el calentamiento y la consecuente degradación de la muestra; la potencia del láser se puede mantener baja.

Análisis isotópico

Los estudios isotópicos constituyen un campo de investigación en crecimiento a nivel mundial, debido a la amplia gama de temas que cubren, de los cuales sólo algunos se analizan en los párrafos siguientes. El enfoque isotópico del pasado humano ha sido utilizado por los arqueólogos desde los años 1970-80, inicialmente para la reconstrucción paleodietética realizado por DeNiro, con fines de trazar antiguas rutas de movilidad (DeNiro y Epstein, 1981). Debido a su importancia y al amplio alcance científico que cubre, el análisis de isótopos estables se ha convertido hoy en día en una subdisciplina propia (Bogaard y Outram, 2013). Los arqueólogos utilizan tradicionalmente esta técnica para investigaciones sobre dieta y movilidad (Silva-Pinto, et al. 2018, en Chapoulie et al. (2018)).

La variación química en el tejido duro representa variaciones en la ingesta alimentaria, la nutrición y las enfermedades, pero también en factores ambientales, revelando lugares de residencia y patrones de migración (Katzenberg, 2008). La investigación contemporánea sobre isótopos estables también ha comenzado a emplear sofisticados análisis estadísticos. Froehle, Kellner, y Schoeninger crearon un modelo multivariado para reconstruir la dieta humana, ampliando el de carbono anterior al agregar valores de nitrógeno del colágeno óseo al análisis (Froehle et al., 2012).

Fernandes y colaboradores en el 2015 utilizaron un modelo bayesiano para predecir con mayor precisión la fuente de proteína dietética en consumidores individuales (Fernandes et al., 2015). Por el término isótopos entendemos a las formas alternativas de ciertos elementos químicos que tienen números similares de protones y electrones en sus núcleos, pero difieren en su número de protones. Los isótopos estables, a diferencia de los inestables o radiactivos, no se desintegran con el tiempo. El análisis isotópico incluye el método de exploración masiva

de carbono (C), nitrógeno (N), azufre (S) y el recientemente explorado Zinc (Zn) y análisis incremental de dentina. El desglose de las proporciones de isótopos de carbono estables ($\delta^{13}C$) proporciona información sobre el consumo de las plantas; el nitrógeno ($\delta^{15}N$) refleja la ingesta de proteína animal.

Los análisis de azufre estable ($\delta^{34}S$) en un enfoque multi-isotópico brindan información sobre la ingesta de alimentos marinos y de agua dulce, mientras que el Zn se utiliza recientemente como un indicador del consumo de proteína animal (Jaouen et al., 2017). El análisis incremental de la dentina dental en el que se miden cortes consecutivos de ésta para determinar los valores isotópicos de C y N revela variaciones en las dietas infantiles (Beaumont y Montgomery, 2016; Beaumont et al., 2015), así como en las prácticas de lactancia y destete.

A diferencia del hueso, la dentina primaria no se remodela, proporcionando información sobre cambios radicales a corto plazo en la dieta que luego puede utilizarse para responder preguntas más detalladas. El método registra períodos específicos de escasez de alimentos y, por lo tanto, permite vincularse cronológica o causalmente a eventos históricos mencionados en registros escritos. Las proporciones de isótopos de Estroncio (Sr) que se encuentran en los dientes y huesos humanos reflejan directamente la composición del agua, las plantas y los animales consumidos, que a su vez reflejan la constitución fundamental de una región geográfica, por ejemplo (Slovak y Paytan, 2012). Al tener en cuenta los rangos isotópicos geoespecíficos, es posible evaluar la movilidad (Buzon et al., 2011).

Se han realizado análisis de las proporciones de isótopos de Estroncio (Sr) en casos seleccionados arqueológicamente. Estos datos pueden rastrear con precisión específica la movilidad de cada generación. Debido al hecho de que la composición isotópica del azufre también está determinada por el lecho rocoso local subyacente y las deposiciones atmosféricas, los isótopos de S también se utilizan en estudios de movilidad. Por lo tanto, una correlación de C , N , S y Sr puede ayudar a rastrear individuos al detectar si los datos reflejan una verdadera dieta marina o más bien un valor atípico debido a la migración (Vika, 2009). Es necesario reconstruir completamente una comprensión sólida de las formaciones geológicas junto con la biodisponibilidad de estroncio en cada sitio, antes de que alguien pueda ser identificado efectivamente como no local. El Sr rara vez identificará un origen único de un individuo no local, lo que puede restringir el método bajo ciertas condiciones.

Los isótopos de carbono también entran en la cadena alimentaria cuando los herbívoros consumen plantas, y los isótopos de oxígeno al consumir agua meteórica y de la dieta. Al examinar la proporción de isótopos $^{12}C/^{13}C$, es posible determinar si los animales comían predominantemente plantas $C3$ o $C4$. Las posibles fuentes de alimentos $C3$ incluyen arroz, tubérculos, frutas, nueces y muchas verduras, mientras que las fuentes de alimentos $C4$ incluyen el mijo y la caña de azúcar. Este proceso finaliza con la muerte del organismo; a partir de este momento los isótopos ya no se acumulan en este, sino que sufren degradación. Para obtener

mejores resultados, el investigador necesitaría conocer los niveles originales o una estimación de los mismos en el momento de su muerte.

Ejemplo: Estudios de Otzi

Las técnicas aplicadas y los materiales medidos incluyen: a) datación por radiocarbono (^{14}C) de ropa, arcos de madera y huesos (Bonani et al., 1994; Kutschera y Rom, 2000). b) Fluorescencia de rayos X (XRF) del cabello que revela rastros de cobre y arsénico, lo que implica su participación en la pirotecnología temprana de la fundición de cobre (Artoli y Canovaro, 2020) Radiografía de rayos X de todo su cuerpo que descubre la fatal flecha de pedernal en su hombro trasero izquierdo y otras lesiones (Macko et al., 1999) bioarqueología utilizada para decodificar la estructura genética del Hombre de Hielo a través del ADN, así como carbono, oxígeno, nitrógeno.

El análisis isotópico de estroncio en sus dientes y huesos demostró su origen en el sur de los Alpes (Italia), mientras que había comido tres comidas durante el último día, incluida una comida final aproximadamente dos horas antes de ser asesinado. Los métodos de ionización térmica (TIMS), plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y espectrometría de masas de gases incluyeron relaciones de isótopos de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ($\delta^{18}\text{O}$), $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, para revelar el origen y el comportamiento de migración del Hombre de Hielo. Las muestras analizadas incluyen esmalte dental, huesos y contenido de su intestino, los cuales representan diferentes etapas ontogenéticas de desarrollo (Kutschera y Müller, 2003; Macko et al., 1999; Rollo et al., 2002), e) palinología del polen contenido en los alimentos consumidos por Ötzi, junto con otras pruebas paleopatológicas, los colegas pudieron reconstruir su agitado itinerario en las horas previas a su muerte y definieron el incidente de estas afinales de primavera/principios de verano. Así como el entorno arqueobotánico (Bortenschlager y Oeggl, 2000); f) reconstrucción virtual del Hombre de Hielo, mostrando cómo estaba equipado para las duras temperaturas de las altas montañas y su vestimenta. La información extremadamente significativa obtenida de estos análisis arqueométricos ha tenido un impacto en el turismo cultural a través del aumento del número de visitantes en el Tirol del Sur y especialmente en el museo Otzi.

Conclusiones

El uso de análisis arqueométricos para el estudio de la cerámica arqueológica es una metodología consolidada que facilita la caracterización y clasificación de esta clase de material con datos provenientes de las ciencias naturales, que cruza con la información de origen arqueológico. Esta técnica se ha extendido a los análisis petrográficos para la identificación de minerales presentes en las pastas cerámicas. Este tipo de investigación permite elucidar la procedencia de los conjuntos cerámicos y las características tecnológicas usadas en el diseño de ellos. En muchos casos, los resultados del análisis de cerámicas de yacimientos cercanos pueden ser infructuosos en cuanto a poder extraer conclusiones que pudieran relacionarlos o

diferenciarlos unos con otros. Ello requiere el uso de otras técnicas más precisas y sensibles que detecten elementos específicos y con presencia menor en las muestras. Por ejemplo, se realiza caracterización usando análisis por activación neutrónica y sobre los resultados se aplican técnicas estadísticas para buscar evidencias de relaciones entre las muestras clasificadas previamente (Aldazabal et al., 2010).

El material que resulta de un pretratamiento, es envasado en ampollas de cuarzo para su irradiación, junto con patrones y materiales para control de calidad. Esta técnica, por su alta sensibilidad, permite determinar elementos que se encuentran en muy baja concentración y así cuantificar las pequeñas diferencias que pudiesen existir dentro de las arcillas, tendiendo a una clasificación más específica de la materia prima utilizada.

No hay duda de la enorme cantidad de informes y datos que pueden extraerse del registro arqueológico hoy día y de las posibilidades de estudio y documentación del mismo con las técnicas disponibles. Esa información resulta básica en la demostración y clarificación de las hipótesis arqueológicas. Por tanto, el futuro inmediato de la arqueometría va a depender de la actitud más o menos crítica que la propia comunidad arqueológica tome hacia las aproximaciones de base experimental, la cual va a decidir en buena medida la clase de datos que se van a generar y el valor de los mismos en las interpretaciones y síntesis arqueológicas de las próximas décadas.

La arqueometría es una disciplina internacional científicamente establecida que investiga cuestiones científicas del patrimonio cultural; es una ciencia multidisciplinaria que desarrolla investigaciones y resuelve problemas arqueológicos. Con la ayuda de esta materia interdisciplinaria se descubren nuevos campos inexplorados, paisajes políticos, culturales y sociales, y se cubren vacíos científicos; porque la ciencia, aunque dividida en subgrupos, es unificada e indivisible. Los resultados de la arqueometría consisten en datos gráficos y estadísticos que simplifican y facilitan la posibilidad de comparar muestras culturales y recuperar la máxima información desde su microescala, obteniendo así conclusiones seguras, que pueden ser utilizadas globalmente por investigadores, científicos y funcionarios gubernamentales. Esto redundará en la difusión de la información y la globalización de la ciencia, el diálogo científico y administrativo, la promoción de las funciones administrativas y la conveniencia de los ciudadanos a un trato justo y adecuado.

Referencias

- Aldazabal, V., Silveira, M., y Micaelli, A. (2010). La cerámica del sitio Alero Las Mellizas, Lago Triful, Provincia de Neuquén. *Anales de Arqueología y Etnología*, 63-64, 177-195. <https://bdigital.uncu.edu.ar/7442>

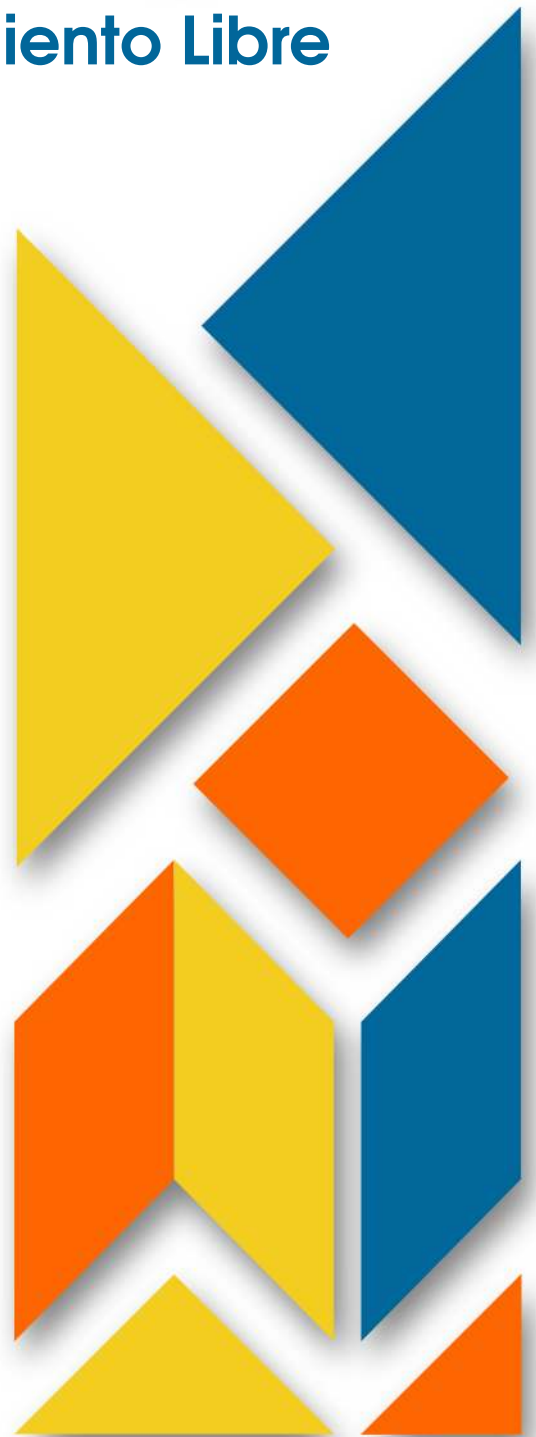
- Artoli, G., y Canovaro, C. (2020). Lia of prehistoric metals in the central mediterranean area: a review. *Archaeometry*, 62(1), 53-85.
- Beaumont, J., y Montgomery, J. (2016). The Great Irish Famine: Identifying Starvation in the Tissues of Victims Using Stable Isotope Analysis of Bone and Incremental Dentine Collagen. *PLoS ONE*, 11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160065>
- Beaumont, J., Montgomery, J., Buckberry, J., y Jay, M. (2015). Infant mortality and isotopic complexity: New approaches to stress, maternal health, and weaning: Infant Mortality and Isotopic Complexity. *American Journal of Physical Anthropology*, 157, 441-457. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22736>
- Bogaard, A., y Outram, A. (2013). Palaeodiet and beyond: stable isotopes in bioarchaeology. *World Archaeology*, 45(3), 333-337. <https://doi.org/10.1080/00438243.2013.829272>
- Bonani, G., Ivy, S., Hajdas, I., y Niklaus, T. (1994). Ams. 14 C Age Determinations of Tissue, Bone and Grass Samples from the Ötztal Ice Man. *Radiocarbon*, 36(2), 247-250. <https://doi.org/10.1017/S0033822200040534>
- Bortenschlager, S., y Oeggl, K. (2000). *The Iceman and his Natural Environment*. Springer Vienna, 4. ISBN: 9783211826607.
- Buzon, M., Conlee, C., y Bowen, G. (2011). Refining oxygen isotope analysis in the Nasca region of Peru: An investigation of water sources and archaeological samples. *International Journal of Osteoarchaeology*, 21, 446-455. <https://doi.org/10.1002/oa.1151>
- Cârciumaru, M., Ion, R., Nițu, E., y Ștefănescu, R. (2012). New evidence of adhesive as hafting material on Middle and Upper Palaeolithic artefacts from Gura Cheii-Râșnov Cave (Romania). *Journal of Archaeological Science*, 39(7), 1942-1950. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.02.016>
- Chapoulie, R., Sepulveda, M., Del-Solar, N., y Wright, V. (2018). *Arqueometría. Estudios analíticos de materiales arqueológicos*. Institut français d'études andines, Universidad de Tarapacá, Université Bordeaux Maigne, ISBN (Print version): 978-612-4358-02-9. <https://doi.org/10.4000/books.ifea.12740>
- DeNiro, M., y Epstein, S. (1981). Influence of the Diet on the Distribution of Nitrogen Isotopes in Animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 341-351.
- Fernandes, R., Grootes, P., Nadeau, M., y Nehlich, O. (2015). Quantitative diet reconstruction of a Neolithic population using a Bayesian mixing model (FRUITS): The case study of Osterf (Germany). *American Journal of Physical Anthropology*, 158(2), 325-340.
- Froehle, A., Kellner, C., y Schoeninger, M. (2012). Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 147, 352-369. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21651>
- Gehres, B., y Querré, G. (2018). Analysis of mica inclusions using LA-ICP-MS: A new approach for sourcing raw material of ceramics. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, 912-920. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.05.018>
- Gilson, V., y Luciene, D. (2012). Arqueometría: Mirada histórica de una ciencia en desarrollo. *Revista CPC, São Paulo*, 13, 107-133.

- Howell, E., y Vandenabeele, P. (2012). *Analytical Archaeometry. Selected Topics* (H. Edwards, Ed.). The Royal Society of Chemistry RSC. ISBN: 978-1-84973-162-1.
- Ikeoka, R., Appoloni, C., Parreira, P., Fabio, L., y Bandeira, A. (2012). PXRF and multivariate statistics analysis of pre-colonial pottery from northeast of Brazil. *X-Ray Spectrometry*, 41, 12-15. <https://doi.org/10.1002/xrs.1378>
- Iucci, E., Volzone, C., Morosi, M., y Zagorodny, N. (2010). Aporte del análisis textural por porosimetría de mercurio a la caracterización de la cerámica ordinaria del sitio El Molino (Dpto. de Belén, Catamarca). En *La arqueometría en Argentina y Latinoamérica*. ISBN 978-950-33-0849-3 (pp. 67-72).
- Jaouen, K., Herrscher, E., y Balter, V. (2017). Copper and zinc isotope ratios in human bone and enamel. *American Journal of Physical Anthropology*, 162(3), 491-500.
- Katzenberg, M. (2008). Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. En M. A. Katzenberg y S. R. Saunders (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton, Second Edition. Chapter 13*. John Wiley & Sons, Inc.
- Kutschera, W., y Müller, W. (2003). Isotope language of the Alpine Iceman investigated with AMS and MS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 204, 705-719. [https://doi.org/10.1016/S0168-583X\(03\)00491-9](https://doi.org/10.1016/S0168-583X(03)00491-9)
- Kutschera, W., y Rom, W. (2000). Ötzi, the prehistoric Iceman. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 12(22), 164-165. [https://doi.org/10.1016/S0168-583X\(99\)01196-9](https://doi.org/10.1016/S0168-583X(99)01196-9)
- Liritzis, I., Galloway, B., y Hong, G. (1997). Single aliquot dating of ceramics by green light stimulation of luminescence from quartz. *Nuclear Instruments and Methods B*, 132, 457-467.
- Liritzis, I., Guilbert, P., Foti, F., y Schvoerer, M. (1997). The Temple of apollo (Delphi) strengthens new thermoluminescence dating method. *Geoarchaeology International*, 12(5), 479-496.
- Liritzis, I., Laskaris, N., Vafiadou, A., Karapanagiotis, I., Volonakis, P., Papageorgopoulou, C., y Bratitsi, M. (2020). Archaeometry: an overview. *Scientific Culture*, 6(1), 49-98. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3625220>
- Macko, S., Lubec, G., Teschler, M., Andrusevich, V., y Engel, M. (1999). The Ice Man's diet as reflected by the stable nitrogen and carbon isotopic composition of his hair. *The FASEB Journal*, 13(3), 559-562. <https://doi.org/10.1096/fasebj.13.3.559>
- Montero, I., García, M., y López, E. (2007). Arqueometría: cambios y tendencias actuales. *Trabajos de Prehistoria*, 64(1), 23-40. <https://doi.org/10.3989/tp.2007.v64.i1.92>
- Ricciardi, P., Legrand, S., Bertolotti, G., y Janssens, K. (2016). Macro X-ray fluorescence (MA-XRF) scanning of illuminated manuscript fragments: potentialities and challenges. *Microchemical Journal*, 124, 785-791.
- Rollo, F., Ubaldi, M., Ermini, L., y Marota, I. (2002). Ötzi's last meals: DNA analysis of the intestinal content of the Neolithic glacier mummy from the Alps. *Anthropology*, 99(20), 12594-12599. <https://doi.org/10.1073/pnas.192184599>

- Seeley, M. (1975). Thermoluminescent dating in its application to archaeology: A review. *Journal of Archaeological Science*, 2(1), 17-43. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(75\)90044-8](https://doi.org/10.1016/0305-4403(75)90044-8)
- Slovak, N., y Paytan, A. (2012). Applications of Sr isotopes in archaeology. Handbook of environmental isotope geochemistry, advances in isotope geochemistry. *Springer Berlin Heidelberg*, 1, 743-768.
- Sutton, S., y Zimmerman, D. (1976). Thermoluminescent dating using zircon grains from archaeological ceramics. *Archaeometry*, 18(2), 125-134.
- Thomas, R. (2013). *Practical Guide to ICP-MS*. CRC Press. 3rd Edition. <https://doi.org/10.1201/b14923>
- Van der Weerd, J., Smith, G., Firth, S., y Clark, R. (2004). Identification of black pigments on prehistoric Southwest American potsherds by infrared and Raman microscopy. *Journal of Archaeological Science*, 31(10), 1429-1437. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.03.008>
- Vika, E. (2009). Strangers in the grave? Investigating local provenance in a Greek Bronze Age mass burial using $\delta^{34}\text{S}$ analysis. *Journal of Archaeological Science*, 36, 2024-2028.
- Zotti, M., Ferroni, A., y Calvini, P. (2008). Microfungal biodeterioration of historic paper: Preliminary FTIR and microbiological analyses. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 62(2), 186-194. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2008.01.005>




Experiencias de Conocimiento Libre



La robótica en el aula: Experiencia didáctica con niños de educación primaria

Robotics in the classroom: Teaching experience with primary school children

Bethzaida Africano ¹

María Febres-Cordero ²

Fundación para el Desarrollo de La Ciencia y la Tecnología, Mérida, Venezuela^{1,3}

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela²

africanogelves@gmail.com¹

alejandrafebrescordero@gmail.com²

Fecha de recepción: 04/10/2024

Fecha de aceptación: 11/11/2024

Pág: 213 – 224

Resumen

Este artículo aborda aspectos asociados al proceso formativo con la ejecución de un proyecto educativo basado en robótica y el uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje, como mecanismos de transformación de la realidad educativa. La población y muestra estuvo conformada por 103 niños, estudiantes de cuatro unidades educativas del Municipio Libertador del Estado Bolivariano de Mérida, educadores e investigadores responsables de llevar a cabo el referido proceso formativo. Se pretendió exponer las experiencias de los niños que interactuaron con algunos robots educativos mediante actividades lúdicas que contribuyeron en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, la creatividad, la imaginación, la memoria y el trabajo en equipo. El estudio se desarrolló en las aulas de clases como espacios físicos, dinámicos y multifacético, en el que se socializaron saberes, experiencias y conocimiento, logrando la construcción y reconstrucción del conocimiento a través de la participación activa de los niños, quienes de manera colaborativa y cooperativa construyeron prototipos de robots con el uso de material de reciclaje, mostrando sus productos mediante la elaboración de collage y la exposición de sus experiencias. Con esto se propició el conocimiento, enriqueciendo el aprendizaje mediante la retroalimentación, la discusión y la participación activa y voluntaria de cada uno de los niños.

Palabras clave: actividades lúdicas, estrategias de enseñanza-aprendizaje, proceso formativo, robótica educativa, saberes, socialización.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

This article addresses aspects associated with the training process with the execution of an educational project based on robotics and the use of teaching and learning strategies, as mechanisms for transforming educational reality. The population and sample were made up of 103 children, students from four educational units of the Libertador Municipality of the Bolivarian State of Mérida, educators and researchers responsible for carrying out the aforementioned training process. The aim was to present the experiences of children who interacted with some educational robots through playful strategies that contributed to the development of logical-mathematical thinking, creativity, imagination, memory and teamwork. The study was developed in classrooms as physical, dynamic and multifaceted spaces, in which knowledge, experiences and knowledge were socialized, achieving the construction and reconstruction of knowledge through the active participation of children, who collaboratively and cooperative built prototypes of robots with the use of recycling material, showing their products by making collages and exposing their experiences. This promoted knowledge, enriching learning through feedback, discussion and the active and voluntary participation of each of the children.

Keywords: playful activities, teaching-learning strategies, training process, educational robotics, knowledge, socialization.

Introducción

Interactuar con niños y niñas de edades comprendidas entre seis y once años es experimentar un conjunto de vivencias y momentos que surgen del accionar inocente, creativo y dispuesto a mostrar lo que es para estos niños interactuar con adultos, que no representan para un momento determinado al docente o a sus padres. Desde la experiencia del docente en el aula de clase se viene impartiendo el conocimiento de manera tradicional mediante el dictado de contenidos, donde la transmisión fundamentalmente se realiza de manera unidireccional.

Considerar la posibilidad de transmitir el conocimiento y socializar desde el punto de vista del desarrollo de un proyecto educativo, donde los niños puedan expresar sus conocimientos mediante la creatividad, la imaginación, el juego con robot y actividades lúdicas vinculantes a la robótica, ha sido el interés de los investigadores; pues se convierte en una experiencia favorable para el desarrollo integral del niño, marcado por el aprendizaje significativo. Indica entonces, que se garantiza un proceso de formación colaborativo, cooperativo y coherente con las exigencias del entorno actual, tanto en el aula de clase como en el social familiar.

Lógicamente, lo anterior implica un cambio en la manera de percibir, entender y comprender el sistema educativo actual, donde la incorporación de nuevas tecnologías y estrategias de enseñanza - aprendizaje permitan, tanto al docente como al estudiante, llevar a cabo la construcción y reconstrucción del conocimiento. Este es el contexto del estudio realizado en el que se abordan los aspectos relevantes asociados al proceso formativo llevado a cabo con la ejecución del proyecto educativo basado en robótica, con la participación 103 niños de cuatro unidades educativas del Municipio Libertador del Estado Bolivariano de Mérida.

Por ello, se toma en cuenta principalmente la participación de educadores e investigadores responsables de llevar a cabo la fase de formación de estos niños a través de la puesta en marcha de diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje basadas en robótica educativa. Seguidamente, se abordan los aspectos vinculantes con el establecimiento de relaciones sociales a partir de la interacción entre niños de diferentes unidades educativas y niveles educativos. Finalmente, se exponen las experiencias de los niños que interactuaron con algunos robots educativos y diferentes estrategias lúdicas, que contribuyeron con su desarrollo cognitivo, como lo es el pensamiento lógico-matemático, la creatividad, la imaginación, la memoria y el desarrollo psicomotriz.

La robótica educativa como estrategia pedagógica

La robótica educativa tiene sus inicios en la década de los sesenta a partir de las “investigaciones del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que construyó los primeros robots para ser manipulados y programados por los niños” (González et al., 2021, p. 230102). Desde entonces, la robótica educativa ha evolucionado debido al avance tecnológico y al surgimiento de métodos de enseñanza innovadores, satisfaciendo eficazmente las necesidades de los estudiantes. En efecto, esta forma de robótica ha pasado de ser un instrumento tecnológico y novedoso a un recurso pedagógico esencial integrado en el currículo escolar. Lo cual, a su vez, ha beneficiado a los niños a adquirir y desarrollar destrezas, habilidades y capacidades, así como a fomentar el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Con respecto al origen de la robótica educativa, Fajardo (2021) señala que Papert y Minsky realizaron diferentes estudios empleando el uso de las matemáticas y la computación con el programa LOGO, como recursos para el diseño de una herramienta útil, que conllevó a la creación e innovación de una tortuga que se podía programar con alrededor de 15 órdenes, y permitiera al niño realizar dibujos simples o complejos en la pantalla del computador, ejecutando a su vez, un movimiento armonizado y agradable de la tortuga, además de aprender los conceptos básicos de programación.

De este modo, la inclusión de la robótica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, particularmente en la educación primaria o básica, está tomando un lugar primordial en la actualidad como una estrategia pedagógica innovadora y eficaz, que contribuye favorablemente

con el aprendizaje y el desarrollo integral del niño. Con relación al aprendizaje, Rosenberg (2001, p. 4) señala que éste no es otra cosa, que el “proceso mediante el cual las personas adquieren nuevas habilidades o conocimientos con el propósito de mejorar su rendimiento”.

Hoy por hoy, los avances tecnológicos favorecen la ejecución de actividades dentro y fuera del aula de clases, por lo que el sistema educativo está experimentando una transformación hacia métodos de enseñanza más innovadores y participativos, requiere fundamentalmente que la educación se adapte y aproveche los recursos disponibles para potenciar el aprendizaje significativo de los estudiantes. Por ello, Durkheim (1976), refiere a la educación como un proceso de transmisión e intercambio de información, saberes y valores de unos a otros, donde cada uno gestione sus conocimientos en favor de su desarrollo integral, personal, moral e intelectual.

Bajo esta premisa, la robótica educativa es considerada una ciencia que integra diversas áreas del conocimiento, como lo son: la electrónica, informática, mecánica, mecatrónica, matemáticas, física y arte, entre otras; que ayuda al diseño de prototipos para su posterior construcción e implementación de los robots. Por esta razón, la robótica educativa involucra a los niños en un aprendizaje práctico y experiencial, convirtiéndose en una herramienta invaluable en el proceso educativo. Esto significa que el niño tendrá la capacidad de aplicar constructos teórico-prácticos en un contexto real, dentro del entorno donde se desenvuelve, motivándolo a profundizar cada día sus conocimientos en las áreas vinculantes con la robótica y las unidades curriculares que impone el sistema educativo. En virtud de ello, la robótica se centra en el manejo de robots como instrumentos, herramientas o medios empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo con el desarrollo de los procesos mentales del niño, tales como la atención y la memoria para la resolución de problemas.

En este orden de ideas, la robótica promueve el desarrollo de destrezas, habilidades, capacidades y competencias esenciales en el proceso formativo de los alumnos, fomentando el pensamiento reflexivo, de forma eficiente. Por eso, “la actividad cognitiva-reflexiva es una actividad integral que facilita la construcción del conocimiento de las diferentes áreas y disciplinas del saber” (Odremán, 2006, p. 7). A su vez, esto contribuye con la adquisición experiencial de conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, pues el uso de la robótica dentro del aula de clases permite realizar otras actividades como lo son el diseño, construcción, manejo y programación de robots, entre otros. Todo esto conduce al llamado aprendizaje significativo, referido según Ausubel (1968), a los procesos mentales que debe experimentar el niño para adquirir, asimilar y retener el conocimiento y así construir o reconstruir nuevos constructos teórico-prácticos.

En este contexto, el uso de robots educativos se convierte en una estrategia pedagógica que permite a los niños desarrollar conocimientos con el uso de la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas, por sus siglas en inglés), entendiendo por este

tipo de metodología el conjunto de estrategias aplicadas dentro del aula de clases con el fin de vincular al estudiante con las disciplinas científicas y técnicas (González et al., 2021), para promover el aprendizaje activo mediante el desarrollo de la imaginación, la creatividad, la innovación y el trabajo en equipo, de manera colaborativa y cooperativa.

Así pues, la robótica educativa está referida al uso de robots en entornos educativos con el propósito de mejorar la experiencia del niño durante el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. En consecuencia, su alcance abarca la creación y codificación de robots, así como la construcción de prototipos para facilitar la resolución de problemas mediante el trabajo colaborativo y cooperativo. Ello no solo motiva y despierta el interés de los niños por aprender, permitiendo adquirir conocimientos de manera práctica y experimental. La posibilidad de crear sus propios robots e interactuar con la tecnología, de una manera lúdica y práctica, estimula la curiosidad, la participación activa y la motivación dentro del aula, donde cada niño se siente comprometido y responsable con el proceso de aprendizaje. Esto contribuye a mejorar su autoestima y confianza en sus habilidades, lo cual es fundamental para su desarrollo académico y personal, fomentando el aprendizaje significativo y duradero.

La robótica educativa y su aplicabilidad en el aula de clase

Históricamente, la tecnología ha cambiado y sigue cambiando, permitiendo la evolución interminable de dispositivos y máquinas, donde los robots son parte de este cambio tecnológico. El diseño, la construcción y el uso de este tipo de robots permiten la ejecución de actividades en diversos campos del quehacer diario, combinando diferentes disciplinas del conocimiento. Por ello, el uso de los robots educativos facilita el aprendizaje y la ejecución de diferentes actividades o tareas.

De esta manera, en el aula de clases los niños pueden diseñar y personalizar sus propios robots, permitiendo explotar su imaginación y encontrar soluciones propias a los planteamientos del docente, que busca facilitar alguna unidad curricular, ayudando a los niños a pensar de manera distintas a la forma convencional y, por ende, plantear alternativas diferentes y viables para abordar los aspectos formativos de la unidad curricular. En otras palabras, se busca es que el niño piense de forma creativa y encuentre soluciones originales a partir de su propia cotidianidad. Esto requiere, entonces, de un “conjunto de procedimientos que se instrumentan y se llevan a cabo para lograr algún objetivo. Aplicado al aprendizaje, es la secuencia de procedimientos que se aplican para lograr aprender.” (Mayor et al., 1992, p. 29).

No obstante, considerar el hecho de que la robótica educativa promociona el trabajo en equipo, de manera colaborativa y cooperativa, es considerar la posibilidad de llevar a cabo los proyectos educativos en grupo, contribuyendo con el establecimiento de medios de comunicación efectivos y relaciones sociales sanas dentro y fuera del aula de clases, fomentando habilidades sociales y emocionales fundamentales para la vida en sociedad. Del mismo modo,

la robótica educativa también ayuda a desarrollar la creatividad de los niños al brindarles la oportunidad de experimentar ideas innovadoras para aprender conceptos y habilidades prácticas y así alcanzar las metas y objetivos curriculares.

Desde luego, la educación debe ser el medio encargado de transmitir los conocimientos, saberes, experiencias y costumbres de una generación a otra con el uso de diferentes herramientas y estrategias pedagógicas y de construir nuevos conocimientos (Tejada, 2000). Por eso, la educación es el proceso de socialización que se da entre los estudiantes o entre los docentes y sus estudiantes, el cual admite el aprendizaje de nuevos conocimientos, saberes, habilidades y destrezas.

En relación con lo expuesto, Delors (1996, p. 55) señala que “en todo el mundo, la educación, en sus distintas formas, tiene por cometido establecer entre los individuos vínculos sociales procedentes de referencias comunes”. Esto trae consigo una serie de beneficios pedagógicos, entre los que destacan:

- Favorecer el trabajo en equipo, colaborativo y cooperativo, promoviendo de esta manera, el intercambio de conocimiento, saberes y experiencias fundamentales para el desarrollo de las actividades académicas.
- Desarrollar destrezas, habilidades y capacidades cognitivas, técnicas y computacionales, así como el pensamiento crítico, la creatividad y la imaginación, dado que el niño aprende sobre aspectos de programación, manejo de robots y uso de la tecnología en diferentes campos del conocimiento para el desarrollo de sus actividades académicas.
- Permitir el aprendizaje activo y participativo, mejorando la retención y comprensión, desde la lúdica, de constructos básicos sobre diferentes tópicos del conocimiento vinculantes con las unidades curriculares que exige el sistema educativo.
- Fomentar la innovación en el diseño y la construcción de prototipos de robots y/o robots, según las capacidades propias de cada niño.

De todo esto se deduce, que el uso de la robótica en el aula de clases es beneficioso tanto para el niño como para el docente, quienes pueden utilizar diferentes recursos para la construcción de robots, como kits de robótica educativa, para llevar a cabo el proceso de enseñanza a través de la ejecución de proyectos educativos que complementen las unidades curriculares; pues contribuye con el desarrollo integral del niño, desde lo cognitivo hasta su psicomotricidad.

El aula de clase: Un espacio para la construcción del conocimiento con niños

Mencionar el aula de clase como un espacio para la construcción del conocimiento con los niños, es referir en primera instancia a dicha aula como un espacio físico en el que se interactúa,

intercambia y socializan ideas, saberes, experiencias y conocimiento necesario para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje de diferentes tópicos de interés para la formación del niño. Por ello, es un escenario donde los docentes generan e imparten el conocimiento y los niños aprenden con el fin de que estos lo interioricen para que puedan interactuar, crear, imaginar y construir el conocimiento. En este sentido, el aula de clase brinda la oportunidad tanto de socializar el conocimiento como de relacionarse uno con otros, lo que conlleva a que cada uno aprenda a trabajar en equipo y fortalecer su autoestima, la convivencia diaria en un entorno educativo y a respetar al otro como un ser pensante y crítico de su propio accionar y el de los demás miembros del aula de clase.

En este contexto, es fundamental el rol que tienen tanto los docentes como los niños en el aula de clases. Los docentes deben cumplir con la labor de mediar el conocimiento formal que requieren los niños, con el fin de aprender conceptos, teorías, procesos prácticos y habilidades académicas. Es decir, deben ser orientadores y guías del proceso de enseñanza-aprendizaje, al motivar a los niños a explorar nuevas ideas y acompañándolos en su desarrollo intelectual, mediante el uso de recursos audiovisuales, actividades lúdicas y el uso de la robótica.

En torno al proyecto educativo que se desarrolló con los 103 niños de algunas unidades educativas del municipio Libertador del Estado Bolivariano de Mérida, el aula de clase fue un espacio dinámico y multifacético, donde la construcción y la deconstrucción conocimiento, se logró a través de la participación activa de cada uno de los niños; quienes de manera colaborativa y cooperativa armaron prototipos de robots con el uso de material de reciclaje, dado lugar a la construcción e intercambio del conocimiento. En dicho entorno los facilitadores, personas formadas en el área educativa e investigadores activos, participaron como orientadores del proceso de enseñanza-aprendizaje, guiando el proceso creativo de cada niño para lograr un único fin: la satisfacción del niño desde la elaboración propia de lo que pensaban, querían y se imaginaban sería un robot hecho por sí mismo.

De este intercambio y socialización del conocimiento se obtuvieron resultados favorables en la formación de cada uno de ellos, quienes mostraron sus productos mediante la elaboración de materiales tales como el collage, la construcción de prototipos de robots y la exposición de sus experiencias dentro del aula de clase; donde existieron momentos para fortalecer su conocimiento, lo que permitió su comprensión, ampliar sus perspectivas sobre el proceso educativo y enriquecer su aprendizaje a través de la retroalimentación, la discusión y la participación activa y voluntaria de cada uno de los niños partícipes del referido proyecto educativo.

Cabe destacar que tales resultados se lograron a través de la participación activa de un grupo de profesionales que presentaron, en cada sesión de formación, una secuencia de contenidos referentes al uso de material de reciclaje, el medio ambiente, la electrónica y las matemáticas mediante la puesta en marcha de diferentes actividades lúdicas como: el tetris, el

laberinto, el juego de memoria y el uso de rompecabezas, entre otras; para explicar conceptos referentes a la metodología STEAM como herramienta didáctica para la construcción de prototipos de robots y el uso de los mismos en el aula de clases.

La experiencia y vivencias de cada uno de los facilitadores a lo largo de su desempeño profesional, dentro y fuera de las aulas de clase, permitieron orientar a los niños en la comprensión y asimilación de nuevos saberes, fundamentados en el uso de la robótica y su vinculación con otras ramas del conocimiento. Esto motivó a los profesionales a potenciar sus conocimientos y habilidades como facilitadores para lograr la participación y comunicación entre los niños, y entre estos y los docentes, para obtener aprendizajes significativos que contribuyan con la formación integral de cada uno de los niños, desde temprana edad (Díaz, 2010).

Todo esto, en definitiva, permitió incorporar un conjunto de recursos educativos variados e innovadores (materiales didácticos, tecnológicos y herramientas multimedia), ofreciendo de esta manera el uso de diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitieron a los niños aprender haciendo y aprender a través del juego, lo que estimuló su participación activa y la asimilación de conceptos de forma más dinámica y experiencial, lo que se traduce en un aprendizaje significativo.

Dando fuerza a las ideas anteriores, es preciso señalar que Ausubel (1968), psicólogo y pedagogo, desarrolló la Teoría del Aprendizaje Significativo; destacándose como una de las principales aportaciones de la pedagogía constructivista, planteó que el aprendizaje significativo además de ser un cambio de conducta del ser humano, es el resultado que se obtiene de la experiencia y los conocimientos previos que posee. Estos activan los mecanismos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención de conceptos relevantes para el ser humano, lo que permite la incorporación e interiorización de nueva información con el propósito de construir nuevo conocimiento, que, al transferirse a nuevas situaciones, lo convierte en significativo.

Por ello, y a la luz de las experiencias didácticas implementadas, el aprendizaje significativo es un proceso propio y genuino de cada uno, que surge de la interacción con los objetos, materiales, personas y fenómenos y, del intercambio del conocimiento para aprehenderlo y asumir la responsabilidad de colaborar y cooperar con la aprehensión de los otros en dicho proceso.

El recorrido metodológico en el aula de clase

De las reflexiones realizadas con relación a la forma de llevar a cabo la ejecución del proyecto educativo, surgió la posibilidad de considerar la investigación-acción participativa como herramienta metodológica. Esto desde la perspectiva de que la puesta en marcha del referido proyecto basado en robótica buscó la transformación de la realidad educativa; pues

como señalan Colmenares y Piñero (2008), este tipo de metodología se centra en la planificación e implementación de un plan, en este caso de tipo didáctico, que persigue la resolución de problemas con el propósito de reconstruir el conocimiento y la forma de enseñar y aprender. O bien como indica Latorre (2005, p. 23), “la investigación-acción se puede considerar como un término genérico que hace referencia a una amplia gama de estrategias realizadas para mejorar el sistema educativo y social”.

Para ello, fue fundamental la participación activa de los sujetos sociales involucrados en el proyecto formativo, como lo fueron los facilitadores, los docentes y los niños. Ésto se convirtieron en los protagonistas de todo el proceso, donde cada uno debía aprender haciendo y aprender a convivir. Con base en esto, la metodología constó de las siguientes fases: a) Reflexión grupal entre los facilitadores para realizar el diagnóstico necesario y definir el tema a desarrollar con el proyecto formativo, así como la determinación del número de niños a atender de educación primaria por unidad educativa; b) Planificación del ciclo de formación, del contenido y las actividades lúdicas a desarrollar dentro del aula de clase; c) Actuación de los sujetos partícipes del proyecto formativo mediante el desarrollo de encuentros de socialización e intercambio del conocimiento en aulas de clases, instituciones públicas y parques educativos recreacionales vinculados con la ciencia, la tecnología y la robótica; y, d) Observación del accionar de los niños en el desarrollo del proyecto formativo para lograr la obtención de datos cualitativos y cuantitativos necesarios para el proceso investigativo.

La construcción del conocimiento a partir del uso de la robótica: nuestros hallazgos

La enseñanza, el aprendizaje y la interacción social, fundamentalmente entre niños de educación primaria, se está convirtiendo hoy día en una nueva forma de adquirir el conocimiento y de compartirlo con los compañeros de aula. Con la ejecución de la propuesta pedagógica basada en la robótica educativa, emergieron un conjunto de expectativas tanto para los facilitadores, responsables del proyecto, como para los docentes y niños participantes del mismo, quienes de manera activa, colaborativa y cooperativa, en cada una de las actividades formativas y lúdicas, intercambiaron el conocimiento, con el fin de construirlo y reconstruirlo.

De ahí se desprende que, con el desarrollo del ciclo formativo se logró conocer, en primera instancia, las ideas que poseían los niños con respecto a la concepción de un robot, donde destacan respuestas como: “Son una máquina muy útil”, “Son interesantes, hacen muchas cosas”, “Que importante son para aprender” y “No sabía que existían robot que nos enseñaran las cosas que estudiamos”, entre otras expresiones. Con esta actividad se logró poner en práctica algunas competencias en cada niño, como la escritura, la imaginación y la creatividad, con la ayuda de los facilitadores del proyecto y los docentes de aula incrementaron el vocabulario.

De igual manera, el desarrollo de las actividades lúdicas, como el juego de memoria, el

laberinto, el tetris con cartones de huevos y el rompecabezas, fueron consideradas estrategias de enseñanza-aprendizaje, empleadas con el fin de desarrollar capacidades como el razonamiento lógico, el trabajo en equipo y la memoria. Por ello, las actividades lúdicas son consideradas una herramienta útil en el proceso del acto educativo, pues como señalan Candela y Benavides (2020, p. 82): “La actividad lúdica es concebida como la forma natural de incorporar a los estudiantes en el medio que los rodea, de aprender, relacionarse con los otros, entender las normas y el funcionamiento de la sociedad a la cual pertenece”.

En las visitas a las instituciones vinculantes con la ciencia, la tecnología y la robótica, segunda fase de la propuesta pedagógica, los niños experimentaron su acercamiento a la realidad robótica, al interactuar con algunos dinosaurios que se encuentran en algunos parques educativos-recreativos, ubicados en el municipio Libertador del Estado Bolivariano de Mérida. En esta experiencia, los niños tuvieron la oportunidad de socializar lo que saben de robótica con sus compañeros de grupo y construir, a partir de sus conocimientos, un relato sobre la experiencia vivida y la robótica educativa.

En este contexto, es necesario, considerar los planteamientos de Odremán (2006, p. 7) al señalar que se debe “propiciar situaciones de aprendizaje que fortalezcan el dominio intelectual, por medio del cultivo de la actitud positiva hacia la reflexión, la búsqueda del razonamiento lógico, la aprehensión de conexiones de lo aprendido y recordado, con nuevas situaciones de aprendizaje”.

Hacia una educación del futuro. Reflexiones Finales

La robótica educativa se considera, hoy día, una estrategia pedagógica innovadora y efectiva por cuanto potencia el aprendizaje de los niños. Su incorporación en el aula de clase, así como la integración a las unidades curriculares contribuye con el desarrollo de habilidades claves para la formación de los niños, en el sentido que estimula la motivación, la creatividad, la imaginación, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y el pensamiento crítico, promoviendo el interés por el aprendizaje. Esto requiere, tanto de los docentes como de las unidades educativas, aprovechar las potencialidades y beneficios que se derivan del uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en la robótica educativa para impulsar una educación de calidad, acorde a las necesidades que exigen los avances tecnológicos, permitiendo a los niños el desarrollo habilidades y competencias claves para desenvolverse con éxito en un mundo cada vez más tecnológico y cambiante.

Resulta que la incorporación de la robótica en las aulas de clase contribuye con una educación más innovadora, dinámica y beneficiosa para el aprendizaje del niño, quién busca aprender de manera diferente, donde el aprender haciendo, aprender conviviendo y aprender a ser, les permite participar y emitir sus propios juicios para lograr así un aprendizaje significativo. Sin embargo, a pesar de contar con una serie de beneficios derivados del uso de

la robótica educativa, su implementación implica asumir una serie de desafíos que requieren por una parte, de la adquisición de equipos y materiales de robótica para dotar las unidades educativas y, por la otra el diseño de planes de capacitación actualizados, dirigidos a los docentes en materia de robótica para garantizar la inclusión de la robótica educativa de manera equitativa, asegurando que todos los niños tengan acceso a estas oportunidades de aprendizaje.

Además, resulta necesario crear y adecuar las aulas de clase en espacios físicos dinámicos, que les permitan a los niños contar con la oportunidad de crecer, aprender y descubrir un nuevo entorno educativo, donde el trabajo independiente y colaborativo conlleve a la construcción y reconstrucción del conocimiento, con momentos para la interacción, socialización e intercambio de ideas, saberes y experiencias, y se promueva la exploración, la reflexión y el crecimiento intelectual de cada uno de los niños.

Referencias

- Ausubel, D. (1968). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Candela, Y., y Benavides, J. (2020). Actividades lúdicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la básica superior. *Rehuso: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 5(3), 78-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8270398>
- Colmenares, A., y Piñero, M. (2008). La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus. Revista de Educación*, 14(27), 96-114. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111892006.pdf>
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Santillana. Ediciones Unescos.
- Díaz, F. (2010). *Estrategia Docentes para un Aprendizaje Significativo*. McGraw Hill Education.
- Durkheim, E. (1976). *Educación como socialización*. Sígueme.
- Fajardo, C. (2021). Marvin Lee Minsky: pionero en la investigación de la inteligencia artificial (1927-2016). *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 15(1), 41-50. <https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt/article/view/3577>
- González, M., Flores, Y., y Muñoz, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Universidad de Cádiz*, 18(2), 230101-230119. <https://www.redalyc.org/journal/920/92065360002/92065360002.pdf>
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. 3ª edición. Serie Investigación educativa. Editorial Graó.
- Mayor, J., Suengas, A., y González, M. (1992). *Estrategias metacognoscitivas. Aprender a aprender y aprender a pensar*. Editorial Síntesis.
- Odremán, N. (2006). *Estrategias para el desarrollo del pensamiento*. Brújula Pedagógica. Editorial El Nacional.

- Rosenberg, M. (2001). *E-Learning: Estrategias para la entrega de conocimiento en la era digital*. Mc Graw Hill.
- Tejada, J. (2000). La educación en el marco de una sociedad global: algunos principios y nuevas exigencias. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 4 (1), 1-13.
<https://www.redalyc.org/pdf/567/56751266002.pdf>

Uso de boTTuga como recurso didáctico en la enseñanza y aprendizaje de la geometría en educación primaria

Use of boTTuga as a didactic resource in the teaching and learning of geometry in primary education

José Puentes ¹

Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela¹

josepuentes42@gmail.com¹

Fecha de recepción: 06/10/2024

Fecha de aceptación: 12/12/2024

Pág: 225 – 244

Resumen

El uso de la robótica educativa busca activar estrategias conducentes a generar experiencias significativas, empleando la memoria y la experimentación para la comprensión del entorno. De aquí que, el estudio realizado pretendió adecuar un escenario nuevo con las herramientas ya diseñadas para el uso y manejo de la tortuga de LOGO, confrontada con la reingeniería de su accionar y basada en comunicación inalámbrica, móvil learning, programación visual y robótica, compiladas en un novedoso esquema para la enseñanza de la matemática. Se trató de una investigación bajo la modalidad de proyecto factible, con componente de campo y enfoque hermenéutico, considerando como población y muestra a cuatro (04) unidades educativas, siendo los sujetos de análisis los docentes y estudiantes de sexto grado, donde la triangulación de datos sirvió como técnica para desarrollar el camino reflexivo, analítico e interpretativo de las vivencias experimentadas y derivadas de la interacción y socialización con los sujetos objeto de estudio.

Palabras clave: geometría, proceso educativo, robótica, robótica educativa.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Abstract

The use of educational robotics seeks to activate strategies leading to generating significant experiences, using memory and experimentation to understand the environment. Hence, the study carried out sought to adapt a new scenario with the tools already designed for the use and management of the LOGO turtle, confronted with the reengineering of its actions and based on wireless communication, mobile learning, visual and robotics programming, compiled in a novel scheme for the teaching of mathematics. It was an investigation under the modality of feasible project, with a field component and a hermeneutic approach, considering four (04) educational units as population and sample, with the subjects of analysis being teachers and sixth grade students, where the triangulation of The data served as a technique to develop the reflective, analytical and interpretive path of the experiences experienced and derived from the interaction and socialization with the subjects under study.

Keywords: geometry, educational process, robotics, educational robotics.

Introducción

El estudio realizado pretendió adecuar un escenario nuevo con las herramientas ya diseñadas para el uso y manejo de la tortuga de LOGO, confrontada con la reingeniería de su accionar y basada en comunicación inalámbrica, móvil *learning*, programación visual y robótica, compiladas en un novedoso esquema para la enseñanza de la matemática en el área de la geometría y orientado a niños y niñas en rango de edades entre 10 y 12 años.

Es un estudio que está enmarcado en el uso de una tortuga, diseñada y construida con herramientas de comunicación y control de corte novedoso, como lo son la comunicación inalámbrica y los motores de precisión. A su vez, busca estudiar que tan eficaz, rápido y eficientemente se adquieren las habilidades matemáticas en el área de la geometría en relación con lo productivo que puede resultar de la interacción con un robot motorizado, considerando elementos matemáticos, informáticos y mecánicos y, conjugados en la producción de figuras básicas geométricas, con su respectiva ubicación en planos reales tridimensionales. De aquí, el uso de la robótica educativa busca activar un conjunto de estrategias conducentes a generar experiencias significativas, en las cuales los estudiantes y docentes empleen la memoria, su experiencia y la experimentación con base para la comprensión de su entorno.

En este orden de ideas, este artículo describe y analiza la problemática en torno a la cual se desarrolló la investigación titulada *Uso de boTTuga como recurso didáctico en la enseñanza y*

aprendizaje de la geometría en educación primaria, así como sus objetivos, refiriendo las bases teóricas y conceptuales en que se sustentó el estudio. Seguidamente, se expone la naturaleza y el diseño de la investigación, así como la población y muestra objeto de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de información, para así narrar los hallazgos del estudio con base a las expresiones u opiniones emitidas por docentes y estudiantes objeto de análisis, el diseño de boTTuga y la propuesta del Diseño Instruccional con el uso de boTTuga.

La problemática de estudio

La creciente demanda de herramientas tecnológicas en las áreas de educación a nivel mundial prácticamente es de forma exponencial, empero, en nuestro país por razones de orden económico, los asuntos que tienen que ver con este tipo de recursos tienen una disponibilidad muy baja, incluso presentan inaccesibilidad en muchos casos, tanto por los costos de ellas, como por su escasa importación. En cuyo caso se evidencia mediante visitas y entrevistas realizadas a los docentes y directivos de las escuelas básicas, ubicadas a lo largo y ancho del municipio Libertador del estado Bolivariano de Mérida, Venezuela; las cuales carecen de instrumentos tecnológicos que brinden al estudiante un refuerzo en la materia de matemáticas, específicamente en el área de geometría, aun cuando cuentan con reglas, escuadras y compases. Dichas herramientas son de data histórica y, desde luego, no presentan un avance tecnológico relacionado con las TIC, lo cual no quiere decir que no puedan ser usados para la enseñanza de la geometría en las escuelas y que sirvan como un apoyo didáctico.

Actualmente, la geometría es enseñada en estas instituciones de manera un tanto informal y deductivamente, lo que deja de un lado los procesos experimentales que aportan sin duda un carácter significativo para el estudiante, acompañados por clases de corte magistral, lo cual los obliga a estancarse en un método memorístico y repetitivo, lo que trae como consecuencia el olvido a corto plazo de lo aprendido. No obstante, es importante resaltar que en algunas escuelas del municipio Libertador del estado Bolivariano de Mérida no cuentan con una herramienta de apoyo didáctico o pedagógico relacionado con el uso de un robot para la enseñanza de la matemática y más específicamente de la geometría.

En este orden de ideas, la situación problemática ronda alrededor de la carencia de estrategias didácticas tecnológicas computacionales enmarcadas dentro del concepto de las TIC por parte del docente y, a la poca motivación que posee al momento de realizar la planificación de los contenidos a aplicar en el área de geometría. Esto basado en la situación cotidiana, la carencia de recursos propios, lo inaccesible de los dispositivos tecnológicos móviles y la falta de apoyo institucional, entre otros aspectos, que brinden al estudiante de educación básica del municipio Libertador una ventaja significativa al momento de aprender los conceptos básicos de geometría, su importancia en el campo del pensamiento espacial, del pensamiento lógico y abstracto, así como del pensamiento computacional.

Entendiendo que por tradición la enseñanza de la geometría se ha convertido en una materia con alto índice de reprobación, desde la primaria hasta la universidad, y tomando en cuenta que la misma es parte integral e importante para el estudiante en el desenvolvimiento de su vida y considerando que las TIC, hoy día, son fundamentales en el desarrollo cognoscitivo del estudiante, surge la siguiente interrogante: ¿De qué manera la robótica puede ser una herramienta educativa para el aprendizaje de la geometría en los estudiantes de educación básica del municipio Libertador del estado Bolivariano de Mérida?. Por ello, se plantea el uso de boTTuga ¹ como recurso didáctico en la enseñanza y aprendizaje en algunas unidades educativas del sector público del municipio Libertador del estado Bolivariano de Mérida, Venezuela.

El uso de las matemáticas y de la geometría constituye un aspecto fundamental en el desarrollo intelectual del ser humano, lo cual en algunos casos se convierte en una preocupación tanto para el que se enseña como para el que aprende. En este punto, el tema del aprendizaje es un conjunto de procesos complejos cognitivos que requieren del uso de una diversidad de herramientas, con el propósito de lograr el aprendizaje significativo de tales tópicos. De aquí, la necesidad de incorporar nuevas formas de enseñar las matemáticas y la geometría, lo que debería incluir formas de enseñanza divertidas e innovadoras con relación a la forma tradicional de enseñar en el aula de clases, que conlleven a la comprensión de los conceptos fundamentales: nuevos ambientes de aprendizaje. Donde se genere el trabajo colaborativo y cooperativo, el aprovechamiento de los recursos tecnológicos y la socialización e intercambio de conocimientos y experiencias y se motive el aprendizaje autodirigido y la concentración en el trabajo. Esto para convertir al estudiante en un ser autónomo e independiente, donde el ambiente del aula le brinde la posibilidad de realizar las actividades académicas de manera responsable.

A causa de ello, que la metodología STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), sea considerada uno de los posibles mecanismos para alcanzar estas nuevas formas de enseñar y aprender, pues interconecta diferentes disciplinas y áreas del saber, donde docentes y estudiantes deben conocer la importancia de comprender las diferentes relaciones que existen entre ellas disciplinas; que les permitan la aplicación efectiva y eficaz del conocimiento científico para la resolución de actividades educativas, promoviendo el aprendizaje significativo, el pensamiento lógico y la creatividad. En las actuales sociedades, los niños son nativos digitales, la educación requiera ser adaptada a sus requerimientos, donde la robótica educativa se convierte en un mecanismo clave para la enseñanza innovadora de cualquier tópico. Por eso, el uso de robots

¹El referido término fue creado por Gabriela Victoria Puentes Fuenmayor, a partir del acrónimo de robot y tartaruga (tortuga en portugués) al combinar algunas de sus letras (**Robot** **Tartaruga** = boTTuga); dándole tratamiento especial a la tipografía: bo en minúscula; las dos TT en mayúsculas y uga en minúsculas. Este término le da un significado que parece una tortuga mirando de frente, donde las dos **TT** simula el caparazón, las letras **b** y **a** simulan las patas y **oug** simula el cuerpo de la tortuga. En definitiva, la tortuga te mira de frente.

permite relacionar diferentes áreas del conocimiento, tal como lo propone la metodología STEM.

De los planteamientos señalados en las líneas que anteceden, cabe preguntarse: ¿El uso de boTTuga y STEM como recurso didáctico proporciona un cambio significativo en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría?, ¿Cómo caracterizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría con el uso boTTuga?, ¿La incorporación de la robótica educativa permitirá a los docentes y estudiantes introducirse en el mundo tecnológico como herramienta educativa? y ¿El uso de boTTuga, como eje epistemológico conlleva a la vinculación entre el conocimiento y los requerimientos educativos de docentes y estudiantes?

Conocida y descrita la problemática, el estudio se planteó como objetivo general implementar el uso de boTTuga, basada en la metodología STEM, como recurso didáctico en la enseñanza y aprendizaje de la geometría en educación primaria, y como objetivos específicos: Construir a boTTuga, basado en la metodología STEM como recurso didáctico que proporcione un cambio significativo en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría; caracterizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría con el uso de boTTuga fundamentada en la metodología STEM; describir cómo la incorporación de la robótica educativa introduce a los docentes y estudiantes al mundo tecnológico como herramienta pedagógica y didáctica y, determinar el uso de boTTuga, como eje epistemológico que conlleva a la vinculación entre el conocimiento y los requerimientos educativos de docentes y estudiantes.

En este escenario, se busca que docentes y estudiantes puedan utilizar un robot educativo programable para adquirir el conocimiento de los temas vinculados con la matemática, específicamente con la geometría, como herramientas para apoyar el proceso formativo de los estudiantes y contribuir con el aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades, destrezas y capacidades cognitivas.

Marco teórico

Las bases teóricas en que se fundamentó la investigación requirió de la revisión bibliográfica y hemerográfica como de la información disponible en los sitios Web, que permitieron recopilar información. En este sentido, se parte de que el proceso de enseñanza-aprendizaje es el conjunto de procedimientos o fases que se suceden con el propósito de socializar, interactuar, transmitir e intercambiar un conjunto de ideas, información o conocimiento sobre tópicos generales o particulares necesarios para la formación de los seres humanos, dirigido a determinar el comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes, quienes se comportan como los receptores de todo aquello que le interesa, para cumplir con sus objetivos de aprendizaje. Por esto, los estudiantes constituyen el rol protagónico del referido proceso y los docentes son los encargados de organizar, suministrar y transmitir el conocimiento para facilitar su proceso de aprendizaje. Así que, los estudiantes construyen su propios constructos o conceptos a partir de la lectura, la resolución de problemas, las experiencias y las reflexiones sobre su accionar.

La enseñanza es un proceso que encierra una forma de colaboración en la construcción del conocimiento. En tanto que para Vásquez (2010) el proceso de enseñanza es la forma en que se transmite, proporciona e interactúa el conocimiento, según los intereses de quién lo recibe sobre una diversidad de tópicos que favorecen el proceso formativo del ser humano.

Stenhouse (1991) señala que la enseñanza es el conjunto de estrategias que se implementan para cumplir con el aprendizaje de un conjunto de personas; aclarando que “enseñanza no equivale meramente a instrucción, sino a la promoción sistemática del aprendizaje mediante varios medios” (p. 53). Para Vygotski (1981) la enseñanza no debe estar orientada a lo que el niño ya conoce y sabe, ni a su accionar sobre lo que ya domina, sino por el contrario debe estar orientada a transmitir lo que no conoce ni domina y tiene interés por aprender.

De estas definiciones, se deduce que la enseñanza es un proceso sobre el accionar de los docentes al momento de dar acompañamiento a los estudiantes, para que éstos logren el aprendizaje significativo, donde exista una relación directa entre docentes y estudiantes; donde cada uno se beneficie de dicho proceso. La enseñanza busca, entonces, la interacción del conocimiento, mediante la comunicación directa o el uso de equipos audiovisuales o tecno robóticos, para desarrollar capacidades, habilidades y destrezas en los estudiantes para su formación; permitiéndoles resolver problemas con una actitud creadora e innovadora para apropiarse del conocimiento. Convirtiendo así a la enseñanza en un proceso progresivo, dinámico, retroalimentado y transformador, generando cambios en la actividad cognitiva de los estudiantes, quienes asimilan y transforman el conocimiento adquirido en nuevo conocimiento.

La Teoría Instruccional de Robert Gagné (pionero de las teorías de diseño instruccional de primera generación), tuvo como propósito impulsar la transferencia del conocimiento a través de la instrucción, considerando los aportes de las teorías del procesamiento de la información y de los teóricos Ausubel (aprendizaje significativo) y Skinner (refuerzos y análisis de las tareas (Guerrero y Flores, 2009). Dicha teoría considera que existen un conjunto de objetivos educativos que requieren necesariamente de que se sucedan una serie de condiciones internas que conlleven a la adquisición del aprendizaje y de condiciones externas que origine el diseño instruccional que propicia el aprendizaje; estableciendo que existen diferentes tipos de instrucción, según el nivel de aprendizaje. Todo esto facilitará el diseño de instrucción y la selección de los recursos, herramientas o medios apropiados para la presentación, desarrollo y discusión de los contenidos que se busca deben aprender los estudiantes (Guerrero y Flores, 2009).

Ausubel (1968) señala que el aprendizaje es un conjunto de procesos que experimenta el ser humano, con el fin de aprender todo aquello que le interesa, garantizando la adquisición, asimilación y retención de la información de la que dispone para construir nuevo conocimiento. Está basado en la predisposición que tiene cada uno para aprender de manera significativa

mediante la socialización e intercambio con todos los involucrados en dichos procesos.

Por su parte, Gagné (1985) señala que los procesos de aprendizaje encierran cinco elementos: a) la motivación, condición que se origina a partir de factores internos o externos que llevan al ser humano a aprender; b) la comprensión, que permite determinar lo que es o no importante para el ser humano y la percepción que tiene sobre lo que le interesa aprender; c) la adquisición y la retención, elementos importantes para el ser humano, pues es el momento en el que se aprende; d) el recuerdo y la transferencia que permiten mantener y transmitir lo aprendido a otros en favor del desarrollo formativo y, e) las respuestas y retroalimentación, elementos que contribuyen al intercambio de lo aprendido para la construcción de nuevos conocimientos.

Por otro lado, Bandura (1987), quien formuló la Teoría del Aprendizaje Social (TAS) (1977) y la Teoría Social Cognitiva (TSC) (1986), se refiere al aprendizaje como el resultado de la observación, la imitación o las experiencias sociales que adquiere el ser humano del patrón de conducta de otros, que actúan de manera individual o colectiva en un momento determinado. En virtud de ello, el aprendizaje se deriva del accionar del ser humano en su cotidianidad y del intercambio de conocimientos con los demás. El aprendizaje es propio de cada ser humano; quien desarrolla capacidades, habilidades y destrezas que se adquieren mediante la experiencia, la socialización y el intercambio de ideas y conocimiento con otros.

En el caso particular de la investigación titulada Uso de boTTuga como recurso didáctico en la enseñanza y aprendizaje de la geometría en educación primaria, las teorías del constructivismo, construccionismo y cognitivism, juegan un papel importante dentro del proceso de aprendizaje.

La teoría constructivista se fundamenta en la interacción entre la mente y el mundo real de los partícipes del proceso de aprendizaje. El estudiante es el administrador de su propio aprendizaje y el docente es el encargado de organizar y promover las experiencias que conlleven al aprendizaje significativo; buscando así, que los estudiantes participen de forma activa en la socialización, el intercambio y la construcción del conocimiento, mediante el uso de materiales e instrumentos que faciliten la comprensión de contenidos y se logre el aprendizaje.

El construccionismo, fue creado por Seymour Papert a partir de la teoría constructivista de Piaget, fundamentada en el desarrollo humano. Como teoría del aprendizaje está referida al hecho de que el conocimiento debe ser construido y reconstruido por el ser humano, dado su accionar en la sociedad, donde la incorporación de las TIC favorece el aprendizaje. El uso de la computadora y las matemáticas como herramienta para el aprendizaje se convierten en las mejores oportunidades para lograr la construcción del conocimiento. Referente al uso de las computadoras como herramienta para el aprendizaje, Papert (1982) señala “el trabajo con computadoras puede ejercer una poderosa influencia sobre la manera de pensar de la gente” (p. 43), con esto entonces es posible que los estudiantes logren adquirir el conocimiento

por medio del uso de lenguajes innovadores y procedimentales. A partir de estas premisas, el construccionismo se fundamenta en el uso de las tecnologías digitales, lo que otorga a los estudiantes (niños) una participación activa en su proceso de aprendizaje, permitiéndoles la construcción de su propio conocimiento. Que aprendan de la experiencia y sus estructuras mentales, permitiéndoles modificar su papel pasivo receptores de información, por un papel más activo, constructores del conocimiento y dispuestos a trabajar de manera cooperativa y colaborativa con sus compañeros.

En cuanto al conocimiento y el uso de las computadoras, Papert distingue entre el conocimiento matemático y el conocimiento matético. Con el primero de ellos, expresa “las tortugas son solo un pequeño rincón de una gran materia matemática, la geometría de la tortuga, un tipo de geometría fácilmente aprendible y portadora efectiva de ideas matemáticas muy generales” (p. 81–82), El conocimiento matético lo concibe como “conocimiento sobre el aprendizaje” (p. 82). Esto es la utilización del conocimiento adquirido a lo largo de la vida y con el cual se construye nuevo conocimiento. Se aprende de la experiencia y de la resolución de problemas que se presentan para crear las propias estructuras mentales que permiten la organización sistematización, análisis y reflexión del conocimiento adquirido.

Con relación al aspecto cognitivo como parte del aprendizaje, su propósito es el de investigar y descifrar todo aquello que ocurriría en la mente del ser humano, explicando las relaciones que existían entre el estímulo y la respuesta que genera el ser humano ante cualquier situación (Simon y Ericson, 1980), así el aprendizaje surge de un proceso interno del pensamiento propio de cada ser humano. Piaget (1981) señaló que el aprendizaje surge de las necesidades y los intereses de cada uno, donde el conocimiento es el resultado de un proceso de construcción interna por parte del ser humano en su interacción con el entorno. De esta forma, es un proceso continuo de construcción de esquemas, que surgen desde la niñez y que se traduce en una reconstrucción constante del conocimiento y del aprendizaje. Igualmente, Poggioli (2005) expresa que el aprendizaje no es un proceso pasivo ni externo del ser humano, sino por el contrario es un proceso activo que puede ser influenciado por el propio ser humano. En el ámbito educativo, las necesidades e intereses de los estudiantes están enmarcados en el hecho de que cada uno busca adquirir conocimiento para construir nuevo conocimiento, donde el proceso de aprendizaje de éstos surge de la experiencia que obtienen de sus propios aciertos y errores. Por otro lado, existen un conjunto de relaciones sociales que favorecen el proceso de aprendizaje, pues el establecimiento de dichas relaciones permite la interacción, socialización e intercambio del conocimiento (Febres–Cordero y Anzola, 2019).

Con todo y lo anterior, el docente debe emplear diferentes estrategias, técnicas y tácticas que activen el aprendizaje de los estudiantes, como es el caso del aprendizaje basado en problemas, el trabajo colaborativo y la socialización, entre otros aspectos. Lo que trae consigo, que el estudiante se convierta en un ser analítico, reflexivo y dinámico dentro de su proceso de aprendizaje, desarrollando capacidades, destrezas y habilidades propias del siglo XXI,

como lo son la búsqueda de información, su análisis y sistematización para ser socializada e intercambiada con sus compañeros y docentes (Africano y Anzola, 2018). Pues como señala Poggioli, el aprendizaje depende de la información que posee el ser humano (almacenada en la memoria), que le permite construir nuevos esquemas mentales o modificarlos según las necesidades de cada uno, tomando en cuenta las experiencias previas, la información disponible y el intercambio que se realice de dicha información.

Para Papert y Marvin Minsky, los laboratorios de Inteligencia Artificial del Massachusetts Institute of Technology (MIT), sirvieron para realizar diversos estudios orientados al uso de las matemáticas y la computación con el programa LOGO. Logrando diseñar y compilar una herramienta amigable y versátil que contribuyó a la creación e innovación de una tortuga que se podía programar con alrededor de 15 órdenes, para que el niño realizará dibujos simples y/o complejos en la pantalla del computador, con un movimiento armonizado y agradable de la tortuga; en un clima de motivación, inventiva, satisfacción y aprendizaje, aunado al entusiasmo y deseo de aprender y resolver problemas con mayor frecuencia. Obteniendo así, que LOGO es una ecuación matemática, donde la adición de un lenguaje de programación y la filosofía de educación permite el aprendizaje a través del descubrimiento o constructivismo, a lo que llamo construccionismo (Murray, 2020).

Por eso, Papert decide crear una herramienta que complementara el solo hecho del uso del computador y a través del puerto paralelo colocar un robot tortuga con un lápiz en su centro para conseguir implementar un elemento genial para cerrar el ciclo faltante de una ecuación perfecta, relacionando la formula con la creación tangible de lo acaecido en la pantalla del computador, permitiendo al niño evidenciar con hechos su pensamiento. Por lo tanto, el saber que su programación podía cobrar vida y hacer un dibujo en papel, no solo lo llenó de satisfacción, sino que le otorgó el crédito de aprender construyendo. Este hecho es crucial para complementar la filosofía del Construccionismo, porque cierra el ciclo de la adquisición del conocimiento, entonces el niño piensa, re-crea, re-construye, aprende y repite el ciclo. Es decir, su pensamiento cobra vida, sentido, orientación y espacio al menos en el mundo tridimensional donde se desenvuelve, al tiempo que le presenta nuevos y más complejos retos.

Sobre esto, Ruiz (2007), señala que “dado el carácter polivalente y multidisciplinario de la robótica pedagógica [educativa], este puede ayudar en el desarrollo e implementación de una cultura tecnológica en todos los países, permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías” (p. 114). De este modo, la robótica educativa se convierte en el elemento que permite el desarrollo de diferentes competencias en los estudiantes, generando espacios para la socialización y el intercambio del conocimiento entre ellos y con sus docentes. Donde la imaginación, la creatividad y la inventiva generan interés y motivación para cumplir con las actividades académicas.

Bravo y Forero (2012), expresan que la robótica educativa es un instrumento, cambiante

y variado, que permite realizar actividades académicas en cualquier área de conocimiento y desarrollar capacidades, habilidades y destrezas en los estudiantes. Se convierte en un mecanismo potencial para que éstos mantengan el interés por aprender. De manera similar, Acuña (2012) define la robótica educativa como:

Un contexto de aprendizaje que promueve un conjunto de desempeños y habilidades directamente vinculados a la creatividad, el diseño, la construcción, la programación y divulgación de creaciones propias primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y recursos tecnológicos; que pueden ser programados y controlados desde un computador o dispositivo móvil (p. 8).

De esta conceptualización se desprende que la robótica educativa busca que los estudiantes participen de manera activa en los procesos educativos, logrando así el aprendizaje significativo y dotando a cada uno de ellos de herramientas innovadoras para la consecución de los objetivos educativos. El aspecto cognoscitivo del uso de la robótica educativa se centra en dar respuesta a las diferentes situaciones a la que se enfrentan los estudiantes durante el proceso educativo, pues cada estudiante debe procesar la información que se les suministra con el uso de los robots, convirtiendo al estudiante en un ser doblemente activo, tanto a nivel intelectual como a nivel motriz, ya que aprenden de las distintas formas y alternativas de solución que están presentes en su proceso formativo.

En sí, la robótica educativa se convierte en una herramienta, que junto a las orientaciones del docente y el interés de los estudiantes por aprender concibe el aprendizaje significativo mediante metodologías de experimentación (aprendiendo haciendo).

Aunado al hecho de que, en la robótica educativa, el trabajo colaborativo y cooperativo es el resultado de aplicar una diversidad de estrategias de aprendizaje y enseñanza, necesarias para conseguir un objetivo académico, que hacen posible el establecimiento de ambientes de aprendizaje. Ambientes que propician los procesos cognitivos, constructivista y sociales para favorecer el aprendizaje significativo. Por su parte Peralta (2015) señala que la robótica educativa se fundamenta en el aprendizaje significativo y activo, pues los estudiantes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje construyen su propio aprendizaje mediante el trabajo en equipo, colaborativo y cooperativo. El aprendizaje está vinculado con los hechos que se suceden alrededor del estudiante; se trata de un aprendizaje constructivista basado en un conjunto de herramientas necesarias para modificarlo cuando así lo requiera. Donde el juego con robots permite el crecimiento intelectual del estudiante, al sentirse motivado para desarrollar distintas actividades educativas, de manera individual o colectiva.

Sobre este particular, Ruiz (2007) señala que existe un conjunto de beneficios con la implementación de la robótica en los procesos de enseñanza – aprendizaje. Como es el caso de la combinación de diferentes áreas del conocimiento para su socialización e intercambio; de la apropiación del conocimiento y de lenguajes como el gráfico, matemático e informático; el

desarrollo del pensamiento lógico, sistémico y sistemático, así como la creación y construcción de estrategias para la adquisición de nuevos conocimientos en entornos de aprendizaje colaborativos. De esta manera, la robótica educativa se puede considerar como un conjunto de procesos pedagógicos que tienen como fin último la resolución de inquietudes a situaciones propuestas, en beneficio del conocimiento significativo de los estudiantes.

Marco metodológico

Para desarrollar cualquier investigación es imprescindible que los hechos observados y los elementos que establecen los resultados posean gran exactitud y confiabilidad. Para lograr este objetivo, es fundamental el empleo de una metodología adecuada, que le permita al investigador seleccionar y analizar los datos más significativos que guardan relación con el objetivo planteado. Por consiguiente, la fundamentación metodológica que permite dar respuesta a la propuesta que se planteó, estuvo sustentada en la experiencia adquirida a lo largo de la vida, vinculada con el uso de la ciencia y la tecnología para la construcción de un robot tortuga, que admita la adquisición del conocimiento de la geometría, por lo que se planteó una investigación bajo la modalidad de proyecto factible, con componente de campo y enfoque hermenéutico. Según Balestrini (2006) el diseño de la investigación de campo, no experimental con propuesta factible “permite establecer una interacción entre los objetivos y la realidad de la situación de campo; observar y recolectar los datos directamente de la realidad, en su situación natural” (p.132).

Respecto a la modalidad de proyecto factible, se consideraron los planteamientos de Palella y Martins (2012) quienes se refieren que “la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos” (p. 21), que requiere del “apoyo de una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades” (p. 21). Así como, lo expuesto por Balestrini (2006) que señala que los proyectos factibles se refieren a las investigaciones que plantean la formulación de modelos y/o sistemas para dar soluciones a una realidad o problemática real en estudio para satisfacer las necesidades de un grupo social. Palella y Martins (2012) señalan que el objetivo de los proyectos factibles es presentar propuestas referentes a “programas de actualización o capacitación, programas instruccionales en cualquier área, estructura de planes de estudio, creación de cursos de formación, creación de instituciones o carreras, modelos innovadores de estrategias instruccionales de evaluación y administración curricular de un plan de estudio” (p. 97).

Según estos autores, el proyecto factible, requiere del cumplimiento de diferentes etapas: Diagnóstico, que reconoce la naturaleza del problema, identificando causas, requerimientos, inquietudes y consecuencias del referido problema; Factibilidad, que estudia alternativas para determinar si los recursos, los insumos y la tecnología necesaria para el diseño y ejecución de la

propuesta están disponibles y así demostrar si es económicamente rentable y factible; Diseño de la propuesta, referida a la construcción de una estructura metodológica, teórica, técnica y programática de los aspectos que sustentaran la propuesta; Ejecución de la propuesta, referida a la puesta en práctica de la propuesta planteada, según el cronograma de actividades, y Evaluación de la propuesta, en la que se señala el análisis de los resultados obtenidos, una vez ejecutada la propuesta.

Se consideró como población objeto de estudio las unidades educativas: “Emiro Fuenmayor”, “Humberto Tejera”, “Fermín Ruiz Valero” y “Josefa Molina Duque”, donde los sujetos de análisis son sus docentes y estudiantes, empleando un cuestionario para obtener la información referente al diagnóstico en las diferentes unidades educativas, con el propósito de reconocer, entender y comprender lo que los docentes y estudiantes piensan sobre el proceso de la enseñanza –aprendizaje de la geometría y su accionar ante las dificultades u obstáculos que se les presentan al momento interactuar y socializar el conocimiento, para alcanzar los objetivos curriculares. Además, se empleó el enfoque hermenéutico como mecanismos para analizar y reflexionar sobre la realidad social que se evidencia en las instituciones educativas, asumiendo que sus participantes son seres pensantes, reflexivos, críticos y participativos en el proceso educativo. Características que favorecen el desarrollo personal e intelectual de los mismos.

Esto conlleva a pensar en un conjunto de relaciones interpersonales que surgen entre los involucrados del referido proceso, que encierra, como se expresó en las líneas que anteceden, entender el comportamiento de los docentes y los estudiantes ante el acto educativo y comprender las interrelaciones que existen entre ellos y su entorno. En virtud de ello, es una investigación que busca desde la experiencia, interpretar lo vivido mediante la interacción y socialización con los demás (docentes y estudiantes) dentro y fuera del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los sujetos objeto del estudio, no fueron vistos como máquinas o instrumentos que replican lo que observan, sino que fueron considerados como personas pensantes que tienen el interés de enseñar y aprender a partir de su participación activa.

Por otra parte, se consideró la triangulación de datos en el análisis de los hallazgos de las relaciones de dialogo entre docentes y estudiantes en entornos educativos, resultando la presencia de un docente líder, comprometido con el cambio curricular, que asume la incorporación de la robótica educativa como componente didáctico para el desarrollo de contenidos y la construcción de conceptos dentro y fuera del aula de clase con pertinencia al desarrollo intelectual y las capacidades y habilidades del estudiante; y, de un estudiante interactivo, productivo, participativo, reflexivo y crítico de su propio accionar y del rol que cumple el docente. Esto implicó comprender que pensaba y opinaban sobre la incorporación de la robótica educativa al proceso de la enseñanza – aprendizaje de la geometría.

Diseño de boTTuga

El diseño de un robot implica la representación de algo que se busca construir con base a la aplicabilidad de conocimiento en áreas de ingeniería y robótica. Lo que requiere de un proceso secuencial de pasos desde la concepción de la idea hasta obtener el robot como herramienta necesaria para enseñar y aprender. BoTTuga, como robot educativo, fue diseñado para resolver problemas netamente geométricos, como lo es la construcción de líneas, puntos, ángulos y figuras básicas geométricas, como: el cuadrado, triángulo y círculo. Todo esto con el objetivo de lograr en los estudiantes de sexto grado de primaria el reconocimiento de tales aspectos geométricos en el contexto que se desenvuelven, así como, conocer y reconocer el espacio que lo rodea y desarrollar habilidades de pensamiento, lógico abstracto, reflexivas y críticas que le permitan apoderarse del conocimiento.

Así, se procura iniciar al estudiante en un nuevo proceso de pensamiento lógico programable, usando la tortuga como una herramienta de programación básica para orientarse y ubicarse en el espacio donde se encuentre: ir hacia adelante, ir hacia atrás, ir a la izquierda, ir a la derecha, hacer un círculo, hacer un cuadrado, hacer un triángulo y hacer composiciones con dichas figuras geométricas. En definitiva, se busca utilizar las TIC y convertirlas en un instrumento de enseñanza en un espacio didáctico que permita apoyar el aprendizaje de la matemática, específicamente la geometría.

Bajo estas circunstancias, el quehacer investigativo sobre el tema de la robótica educativa, permitió obtener resultados favorables referentes al costo de fabricación de un robot educativo, pues se encontraron trabajos realizados en hardware y software libre. El resultado de estos trabajos fue la impresión en 3D del caparazón, las ruedas y los circuitos para lograr la construcción de boTTuga. De igual manera, se logró descargar el software y hardware de manera gratuita y libre, aceptando las condiciones de conformidad y de autoría original. Se agregaron nuevas funciones que permitieron realizar círculos y lograr la comunicación Bluetooth, además de diseñar una interfaz gráfica bastante amigable, entendible para un estudiante de sexto grado o cualquier persona con pocos elementos en la pantalla.

El diseño del cerebro de boTTuga se realizó desde cero y luego se armó el componente electrónico con baterías de litio de 3,7 voltios y un elevador de voltaje (booster) para elevar a 5 voltios el voltaje, aprovechando la corriente de la batería para darle alimentación al robot. Lo cual es novedoso, pues se utilizaron circuitos impresos que estaban saliendo al mercado para montar un sistema de alimentación económico, fácil de cargar y potente a la hora de alimentar, aun cuando su durabilidad en el tiempo es poca, dada la duración de la batería, las cuales son rápidas en cargar. Con respecto a la comunicación vía Bluetooth, la misma fue realizada por el investigador y consiste en una comunicación remota vía tabla o por el teléfono a nivel de hardware, lo cual no tenía, por lo que los programas en la tabla y las órdenes se transmiten a la tortuga inmediatamente.

A nivel de software, se realizaron modificaciones al original, que requirió la traducción al español (dejando una versión en original), por si el estudiante quiere programar directamente sobre el software para programar la tortuga, así como de ajustes con respecto al ancho y alto de la rueda, al ancho del chasis, al software de comunicación, al rodamiento, a la distancia y al valor de PI, usando cuatro dígitos para evitar desbordamiento de los puntos flotantes y que estuviera mal la interpretación o que llenara la memoria de valores demasiados extensos.

La novedad, con relación al software, radica en el hecho de que el niño no tiene que interactuar con un cable y la computadora para programar la tortuga, simplemente con las órdenes que dé a través de la interfaz de la tabla o del teléfono, la tortuga las realiza. Esto quiere decir que la programación de la tortuga es *in situ* y conforme prende la tortuga y se conecta a la tabla, con la comunicación Bluetooth, se le da las órdenes de moverse (hacia adelante, hacia atrás, hacia a la izquierda, hacia la derecha). Órdenes que aparecen en la interfaz.

Presentación, análisis y reflexión de los resultados

El diagnóstico realizado en las unidades educativas objeto de estudio arrojó, por un lado, que el uso de las tecnologías abarca otras áreas del conocimiento; que el estudiante se identifica con la tecnología extra-aula y que el aula es un espacio unidireccional de transmisión de información, que no le brindan apoyo al estudiante para que la contraste con la información que obtiene en su entorno (familiar y social). En otras palabras, existe un divorcio aparente entre el uso de la tecnología en el salón de clase y su uso en el entorno que lo rodea, lo que representa una problemática, porque el estudiante va a tener mayor información que la que maneja el docente en la escuela. Por otro lado, en las unidades educativas no se emplea ni la robótica ni la metodología STEM como estrategias educativas para la enseñanza y aprendizaje de la matemática, específicamente la geometría. Pues, en la actualidad, se cuenta con los libros de texto, el pizarrón, la regla, las escuadras, compás y marcadores como instrumentos tradicionales para enseñar la geometría. Lo cual no es malo del todo, sin embargo, el uso de la robótica educativa como herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitaría la resolución de problemas, lo cual conduce al estudiante a ser más creativo, proactivo y participativo en dicho proceso, fomentando el aprendizaje significativo, el cual favorece el desarrollo intelectual, lógico, crítico, abstracto y reflexivo del estudiante.

Considerando los planteamientos descritos, la experiencia del uso de la robótica educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje permitió evaluar *in situ*, el valor que agrega el uso de boTTuga en la construcción del conocimiento colaborativo y cooperativo, lo que conlleva al intercambio del conocimiento, dado la participación que tienen todos los involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Chomsky, 2007). Accionar que tiene como fin último cumplir con los objetivos académicos, mediante el análisis y la reflexión del conocimiento que se adquiere y del establecimiento de relaciones de reciprocidad, cooperación y ayuda mutua

que nacen entre los involucrados. De la misma forma, el trabajo en equipo está generando la transformación del papel que juega el estudiante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, al dejar que sea un ser activo, que busca permanente nuevo conocimiento, nuevas cosas por aprender. Es, hoy por hoy, un ser en interacción permanente con el conocimiento, mediante el uso de dispositivos electrónicos, del internet y de las redes sociales como herramientas complementarias a su formación. Son seres interactivos y dispuestos a participar en la construcción de conceptos, constructos y modelos necesarios para satisfacer sus necesidades personales e intelectuales.

Como resultado, se hace necesario plantear nuevas formas de transmitir el conocimiento, para promover el aprendizaje, de manera activa y participativa. Lo cual implica preparar a los docentes para cambiar su accionar dentro de las aulas de clases, donde la enseñanza tradicional se deje de un lado, para dar paso a una enseñanza influenciada por herramientas y estrategias tecnológicas e innovadoras. De aquí la importancia que tiene la planificación de actividades innovadoras, que incorporen a la tecnología como herramienta para la realización de actividades académicas, dado que, actualmente, los estudiantes son considerados nativos digitales, que buscan elegir su forma de alcanzar los objetivos académicos.

En definitiva, el trabajo en equipo y la interacción y socialización del conocimiento entre los involucrados se convierten en los elementos dinamizadores, motivadores e integradores del conocimiento y el uso de la robótica educativa dentro de las aulas de clases. Donde cada uno como ente social, además de establecer mejores relaciones afectivas entre ellos, permite el intercambio del conocimiento. Donde se conjugue un proceso de socialización del conocimiento para la generación del conocimiento, pues se logra compartir el conocimiento a través de la interacción directa con otros y de esta manera adquirir nuevo conocimiento, que puede ser considerado tanto conocimiento individual como conocimiento colectivo (Nonaka y Takeuchi, 1995). Al respecto, es menester señalar, que cada uno los sujetos objetos de estudio posee un cumulo de conocimientos, saberes y experiencias producto de la interacción y socialización con otros o adquiridos a través del uso de herramientas tecnológicas, de las redes sociales y de aquellos insumos que ofrece el internet, pues como señala Locke (2000) la experiencia está referida al conjunto de ideas que se adquieren con el pasar del tiempo, así como de aquellas que se convierte en nuevo conocimiento, a partir de lo que sabe y aprende.

Nonaka y Takeuchi (1995) se refiere a la interiorización del conocimiento como aquella etapa donde la generación o construcción del mismo es asumido por los involucrados del proceso de enseñanza-aprendizaje como conocimiento explícito (conocimiento documentado, sistematizado, almacenado y transmitido a otros) para determinar su accionar.

Desde otra perspectiva, el interactuar con los estudiantes de las unidades educativas objeto de estudio, permitió prestar atención en el accionar de ellos ante el uso de boTTuga; observándose que los mismos tienen cierta facilidad para el manejo de equipos tecnológicos

e instrumentos diferentes a los recursos tradicionales que emplean los docentes dentro del aula de clase. Así como la capacidad de entender y comprender, de manera rápida, nuevo conocimiento, pues la mayoría de ellos pudo realizar satisfactoriamente las actividades propias de boTTuga. Lo que les permitió aprender haciendo y trabajar en equipo para resolver las actividades de clase. Es importante acotar que algunos de los estudiantes que participaron en las actividades con el uso de boTTuga, manifestaron el no conocer qué los robots también sirven para resolver problemas matemáticos y geométricos, así como enseñarlos sobre cualquier otro tema. De aquí que, dichos estudiantes también manifestaran el interés y el agrado por el tema de la robótica educativa.

En definitiva, a partir de los hallazgos obtenidos de la socialización e intercambio del conocimiento con docentes y estudiantes, y considerando las opiniones emitidas por cada uno de ellos, se deja evidencia que una vez interactuado el conocimiento y puesta en práctica del robot educativo boTTuga, su uso ha influido en la enseñanza y el aprendizaje de las figuras básicas de la geometría. Así como, en el interés de aprender y construir nuevo conocimiento. Datos similares lo presentaron Otárola y Solis (2013) en su estudio *Uso de la robótica como herramienta motivacional para la enseñanza de la Matemática en la Educación Primaria*, donde se refieren que es posible realizar tareas o actividades de forma correcta con el uso de un robot educativo. Además, de promover el interés por el estudio de la geometría. Situación que genera un ambiente agradable, motivador y dinamizador del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Resultados similares expone Corvera (2019) en la investigación *Robótica educativa y calidad de docencia – enseñanza de los participantes del Programa de Actualización Docente de la Facultad de Educación de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega*, en su trabajo investigativo, al demostrar que la robótica educativa, como herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría, puede convertirse en un instrumento mediante el cual los estudiantes pueden comprender y/o construir nuevos conceptos vinculantes con esta rama de las matemáticas. De allí, que la robótica educativa se convierta en una herramienta útil, tanto para docentes como para los estudiantes, dentro de las aulas de clases, contribuyendo de esta manera con la enseñanza y el aprendizaje como elementos fundamentales en todo proceso de intercambio, socialización y construcción del conocimiento.

Análogamente, Niño (2018) en su investigación *Robótica educativa asistida por Arduino como herramienta para la construcción de aprendizajes significativos en el área de tecnología en grado noveno de la Escuela Normal Superior del Quindío sede Fundanza*, señaló que el uso de los robots educativos debe ser concebido como una herramienta pedagógica útil para la formación académica integral de los estudiantes.

Propuesta

Plantear una solución que dé respuesta a las interrogantes planteadas en el estudio y que, a su vez, sirva de herramienta para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, infiere proponer un conjunto de herramientas pedagógicas y tecnológicas (robótica) que faciliten el intercambio de saberes entre docentes y estudiantes. Integra reforzar el aprendizaje y mejorar la forma de impartir el conocimiento. Alcanzar la emancipación del estudiante y lograr que éste se familiarice con las herramientas pedagógicas y tecnológicas, conlleva a la asimilación de lo que aprende para crear nuevas situaciones de aprendizaje que le ayuden a desarrollarse. Con todo lo anterior, se propuso crear una metodología de enseñanza de las matemáticas, específicamente en el área de la geometría, que ayude a sufragar los problemas e inconvenientes planteados y que surgen, en algunos casos, en momentos de contingencia regional, nacional o internacional que afectan de manera directa el desempeño de los entes involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En sí, es una propuesta que permita mejorar y consolidar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los tópicos de geometría, lo que implica el compromiso tanto de los docentes como de los estudiantes. Donde la disponibilidad de espacios de interacción y socialización, la existencia de canales de comunicación efectivos y el interés de cada uno de ellos por aceptar el cambio, se conjuguen para hacer de la enseñanza y del aprendizaje un proceso exitoso, requiere de un cambio en la manera de enseñar y aprender las matemáticas, en especial la geometría. Dicha propuesta tuvo como misión suministrar a los estudiantes de sexto grado de educación primaria una herramienta tecno educativa que proporcione la información necesaria para su formación por medio de la resolución de actividades, desarrollando así sus destrezas, capacidades y habilidades para la adquisición y la construcción del conocimiento, para de este modo reconocer el uso de la robótica educativa como una herramienta complementaria del proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en los niveles de educación primaria.

Con el propósito de fortalecer el pensamiento geométrico de los estudiantes del sexto grado de educación primaria, por medio de la implementación de boTTuga como recurso tecno educativo mediado por el uso de la robótica y las TIC, empleando recursos humanos, físicos, materiales y equipos. Planteando una diversidad de temas y actividades asociadas con el tema de las matemáticas y la geometría en el marco de las unidades curriculares vigentes. Entre los temas propuestos destacan: El Punto, la Recta, los Número Naturales, el Pensamiento Computacional, los Grados y Ángulos, el Plano Cartesiano y el número mágico Pi. Las actividades estuvieron referidas a la construcción de diferentes figuras geométricas con el uso de boTTuga.

Conclusiones

El conocimiento sobre la geometría es un factor indispensable para el ser humano, pues permite entender, reflexionar y desenvolverse en su entorno, en el que se encuentra

una diversidad de constructos geométricos, como lo son: las figuras geométricas. De aquí, la importancia que tiene enseñar, desde temprana edad, sobre los temas teóricos y prácticos de la geometría y su utilidad en el quehacer diario; entendiendo que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría debe ser visto como un proceso de comprensión, análisis y reflexión de los números, las formas, la recta y el espacio. De esto resulta que la geometría, como rama de las matemáticas, permite resolver problemas prácticos referentes a medición de longitudes, cálculos de áreas y construcción de figuras geométricas. En consecuencia, la incorporación de la robótica educativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje en cualquier área del conocimiento específicamente en la geometría se convierte en un elemento positivo para el desarrollo del mismo. Lo cual queda fundamentado en el hecho de que se evidenció, durante la interacción y la socialización del conocimiento con sujetos objeto del estudio que con el uso de boTTuga, cada uno internalizó el conocimiento transmitido y lo asoció a sus propias experiencias, lo que deja evidencia de que el conocimiento interiorizado es exteriorizado.

A partir de esto, dicha investigación buscó con el uso de boTTuga, basada en la metodología STEM, contar con un recurso didáctico que proporcione un cambio significativo en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, con el fin de implementar el uso de boTTuga como recurso fundamental para enseñar y aprender de manera diferente los tópicos de la matemática con énfasis en la geometría en educación primaria, empleando como prueba piloto algunas escuelas públicas del estado Bolivariano de Mérida, evidenciándose el interés que tienen sobre el uso de robots educativos y la motivación que sienten por aprender o dedicarse en un futuro al estudio de la robótica, los estudiantes involucrados en la investigación realizada, al expresar: “Que interesante es el trabajo que realiza boTTuga”, “Me gustaría aprender más sobre el tema de la robótica” y “Me encantó el tema de la electrónica y la robótica”, entre otras tantas, dejan la satisfacción en el investigador de que el estudio fue interesante y útil para contribuir de manera significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al fomentar el interés por el estudio de la geometría.

Con respecto a lo que antecede, se recomienda implementar programas de capacitación referente al uso robótica educativa y su importancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto a docentes como personal directivo de las unidades educativas, sin dejar a un lado a los padres y representantes, que como un todo son los garantes de la adquisición, interacción y socialización del conocimiento de los estudiantes.

Referencias

- Acuña, A. (2012). Diseño y administración de proyectos de Robótica Educativa: Lecciones aprendidas. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(3), 6-27. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201024652001>


- Africano, B., y Anzola, M. (2018). El acto educativo virtual. Una visión desde la confianza. *Educere Artículos Arbitrados*, 22(73), 521-531. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6651813>
- Ausubel, D. (1968). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Balestrini, M. (2006). *Cómo se elabora el Proyecto de Investigación*. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial.
- Bandura, A. (1987). *Teoría del Aprendizaje Social*. Espasa-Calpe.
- Bravo, A., y Forero, A. (2012). La robótica como recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), 120-136.
- Chomsky, N. (2007). *La (des)educación*. Crítica.
- Corvera, J. (2019). *Robótica educativa y calidad de docencia-enseñanza de los participantes del Programa de Actualización Docente de la Facultad de Educación de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/04cd5bd5-e320-4848-b524-3cf798d6ca6e/content>
- Febres-Cordero, M., y Anzola, M. (2019). Las relaciones sociales derivadas del uso de las tecnologías en los procesos educativos virtuales. *Educere Artículos Arbitrados*, 22(74), 027-037. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6814070>
- Gagné, R. (1985). *Las condiciones del aprendizaje*. 4ta. Edición. McGraw Hill.
- Guerrero, Z., y Flores, H. (2009). Teorías del Aprendizaje y la Instrucción en el Diseño de Materiales Didácticos Informáticos. *Educere Artículos Arbitrados*, 13(45), 317-320. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3127412>
- Locke, J. (2000). *Ensayo sobre el entendimiento humano*. Fondo de Cultura Económica.
- Murray, M. (2020). Seymour Papert, su vida y su obra. Constructores del Conocimiento: Papert y su visión. *Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet*, 13-43. https://cudi.edu.mx/redlate-mx/redlate2017/german_escorcia.pdf
- Niño, L. (2018). *Robótica educativa asistida por Arduino como herramienta para la construcción de aprendizajes significativos en el área de tecnología en el grado noveno de la Escuela Normal Superior del Quindío sede Fundanza* [Tesis de Maestría]. Universidad Cooperativa de Colombia. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/8943/2/2018_Robotica_Educativa_%20Asistida.pdf
- Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-creating company*. Oxford University Press.
- Otárola, C., y Solis, A. (2013). *Uso de la robótica como herramienta motivacional para la enseñanza de la Matemática en la Educación Primaria* [Tesis de Maestría]. Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6394>
- Palella, S., y Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Papert, S. (1982). *Desafío a la mente: computadoras y educación*. Segunda Edición. Galápagos.
- Peralta, G. (2015). *Robótica educativa: Una estrategia en el desarrollo de la creatividad y las capacidades en educación en tecnología*. Instituto Latinoamericano de Altos Estudios.


- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Journal for the Study of Education and Development*, 4 (2), 13-54.
- Poggioli, L. (2005). *Estrategias de aprendizaje: una perspectiva teórica*. 2da. Edición. Fundación Polar.
- Ruiz, E. (2007). *Educatrónica. Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Ediciones Díaz de Santos.
- Simon, H., y Ericson, K. (1980). Verbal reports as data. *Psychological Review*, (87), 215-251.
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del curriculum*. 3era. Edición. Ediciones Morata S.A.
- Vásquez, F. (2010). *Estrategias de enseñanza: investigaciones sobre didáctica en instituciones educativas de la ciudad de Pasto*. Editorial Kimpres Ltda Universidad de Lasalle. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/fce-unisalle/20170117011106/Estrategias.pdf>
- Vygotski, L. (1981). *Pensamiento y Lenguaje*. La Pleyade.

Una oportunidad de aprendizaje: bioinvasión de *Unomia stolonifera*, Parque Nacional Mochima, Venezuela

A learning opportunity: *Unomia stolonifera* bioinvasion, Mochima National Park, Venezuela

Carol Lárez ¹

Migdalia Arcia ²

Sinatra Salazar ³

Fundación Instituto de Estudios Avanzados, Sucre, Venezuela¹

Gobernación del Estado Sucre, Sucre, Venezuela²

Universidad de Oriente, Sucre, Venezuela³

carolyovana@gmail.com¹

migdalia893@gmail.com²

salazarsinatra32@gmail.com³

Fecha de recepción: 02/10/2024

Fecha de aceptación: 07/10/2024

Pág: 245 – 259

Resumen

El Parque Nacional Mochima es un área natural protegida con una amplia diversidad biológica, de la que se derivan una serie de beneficios que van desde la perspectiva de subsistencia biológica, económica, social hasta cultural. Actualmente este parque se ha visto afectado por la presencia del coral blando *Unomia stolonifera*, que ha invadido parte de zonas recreacionales y de pesca. Dada la magnitud del problema, en acompañamiento del Centro de Desarrollo de la Calidad Educativa Sucre, se realizó un abordaje en trece (13) instituciones educativas del municipio Sucre, del estado Sucre, para la sensibilización de la población estudiantil. Se realizaron un total de veintidós (22) encuentros presenciales con la participación de setecientos sesenta y nueve (769) personas, durante los meses de marzo, abril y julio de 2024, que incluyeron presentaciones orales, juego lúdico (*1_{mia}*) y ejecución de galería creativa por parte del estudiantado sobre su percepción del entrono marino y la presencia del invasor.



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0.

Estas actividades permitieron ser un canal difusor de “boca en boca” acerca de las consecuencias e implicaciones en la introducción de especies no nativas, tal es el caso de *Unomia stolonifera*; además, de valorarse en las personas involucradas en las actividades, el compromiso hacia la preservación del ambiente y los recursos naturales y la imperiosa necesidad de acrecentar esfuerzos en la divulgación precisa, continua y científica de este tema como medida preventiva para evitar futuras invasiones y expansión de la existente.

Palabras clave: bioinvasión marina, especie exótica, formación, octocoral, sensibilización ambiental.

Abstract

Mochima National Park is a protected natural area with a wide biological diversity, from which a series of benefits are derived ranging from the perspective of biological, economic, social and cultural subsistence. Currently, this park has been affected by the presence of the soft coral *Unomia stolonifera*, which has invaded part of recreational and fishing areas. Given the magnitude of the problem, in support of the Sucre Center for the Development of Educational Quality, an approach was carried out in thirteen (13) educational institutions in the Sucre municipality, Sucre state, to raise awareness among the student population. A total of twenty-two (22) face-to-face meetings were held with the participation of seven hundred and sixty-nine (769) people, during the months of march, april and july 2024, which included oral presentations, recreational games (1_{mia}) and the execution of a creative gallery by the students about their perception of the marine environment and the presence of the invader. These activities allowed us to be a channel for spreading word of mouth about the consequences and implications of the introduction of non-native species, such as *Unomia stolonifera*; in addition, the commitment to preserving the environment and natural resources was appreciated by the people involved in the activities, as well as the urgent need to increase efforts in the precise, continuous and scientific dissemination of this topic as a preventive measure to avoid future invasions and expansion of the existing one.

Keywords: playful activities, teaching-learning strategies, training process, educational robotics, knowledge, socialization.

Introducción

El Parque Nacional Mochima (PNM) es un área natural protegida con una amplia diversidad biológica, ocupa noventa y cuatro mil novecientos treinta y cinco hectáreas (94.935

ha), de las cuales al menos un treinta por ciento (30 %) corresponde al área continental, representada por comunidades de vida como los bosques: espinosos, secos tropicales, húmedos premontanos y matorrales perimetrales del manglar; mientras que, un setenta por ciento (70 %) corresponden exclusivamente a áreas marinas, de allí la necesidad de conservarlo y protegerlo. Así mismo el PNM forma parte de la oferta turística del estado Sucre dado los numerosos valores escénicos de interés turístico para la recreación tanto activa como pasiva que lo conforman, entre los que destacan seis golfos, dieciséis (16) bahías, ciento seis (106) caladas o ensenadas, ciento veintiún (121) playas, repartidas entre costa firme y seis archipiélagos rocosos que forman parte del macizo oriental, como se establece en el Programa de Capacitación y Sensibilización en Turismo Sustentable en Parques Nacionales Estratégicos Venezolanos (Ministerio de Turismo, 2005).

La importancia de conservar y proteger la diversidad biológica radica en que gran parte de los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas, están vinculados con la presencia, abundancia e interacciones de los seres vivos que los componen. Estos beneficios son utilizados para el bienestar de la sociedad, ya sea desde una perspectiva de subsistencia biológica, económica, social o cultural (Vilches, 2022).

En la actualidad es significativo el ritmo con el que se pierde la biodiversidad; las causas se deben a múltiples componentes, por lo que se considera un problema multidimensional. Uno de los factores que provoca esta degradación de los ecosistemas son las especies exóticas invasoras, consideradas la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global como lo establece Vilches (2022); generando importantes impactos negativos en los sistemas naturales, así como socioeconómicos en las localidades afectadas.

Venezuela no escapa de esta dura realidad, en nuestro país *Unomia stolonifera* es una especie exótica de coral blando, cuyo primer reporte de su presencia data del año 2005 en las aguas marinas del PNM, y aunque para ese momento fue reportado como *Xenia* sp fueron Benayahu et al. (2021) quienes lo reubicaron taxonómicamente como *Unomia stolonifera*, tal como se conoce hoy.

Las especies exóticas invasoras constituyen una problemática socioambiental que demanda un abordaje sistémico; en este sentido la educación ambiental y la conciencia educativa ocupan un espacio relevante y transversal en todos los sectores de la sociedad. Varias instituciones y convenios nacionales e internacionales a los cuales la República Bolivariana de Venezuela está suscrita, establecen a la educación ambiental, como instrumento necesario para la lucha contra las especies exóticas e invasoras, tal es el caso de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (<https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf>) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>).

Por su parte Capdevila et al. (2006) y Vilches et al. (2014), señalan el valor de la

sensibilización y divulgación como herramientas de prevención imprescindibles para dar a conocer al público en general y a los alumnos en particular, las causas, problemas y posibles soluciones para minimizar los riesgos derivados de las invasiones biológicas. Así mismo Kasulin y García (2021), Sosa et al. (2021) y Speziale et al. (2012) destacan la importancia de la inclusión de la temática de las especies exóticas invasoras en los documentos curriculares de la educación formal, puesto que los autores consideran que una contribución desde ese nivel, aumentará el conocimiento y la sensibilización sobre el tema y así, ayudará a generar interés, apreciar lo que se pierde y finalmente aceptar las medidas de manejo, puesto que el conocimiento que adquieren los alumnos en la educación formal, va a condicionar probablemente la toma de decisiones como ciudadanos en el futuro, cuestión que puede influir directamente sobre la diversidad biológica del planeta.

Ante este escenario de continua afectación a la biodiversidad, es importante implementar acciones para alcanzar objetivos de conservación; sin embargo no es suficiente con la implementación de medidas como la generación de áreas protegidas, marcos legales que regulen el uso de la diversidad biológica o el control de las especies introducidas; también es esencial el uso de herramientas pedagógicas que promuevan el valor de la diversidad de vida autóctona o nativa, como lo establece el marco legal ambiental vigente en sus artículos treinta y tres (33), treinta y cuatro (34) y treinta y cinco (35) de la Ley de Gestión de la Diversidad Biológica (Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.070, 2008).

En este sentido, se abordó un enfoque dinámico para dar a conocer el octocoral invasor, respaldado en metodologías participativas o activas para la enseñanza y el aprendizaje, donde el estudiante es protagonista activo de su aprendizaje y este a su vez es social y significativo, demandante de esfuerzo, que tienen como fin último maximizar las probabilidades de que el alumnado aprenda en una cierta situación implementada por el orientador (Asunción, 2019; Bernal y Martínez, 2009; Espejo y Sarmiento, 2017).

Al respecto López et al. (2022) han señalado que las metodologías activas están llamadas a mostrar un camino de innovación, una oportunidad para alinear la docencia a las demandas de los nuevos estudiantes en función de este y las actividades que él realiza para alcanzar el aprendizaje. Torres (2022), plantea que profundizar en el conocimiento de temas científicos con problemas ambientales en la población estudiantil, genera una mejor comprensión, asociada a una mayor preocupación ambiental y conciencia crítica, lo que mejora la perspectiva ambiental de los alumnos.

Por todo lo antes expuesto el objetivo de esta investigación fue sensibilizar a la comunidad estudiantil y darle herramientas que les permitieron fortalecer sus conocimientos científicos y desarrollar aptitudes positivas en pro de la conservación y preservación de los ecosistemas en el PNM, cuya perspectiva hizo énfasis en la preservación del orden natural y de la diversidad biológica.

Desarrollo

En reuniones realizadas en el Centro de Desarrollo de la Calidad Educativa del estado Sucre, específicamente con personal de la Coordinación de Investigación y Formación, se planificó el abordaje de los centros educativos, en cuatro parroquias del municipio Sucre del estado Sucre utilizando como premisa para su selección, que estos se encontraran cerca de una localidad costera considerando así las siguientes instituciones (Tabla 1).

Tabla 1: Instituciones educativas que formaron parte del plan de sensibilización sobre el coral *U. stolonifera*, en parroquias del municipio Sucre del estado Sucre, Venezuela.

Parroquia	Institución	Nivel
Santa Inés	Escuela Técnica Agropecuaria de Pesca	Media técnica
Ayacucho	U.E “Cruz Almandoz Mora”	Primaria
	E.B “Federal Sucre”	Primaria
	E.B “Marco Antonio Saluzzo”	Primaria
	E.B “Estanislao Rendón”	Primaria
	U.E “Mochima”	Primaria y media general
Valentín Valiente	U.E “Dr. José María Vargas”	Primaria y media general
	U.E.B “Nueva Toledo”	Primaria
	E.T.C.R “Modesto Silva”	Media técnica
Raúl Leoni	E.B “Juan Germán Roscio”	Primaria
	L.B “Mariano de la Cova”	Media general
	U.E “Nueva Córdova”	Primaria
	L.B “Carlos González Bogen”	Media general

Fuente: Elaboración propia (2024).

Se realizaron un total de veintidós (22) encuentros presenciales, durante los meses de marzo, abril y julio de 2024. En la Figura 1 se observa de manera discriminada la muestra de la población abordada para un total de setecientos sesenta y nueve (769) personas sumadas a la introspección como proceso cognitivo de atención focalizada.

El mayor número de estudiantes atendidos correspondió al nivel de primaria con cuatrocientos cincuenta y nueve (459) niñas y niños de 5to y 6to grado; mientras que, el menor número se registró con cincuenta y cuatro (54) estudiantes de media técnica; se contó, además, con la participación de docentes y directivos.

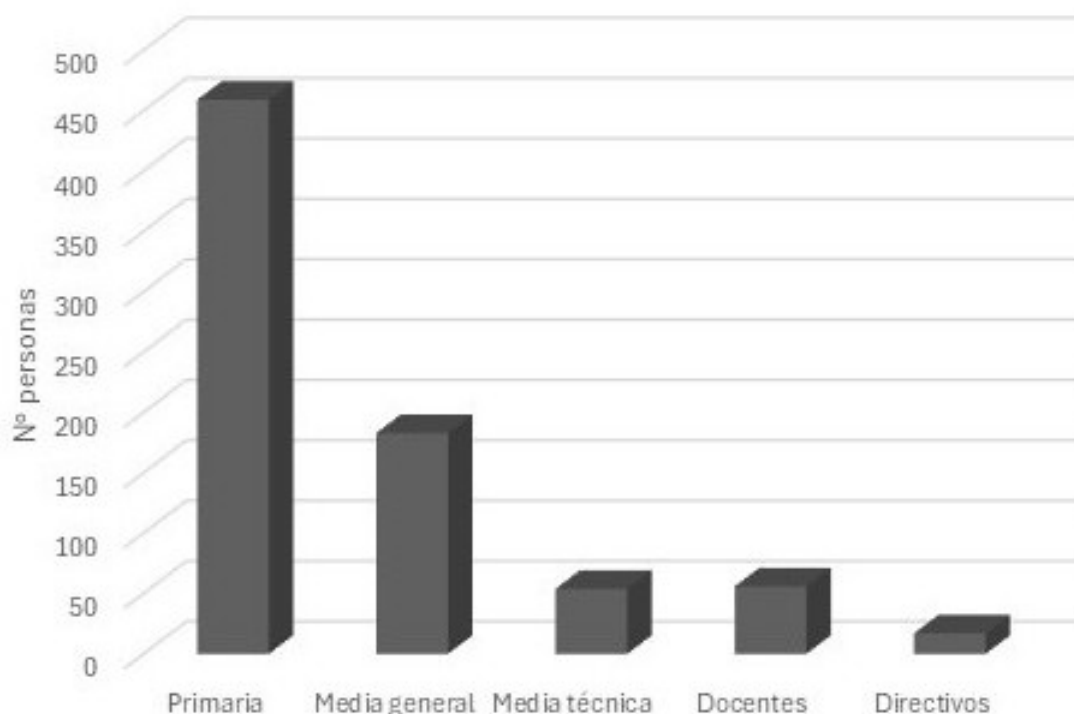


Figura 1: Número de personas atendida por el programa de sensibilización caso *Unomia stolonifera*.

Fuente: Elaboración propia (2024)

Dentro de las actividades realizadas por parte del equipo de trabajo para el abordaje de la comunidad estudiantil estuvieron:

Presentaciones orales: elaboradas en ambiente PowerPoint, las cuales contenían las definiciones de conceptos básicos sobre especies exóticas, especies invasoras y especies autóctonas, ejemplos de cada una de ellas, mecanismos de introducción de las especies e impactos de las bioinvasiones sobre los ecosistemas marinos, forma de propagación de las especies invasoras, aspectos biológicos y morfológicos de *Unomia stolonifera*, aunado a las recomendaciones como contribuir a la no dispersión de esta especie. Esto permitió que los estudiantes de los diferentes niveles seleccionados pudieran interactuar e internalizar la importancia de conservar y preservar los espacios naturales protegidos y la vida en todas sus formas (Figura 2).



Figura 2: Conversatorios realizados en A y B: nivel primario E.B. Estanislao Rendón y U.E. Nueva Córdova, C: nivel medio general Liceo Bolivariano Mariano de la Cova y D: nivel técnico Escuela Técnica Agropecuaria de Pesca.

Fuente: Elaboración propia (2024)

Actividad lúdica (1_{mia}): 1_{mia} es un juego de mesa (Figura 3), formado por: un tablero con treinta (30) casillas, un dado, dos fichas (una para cada equipo y/o jugador) y veintiséis (26) pistas sobre *Unomia stolonifera*. El juego iniciaba desde el Parque Nacional Mochima y de las treinta (30) casillas que contenía el tablero, ocho (08) eran casillas de pistas sobre el coral invasor; mientras que, las restantes, acarreaban caer en penalizaciones ambientales que hacía incurrir en retrocesos o responder acertadamente, que fomentaban el buen comportamiento de los participantes ante la invasión del coral blando y su recompensa consistía en avanzar en el juego. El primer equipo que llegaba a la meta y respondía la pista de manera acertada, ganaba.



Figura 3: Juego de mesa 1_{mia}
Fuente: Elaboración propia (2024)

De esta manera al finalizar cada conversatorio o jornada de sensibilización, se instó a los estudiantes a participar en la Yincana, que permitió de manera entretenida esclarecer dudas del colectivo participante en las actividades desarrolladas. Cada equipo según su turno se le hacían preguntas aleatorias que permitieron por un lado verificar *in situ* la percepción de los estudiantes respecto a la bioinvasión marina de *U. stolonifera* y, por otra parte; afianzar y propiciar la utilización del lenguaje científico apropiado que les permitiera comprender de manera sencilla, causas y consecuencias de la introducción de especies exóticas y acercamiento a los aspectos biológicos del octocoral (Figura 4).



Figura 4: Aplicación del juego 1_{mia} en la U.E Mochima a: explicación de las reglas a los capitanes del grupo y b: puesta en marcha del juego.

Fuente: Elaboración propia (2024)

Elaboración de galería de imágenes y murales: la utilización de este recurso tuvo como tema central el impacto de la invasión de *Unomia stolonifera* en el entorno marino. Esta actividad permitió un acercamiento directo y vivencial respecto a la forma de percibir la problemática ambiental por parte de cada grupo de individuos atendidos en los diferentes centros educativos, generando espacios para el desarrollo de su creatividad. Con la premisa de que todos y cada uno de los seres humanos debe conocer, proteger y conservar lo diverso de la vida y dada la importancia que reviste el PNM, se instó a los estudiantes de primaria de la parroquia Ayacucho (U.E Mochima únicamente) y media general de los liceos de la parroquia Raúl Leoni a crear galería de imágenes, ya que son los afectados por la presencia del coral blando invasor (Figura 5).



Figura 5: Elaboración de galería de imágenes realizadas por A: estudiantes de primaria de la U.E. Mochima, B: estudiantes de media general del L.B. Mariano de la Cova y C-D: estudiantes del L.B. Carlos González Bogen.

Fuente: Elaboración propia (2024)

A partir de allí, de manera estructurada se dieron las orientaciones para realizar el mural (Figura 6), que fue planificado, elaborado y presentado por los estudiantes involucrados. Esta actividad sirvió de retroalimentación con un fuerte componente cognitivo que destacó las habilidades artísticas y creativas de cada uno de los participantes que, con entusiasmo y motivación desde su visión, plasmaron sus ideas.



Figura 6: Abordaje en la realización de murales realizados por estudiantes de primaria: A-B: U.E. Mochima; media general: C-D: L.B. Carlos González Bogen y E-F: L.B. Mariano de la Cova.

Fuente: Elaboración propia (2024)

Los estudiantes de nivel primaria, (población atendida en mayor número), mostraron más receptividad y participación en las actividades realizadas sobre *U. stolonifera* y esto coincide con lo propuesto por Martínez et al. (2020) quienes indicaron que los estudiantes adolescentes sobre todo del entorno urbano sienten indiferencia o desconexión emocional hacia la naturaleza o temas ambientales y esto también fue observado por Navarro y Pineda (2018) en actores universitarios. Esto hace pensar que es necesario abordar la población estudiantil desde sus

inicios para promover el pensamiento crítico a través, de la oportunidad que se le brinde al estudiante de aprovechar herramientas para la resolución de problemas como lo plantearon Gutiérrez et al. (2023).

De las técnicas utilizadas, el juego como lo señaló Tapia (2023), proporciona un ambiente de aprendizaje seguro y desafiante que facilita la asimilación de conceptos y la adquisición de competencias, fomentando el desarrollo de habilidades cognitivas y emocionales y esto concuerda con lo planteado por Rodríguez (2014), que indicó que los juegos de mesa son un instrumento invaluable para que el aprendizaje sea divertido y sobre todo claro, concreto y preciso.

En el caso del mural, Calderón y Farrach (2018) y Díaz y Muñoz (2013), lo defendieron como estrategia didáctica para lograr aprendizajes significativos en los alumnos, basado en la visión gráfica de contenidos para una mejor comprensión de estos, estableciendo una relación entre significado y forma, a partir de un proceso complejo que implica sintetizar, organizar, analizar y presentar de manera concisa y amena una información que debe ser comprendida por la persona que la ve.

Asumir informar y robustecer el criterio científico de la comunidad estudiantil a nivel de primaria, media general y técnica sobre *Unomia stolonifera*, representó un reto por cuanto el tema está sentado en el desconocimiento de la especie por parte del común; por ello fue importante establecer estrategias acordes que facilitarán la comprensión del contenido además de permitir interactuar con el alumnado. Fue así como se explicó que *Unomia stolonifera* es un octocoral blando, de la familia de los xénidos originaria del Indopacífico, que presenta un número variable de colonias, que cada una de estas está formada por pólipos con ocho tentáculos revestidos de pínulas y que se observa en el fondo del mar como una cubierta de color marrón. Como características comunes a todas las especies exóticas invasoras, *U. stolonifera* no tiene depredadores en el nuevo ambiente que habita, además de poseer sustancias químicas que alejan a estos posibles depredadores. Esta especie aprovecha todos los recursos que brinda el ecosistema para su establecimiento; además de presentar reproducción tanto sexual como asexual y esta última es quien más ha propiciado su dispersión, pues cada fragmento de la colonia que se rompe es capaz de establecerse y generar una nueva colonia.

Este acercamiento permitió contextualizar el efecto de la presencia de *Unomia*: la pérdida de arrecifes de corales que funcionan como guardería de un sinfín de especies, cambio en la diversidad biológica en las aguas marinas del PNM, y afectación de los ecosistemas formados por fanerógamas marinas, el litoral rocoso y arenoso.

La presentación de un protocolo de mitigación y control del coral blando y alternativas para disminuir su dispersión, representaron el fuerte de la sensibilización y estuvo abocado a que, con pocos recursos y acciones sencillas puestas en práctica, se evita la propagación del

octocoral hacia zonas no invadidas, promocionando su resguardo. Esto se vio reforzado con la aplicación del juego de mesa *1_{mia}* por parte de los estudiantes de primaria en acompañamiento con su docente de aula y la elaboración de carteles y murales por estudiantes de media general, actividades que se realizaron con el apoyo de docentes guías y directivos de los planteles de las parroquias Ayacucho y Raúl Leoni del municipio Sucre, estado Sucre.

En esta investigación la utilización combinada de estrategias pasivas de tipo auditivas y visuales; así como activas, relacionadas con el quehacer como autogenerador de conocimiento en los estudiantes, propició una mayor integración hacia el aprendizaje cooperativo, entendido este como el trabajo en equipo con el propósito de lograr objetivos en común en un ambiente colaborativo, de interrelación social e intervención (Hernández et al., 2021).

A sabiendas de que el aprendizaje significativo es vivencial e individual, el uso de estrategias metodológicas didácticas consideradas innovadoras, fue un plus importante para hacer más fácil la comprensión sobre la presencia de *U. stolonifera* en el PNM, por el impacto y la magnitud de las implicaciones que han sucedido a nivel ecosistémico y económico.

Esto conlleva de manera intrínseca al desarrollo del sentido de corresponsabilidad como valor ambiental en la población atendida, de vital importancia porque a pesar de que los seres humanos nos relacionamos y modificamos la diversidad biológica constantemente, aún no se ha comprendido en toda su magnitud la responsabilidad que se posee para conservar aquello de lo que somos parte y que se cree nos pertenece, considerando que las modificaciones que se realizan en el entorno más cercano, dependen de las actitudes individuales y colectivas, por lo que es necesario que el hombre se sienta identificado con el ambiente que lo rodea y sus elementos, como lo establecen Beltrán et al. (2019), estos autores además señalan que al articular el desarrollo de competencias en el aula con la educación formativa que genera un aprendizaje para la vida, se debe pensar en el estudiante inmerso en un proceso que produce alegría y motivación por lo que aprende; pero también compromiso y disciplina en la adquisición del saber, el hacer y el ser que favorecerá su formación integral.

De igual manera por lo que representa *Unomia stolonifera* actualmente en el país, la pertinencia de cuidar el acervo ambiental y la formación de generación de relevo competente, se deja una ventana abierta para el debate sobre la conveniencia de establecer o no, la educación ambiental como materia formal de los pensum curriculares de educación en sus diferentes niveles y la inclusión de las especies exóticas, sobre todo al considerar que son mayores los retos que se avecinan en el futuro.

Conclusiones

El uso de metodologías didácticas en visitas puntuales de sensibilización facilitó la asimilación de contenidos por parte de los estudiantes, donde estos participaron como

protagonistas y no simples receptores de información.

Estas actividades permitieron ser un canal difusor de “boca en boca” acerca de las consecuencias e implicaciones en la introducción de especies no nativas, tal es el caso de *Unomia stolonifera*.

Las personas involucradas en las actividades mostraron compromiso hacia la preservación del ambiente y los recursos naturales.

Referencias

- Asunción, S. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Internacional Docentes 2.0*, 7(1), 65-80. <https://doi.org/10.37843/rted.v7i1.27>
- Beltrán, K., Correa, S., Urango, L., Ladrón, C., Barrio, M., y Manyoma, E. (2019). *Lúdica y desarrollo de competencias*. Sello Editorial Tecnológico Comfenalco. <https://tecnologicocomfenalco.edu.co/wp-content/uploads/librosinvestigacion/LUDICA%20Y%20DESARROLLO%20COMPETENCIAS.pdf>
- Benayahu, Y., Van Ofwegen, L., Ruiz, J., y Mcfadden, C. (2021). Revisiting the type of *Cespitularia stolonifera* Gohar, 1938 leads to the description of a new genus and a species of the family Xeniidae (Octocorallia, Alcyonacea). *Zootaxa*, 4964(2), 330-344. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4964.2.5>
- Bernal, M., y Martínez, M. (2009). Metodologías activas para la enseñanza y el aprendizaje. *Revista Panamericana de Pedagogía*, 14, 101-106. <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i14.1790>
- Calderón, A., y Farrach, G. (2018). El mural como estrategia metodológica activa para el aprendizaje significativo. *Revista científica de FAREM-Estelí. Medio Ambiente, Tecnología y Desarrollo Humano*, 26, 40-50. <http://dx.doi.org/10.5377/farem.v0i26.6427>
- Capdevila, L., Iglesias, A., Orueta, J., y Zilleti, B. (2006). *Especies Exóticas Invasoras: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo*. Naturaleza y Parques Nacionales Serie técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales Ministerio de Medio Ambiente. <https://ibermis.org/wp-content/uploads/2023/08/capdevilla.pdf>
- Díaz, M., y Muñoz, A. (2013). Los murales y carteles como recurso didáctico para enseñar ciencias en educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 468-479. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92028240012.pdf>
- Espejo, R., y Sarmiento, R. (2017). *Manual de apoyo docente. Metodologías activas para el aprendizaje*. Dirección de Calidad Educativa Vicerrectoría Académica. Universidad Central de Chile. https://www.uceval.cl/uceval/site/docs/20210421/20210421131957/manual_metodologias_activas_para_el_aprendizaje.pdf

- Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 39.070. (2008). Ley de la Gestión y Diversidad Biológica. 01 de diciembre de 2008. http://www.minec.gob.ve/wp-content/uploads/2021/07/LEY_DE_GEST_LA_DIVERSIDAD_%20BIOLOGICA.pdf
- Gutiérrez, C., Narváez, M., Castillo, D., y Peralta, S. (2023). Metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje: implicaciones y beneficios. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 3311-3327. https://doi.org/10.37811/cl_rem.v7i3.6409
- Hernández, I., Lay, N., Herrera, H., y Rodríguez, M. (2021). Estrategias pedagógicas para el aprendizaje y desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(2), 242-254. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28066593015>
- Kasulin, I., y García, M. (2021). *Especies exóticas invasoras de la Argentina: estrategia de comunicación y concientización de la estrategia nacional sobre especies exóticas invasoras*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. Dirección de Fauna Silvestre. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estrategia-comunicacion-exoticas-2.pdf>
- López, D., Ojeda, E., Tunja, D., Paredes, M., Sánchez, N., Barroso, M., y Gómez, M. (2022). Metodologías activas de enseñanza: Una mirada futurista al desarrollo pedagógico docente. *Polo del Conocimiento*, 7(2), 1419-1430. <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
- Martínez, R., Caballo, M., y Varela, L. (2020). El ocio en el medio natural como promotor de la conexión emocional con la naturaleza. Un estudio en clave ambiental con adolescentes pontevedreses (Galicia-España). *Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 57(2), 1-16. <https://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/25577/21889>
- Ministerio de Turismo. (2005). *Taller Gestión del Turismo Sustentable*. Programa de Capacitación y Sensibilización en Turismo Sustentable en Parques Nacionales Estratégicos Venezolanos. N°. CJ-GCF-093.
- Navarro, Y., y Pineda, C. (2018). La sensibilización ambiental en comunidades de aprendizaje. Una experiencia desde la investigación acción participativa. *Revista Agrollanía*, 16(2), 8-13. http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2018_esp/Articulo%202.pdf
- Rodríguez, L. (2014). *Aplicación de los juegos de mesa como estrategia pedagógica para facilitar el aprendizaje en la educación inicial* [Trabajo de grado]. Corporación Universitaria Iberoamericana. <https://repositorio.iberu.edu.co/server/api/core/bitstreams/37aab1f0-fee2-4102-88e363518490c623/content>
- Sosa, A., Jiménez, N., Faltlhauser, A., Righetti, T., Mc Kay, F., Bruzzone, O., y Fernández, A. (2021). The educational community and its knowledge and perceptions of native and invasive alien species. *Scientific Reports*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00683-y>

- Speziale, K., Lambertucci, S., Carrete, M., y Tella, J. (2012). Dealing with non-native species: what makes the difference in South America? *Biological Invasions*, 14(8), 1609-1621. <https://core.ac.uk/download/pdf/36090886.pdf>
- Tapia, S. (2023). Metodologías activas: promoviendo un aprendizaje significativo y motivacional. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 2131-2145. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7038
- Torres, A. (2022). *Desde las ondas: ¿Es posible mejorar la concienciación ambiental de los estudiantes mediante el Aprendizaje-Servicio y los podcasts?* [Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación]. Universidad Europea de Madrid. https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/4468/TFM_TorresPrietoAna.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vilches, A. (2022). *La conceptualización de especie exótica y bioinvasiones en libros de texto del nivel secundario de educación en Argentina* [Tesis Doctoral]. Universidad de Extremadura. <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=pF00eoSj82A%3D>
- Vilches, A., Legarralde, T., y Darrigran, G. (2014). El conocimiento de los estudiantes del Profesorado en Ciencias Biológicas sobre .especie exótica y bioinvasiones.en Argentina. *Revista Biografía*, 7(12), 10-18. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/34151>

Astrofotografía de la nebulosa NGC-7293 para la divulgación de la astronomía

Astrophotography of NGC-7293 nebula for the dissemination of astronomy

José Sánchez ¹

Giuliat Navas ²

Gregore Rojas ³

Luis Vivas ⁴

Fundación Centro de Investigaciones de Astronomía Francisco J. Duarte, Mérida,
Venezuela^{1,2,3,4}

josiubaldo@gmail.com¹

giuliatnavas@gmail.com²

gregorerojas@gmail.com³

lvivas982@gmail.com⁴

Fecha de recepción: 07/10/2024

Fecha de aceptación: 25/11/2024

Pág: 260 – 277

Resumen

La astrofotografía se ha convertido a nivel mundial en un instrumento poderoso en la difusión y en la divulgación de la astronomía. Con el uso de pequeños telescopios, la astronomía amateur del siglo XXI, ha experimentado una revolución sin precedentes, abriendo nuevas líneas de investigación y convirtiéndose en un recurso fundamental para la divulgación de la astronomía. Las impresionantes imágenes obtenidas de nuestro universo por los astrofotógrafos inspiran a los jóvenes y niños en vocaciones científicas. En este trabajo presentamos los primeros resultados del proyecto de astrofotografía con el uso del telescopio Cámara Schmidt ubicado en el Observatorio Astronómico Nacional Llano del Hato (OAN), al cual se le acopló una cámara CMOS de 51.4 mega píxeles. La impresionante nebulosa de la Hélice (NGC-7293) es uno de los resultados de este proyecto, la cual fue fotografiada 51 veces con esta cámara, empleándose un tiempo de exposición de 120 segundos en los filtros RGB. En este trabajo, para alcanzar un buen resultado astrofotográfico, se emplearon diversos programas y softwares para la calibración, reducción del ruido, apilamiento y tratamiento de las imágenes astronómicas, con el objetivo de extraer los detalles más relevantes de la nebulosa de Hélice.



Esta obra está bajo licencia [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Este trabajo además presenta un método para la adquisición de las imágenes astronómicas y discute la metodología empleada para la obtención de una astrofotografía realista y que sirva como herramienta para la divulgación astronómica, buscando así inspirar a los semilleros científicos de nuestro país con imágenes realistas de calidad, adquirida desde los grandes telescopios de Venezuela.

Palabras clave: astrofotografía, astronomía, divulgación, nebulosa de la Hélice NGC-7293.

Abstract

Astrophotography has become a powerful tool worldwide for the dissemination and promotion of astronomy. With the use of small telescopes, 21st-century amateur astronomy has experienced an unprecedented revolution, opening new lines of research and becoming a fundamental tool for the dissemination of astronomy. The impressive images obtained from our universe by astrophotographers inspire young people and children in scientific vocations. In this work, we present the first results of the astrophotography project using the Schmidt Camera telescope located at the National Astronomical Observatory Llano del Hato (OAN), to which a 51.4-megapixel CMOS camera was attached. The impressive Helix nebula (NGC-7293) is one of the results of this project, which was photographed 51 times with this camera, using an exposure time of 120 seconds in the RGB filters. In this work, to achieve a good astrophotographic result, various programs and software were used for calibration, noise reduction, stacking, and processing of astronomical images, with the aim of extracting the most relevant details of the Helix nebula. This work also presents a method for acquiring astronomical images and discusses the methodology used to obtain a realistic astrophotograph that serves as a tool for astronomical dissemination, thus seeking to inspire the scientific seeds of our country with high-quality realistic images, acquired from the large telescopes of Venezuela.

Keywords: astrophotography, astronomy, dissemination, Helix Nebula NGC-7293.

Introducción

El hombre no puede ver con sus propios ojos la fascinante riqueza de colores del Cosmos. Más allá de nuestra ventana óptica existe todo un universo por descubrir, y la astrofotografía es el mejor vehículo para explorarlo (Aupí, 1999). La astrofotografía es la combinación de astronomía y fotografía, la cual consiste en capturar imágenes de los cuerpos celestes a través

de equipos especializados (Marx y Pfau, 1992). La astrofotografía como método a la enseñanza de las ciencias, nos brinda una mirada al universo, llegando más allá de lo que nuestros ojos pudiesen observar, revelando así detalles y colores que no imaginaríamos percibir a simple vista. La clave de la astrofotografía radica en el avance tecnológico, donde la sensibilidad de las cámaras ha revolucionado convirtiéndola en una ciencia que amerita investigación para su progreso. Es interesante notar que las cámaras y nuestros ojos comparten algunas similitudes, pero también diferencias significativas. Por ejemplo, nuestros ojos se adaptan rápidamente a las variaciones de luz y tienden a ignorar los cambios de intensidad de luz (luces y sombras). Esto se debe a que nuestros ojos no son capaces de acumular la luz percibida, a pesar del tiempo que intentemos mantenerlos abiertos (Neira, 2023). En cambio, los detectores de las cámaras fotográficas pueden captar la luz de forma lineal: a mayor tiempo de exposición a la luz, mayor será su acumulación, pudiendo llegar a la saturación. Es decir, cuanto más tiempo estén los detectores expuestos a una fuente luminosa, mayor información recogerán. Dependiendo de la técnica utilizada, la astrofotografía puede revelar matices y detalles sorprendentes que normalmente no vemos. Este concepto también tiene un valor interesante, ya que despierta un profundo sentido de asombro y conexión con el universo.

El cielo nocturno con sus puntos luminosos y titilantes, es uno de los paisajes más impresionantes que captan la atención del ser humano (Cardozo, 2023). La inmensidad del universo desafía nuestra imaginación, sin embargo sabemos que al día de hoy, el universo contiene millones de galaxias como la nuestra (Ábalos y Ábalos, 2022), gracias a la astrofotografía hemos visto imágenes deslumbrantes de galaxias, planetas, estrellas y nebulosas, despertando en el público en general una curiosidad innata por el espacio y la ciencia. Estas visualizaciones actúan como un estímulo para la exploración científica, motivando a las futuras generaciones a plantear preguntas sobre el universo, y a involucrarse en proyectos de investigación. De esta manera, se convierte en un recurso educativo poderoso, capaz de cultivar la pasión por el aprendizaje y el descubrimiento en la mente de los más pequeños.

Para dominar la astrofotografía, primero se debe entender y controlar el instrumento que estamos utilizando para capturar la luz tenue de los diferentes objetos celestes difusos y distantes que tanto nos cautivan y nos interesan. El telescopio, la montura y los sistemas de guía son herramientas esenciales en el proceso clave que culmina cuando el fotón, que ha estado viajando cientos, miles o incluso millones de años luz, llega al sensor de nuestra cámara para astrofotografarlo (Neira, 2023).

El campo de la astrofotografía ha ido creciendo con el paso de los años, esto se debe, entre otros factores, al desarrollo de la tecnología y la microelectrónica. (Duarte et al., 2011). Recientemente, los fabricantes han realizado un cambio significativo al desplazar su producción de cámaras CCD (*CCD, Charge Coupled Device*) a cámaras CMOS (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*). Este cambio ha resultado en una reducción de costos y una mayor disponibilidad de las cámaras CMOS, gracias a sus mejores prestaciones. Estas cámaras

ofrecen una reducción significativa del ruido de lectura y un aumento de la velocidad de procesamiento (Neira, 2023).

La astrofotografía no sólo proporciona imágenes más nítidas y ricas de los astros que habitualmente se observan con telescopios o prismáticos, sino que también permite acceder a objetos no apreciables a simple vista. Esto se debe a su débil brillo o a la diferente longitud de onda de la luz que emiten, que pueden ser captados por la película fotográfica. Dos ejemplos famosos son la nebulosa Norteamericana (NGC 7000), en la constelación del Cisne, y la nebulosa Cabeza de Caballo (IC 434), en la constelación de Orión. Ninguna de las dos es visible a ojo desnudo y, aunque desde hace años existen filtros que permiten observarlas con telescopios, sólo a través de la fotografía se ha logrado captar su verdadero esplendor. Uno de los grandes pioneros en la aplicación de la fotografía a la astronomía, y uno de los mejores astrofotógrafos de la historia, ha sido Edward Emerson Barnard. Durante la primera década del siglo XX, Barnard obtuvo la mejor colección de imágenes de la Vía Láctea jamás conseguida. Muchas de sus fotografías no solo capturaron la belleza de nuestra galaxia, sino que también llevaron nuevos descubrimientos sobre las grandes nebulosas oscuras de polvo que la envuelven (Aupí, 1999).

Por otra lado, la astrofotografía en Venezuela ha tenido un desarrollo limitado en el ámbito profesional, a pesar de la abundancia de cielos despejados durante el año, que varía según la región. Durante años, la mayoría de los esfuerzos en este campo han sido realizados por entusiastas y astrónomos aficionados, quienes han capturado la belleza del Cosmos desde sus hogares o pequeños observatorios personales. Sin embargo, la falta de proyectos formalmente estructurados, y el elevado costo de los equipos a emplear para la adquisición y el procesamiento de imágenes astronómicas, ha impedido que esta disciplina alcance su verdadero potencial en el país. En la actualidad, el Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA) está marcando un hito significativo con el lanzamiento de su primer proyecto de astrofotografía dirigido al público en general.

Este proyecto está a cargo de un equipo con amplios conocimientos del cielo, las constelaciones, el manejo de grandes telescopios y la inmensidad del universo. Este innovador esfuerzo busca, en primer lugar, emplear nuestros grandes telescopios para divulgar la majestuosidad del universo, acercando la astronomía a las personas y a la comunidad en general, ofreciéndoles imágenes realistas del cielo observado desde Venezuela. Además, el CIDA brinda la oportunidad de asignación de tiempo de observación, a través de los grandes telescopios para la captura de datos a través de proyectos científicos o divulgativos (Navas, 2023), ofreciéndoles una gran oportunidad para que los venezolanos exploren su pasión por la astronomía y se conviertan en los protagonistas en la observación del Cosmos. En este contexto, y reconociendo la necesidad de la astrofotografía como instrumento para la divulgación de la ciencia en nuestro país, el objetivo de este trabajo es ofrecer una metodología de observación del Cosmos, y diversos métodos para el procesamiento y el tratamiento de las imágenes astronómicas, a través de

softwares libres, los cuales son aplicados a la nebulosa de la Hélice. Es importante destacar que cualquier persona, ya sea astrónomo o astrofotógrafo, tiene la libertad en fotografiar cualquier galaxia, nebulosa, asteroide, cometa o cuerpo celeste en el espacio, sin implicaciones legales y sin necesidad de solicitar su permiso. Esto es posible gracias a los tratados, acuerdos y convenios internacionales del espacio ultraterrestre (Navas y Rojas, 2024).

Desarrollo

Para observar el cielo nos debemos enfocar primeramente, en planificar las observaciones de acuerdo al mes del año a observar, y a la posición geográfica de nuestro observatorio, el cual se ubica en el sector Llano del Hato, del estado Mérida (Venezuela), a $8^{\circ} 47' 11''$ latitud norte y $70^{\circ} 52' 18,8''$ longitud oeste, y a una altitud de 3.600 metros sobre el nivel del mar (msnm). Estos dos elementos son fundamentales para la adquisición de los datos y asegurarnos así, que el campo deseado a observar esté justamente a 3,5 horas del meridiano del observador (o meridiano del lugar). Siendo los meridianos, planos perpendiculares al ecuador, que pasan por los polos, y el meridiano del lugar o del observador, aquel que contiene el zenit (Abad et al., 2002).

Posteriormente a la adquisición de los datos, pasamos a la etapa de calibración, el cual consiste en generar los dark, flat y bias maestro a través del software MaxIm DL (*Cyanogen Imaging MaxIm DL*). MaxIm DL es un programa diseñado específicamente para la captura de imágenes con cámaras CCD de grado científico. Además posee una serie de funciones adecuadas para cualquier aplicación de alta sensibilidad y alta profundidad de bits (*Binary Digits*), incluye funciones diseñadas para aplicaciones astronómicas, el cual es altamente eficaz en la optimización de las imágenes de calibración. MaxIm DL es un producto comercial para el sistema operativo Windows diseñado tanto por aficionados como por astrónomos profesionales, tiene excelente documentación y soportes para los usuarios, además es muy fácil de instalar y usar (*MaxIm DL User Manual*).

Adicionalmente, se empleó el software Sequator para la calibración y apilamiento de las imágenes, asegurando que cada imagen refleje con fidelidad los fenómenos astronómicos observados. Sequator es un software gratuito que puede rastrear estrellas en múltiples imágenes, además de alinearlas y apilarlas. Este software puede controlar la exposición de las imágenes mediante el ajuste automático de brillo o la salida en modo HDR (*HDR, High Dynamic Range*), y en TIFF (*TIFF, Tagged Image File Format*) de 16 bits para su posterior procesamiento. Además, promedia el ruido aleatorio, en lugar de sobre exponer. Este software es fácil y amigable para los usuarios, capaz de funcionar con imágenes de alta contaminación lumínica y es potente para corregir las distorsiones angulares y complejas (Wu, 2024).

En la fase de postproducción, se utilizó el software especializado *PixInsight*, ampliamente reconocido en el ámbito de la astrofotografía por sus potentes herramientas y funcionalidades.

Este es un software especializado en el procesamiento de imágenes astronómicas, el cual permite realizar ajustes precisos para mejorar significativamente la calidad visual de las imágenes. Además permite la calibración, integración y mejora de imágenes capturadas por telescopios, incluyendo la corrección de gradientes de luz y color, reducción de ruido y mejora de la definición. Ofrece herramientas para el análisis detallado de las imágenes, lo que es útil tanto para aficionados como para profesionales en astronomía. Incluye una interfaz de estructura de guiones (*scripting*, escritura de scripts) basada en JavaScript, lo que permite automatizar tareas repetitivas y personalizar el flujo de trabajo.

Este software está disponible para múltiples sistemas operativos, incluyendo FreeBSD, Linux, MacOS y Windows. PixInsight es ideal para aquellos que buscan obtener el máximo detalle y calidad en sus imágenes astronómicas, proporcionando una plataforma robusta para el procesamiento y análisis de datos visuales del Cosmos (Pleiades Astrophoto S.L, 2024). Luego de realizar todas estas fases en el tratamiento de nuestras imágenes astronómicas, se le aplicó un enfoque artístico con el software *RawTherapee* con el fin de realzar la estética visual del trabajo final, logrando así una presentación verdaderamente espectacular y apta para ser publicada como una astrofotografía. *RawTherapee* es un software gratuito y de código abierto diseñado para el procesamiento de imágenes RAW. Es una herramienta poderosa y de multiplataforma estando disponible para Linux, MacOS y Windows (The RawTherapee team, 2024).

1. Telescopio usado

Entender y dominar el instrumento para capturar la luz tenue de los diferentes objetos celestes y distantes que se desean observar en el cielo nocturno, es primordial para lograr con éxito la astrofotografía. El telescopio, la montura y los sistemas de guía son herramientas esenciales en el proceso clave que culmina cuando el fotón, que ha estado viajando cientos, miles o incluso millones de años luz, llega al sensor de nuestra cámara para astrofotografiarlo. El sensor de la cámara es el que realiza el proceso de convertir ese haz de fotones en unidades digitales de información que luego son procesadas y finalmente convertidas en una fotografía digital (Neira, 2023).

Este trabajo de astrofotografía emplea equipos de vanguardia, lo que garantiza una calidad excepcional en la captura de imágenes astronómicas. Las observaciones empleadas fueron tomadas con el Telescopio Cámara Schmidt, ubicado en el OAN. Su configuración óptica incluye un espejo esférico y una lente correctora, con diámetros de 1.5 y 1 m (metros), respectivamente. La estructura mecánica del telescopio es de tipo ecuatorial de doble horquilla, especialmente útil para la astrofotografía y la observación detallada de objetos celestes. Este tipo de montura permite seguir el movimiento de las estrellas con gran precisión, compensando la rotación de la Tierra gracias a su motor eléctrico, que impulsa un movimiento de un giro completo en 23 horas y 56 minutos (día sideral, sd). Este tipo de telescopio puede mantener la observación de un astro determinado, anulando localmente su movimiento aparente sobre la bóveda celeste.

La cúpula que protege el telescopio cámara Schmidt tiene un diámetro de 16 m y puede girar horizontalmente 360° de forma continua.



Figura 1: Telescopio Cámara Schmidt (Stock) del OAN. Centro de Investigaciones de Astronomía. Mérida, Venezuela.

Fuente: Sánchez (2024)

Para estas observaciones, se le acopló una cámara FUJIFILM 50R, equipada con un sensor CMOS de formato medio de 51,4 megapíxeles (8256 x 6192 píxeles), con Matriz de Bayer RGB de 14 bits por cada canal de color, y un motor de procesamiento de imágenes X-Processor Pro (FUJIFILM, 2024), (Della, 2024). Se utiliza el sistema del software FUJIFILM GFX 50R como método de manejo y manipulación de la cámara, la cual comprende: Sensibilidad ISO, valor que nos ayuda a establecer la cantidad de luz que necesita la cámara para realizar una fotografía, y el tiempo de exposición, durante el cual el obturador se abre y deja que los fotones lleguen al sensor. Con la configuración descrita en este telescopio, la luz recorre una distancia focal de

2.948,9 mm (milímetros), con una anchura del pixel de 10,6 μm (micrómetros), cubriendo así un campo de visión de 52 x 39 arcmin (arcominutos) (Figura 1).

2. Adquisición de los datos

Este proyecto se planificó durante el mes de agosto de 2023, y los meses de junio y julio de 2024, para la observación de la nebulosa de la Hélice conocida como NGC-7293 o “El ojo de Dios”. Esta nebulosa se ubica en la constelación de Acuario, aproximadamente a 680 ly (años luz) de distancia de la Tierra. Las coordenadas J2000.0 empleadas para su observación fueron las siguientes: RA = 22 h 29 m 38.55 s y Dec = $-20^{\circ} 50' 13.6''$. Es decir, se encuentra a 22 h 29 m 38.55 s del punto de Aries, y al sur del ecuador celeste, justamente a $20^{\circ} 50' 13.6''$.

Es importante destacar que la ascensión recta (RA), mide el ángulo formado entre el meridiano de Aries y el meridiano de la estrella, la cual se intersecta con el ecuador celeste. La declinación (Dec), es la altura de la estrella a observar, es decir, el ángulo formado entre el ecuador celeste a la estrella, a lo largo del meridiano de la estrella. El ángulo horario (AH), es el arco del ecuador celeste contado desde el punto de intersección del ecuador con el meridiano del observador hasta el meridiano del astro, en sentido horario. El tiempo sidéreo local (TSL), es el arco del ecuador contado desde el punto de intersección del ecuador con el meridiano del punto de Aries y el meridiano del observador (Howell, 2006; Motz y Duveen, 1977). De manera que para posicionar el telescopio en la dirección en donde se encuentra la nebulosa de la Hélice, se debe primeramente estar seguro de que las coordenadas que se le indican al telescopio sean las correctas, por ello, se tomarán como referencia las siguientes ecuaciones: (1)

$$AH = TSL + RA \quad (1)$$

Si $AH = 0$ entonces, $TSL \sim RA = 0$, El astro está sobre el meridiano del observador.

Si $AH < 0$ entonces, $TSL \sim RA < 0$, El astro no ha pasado por el meridiano del observador.

Si $AH > 0$ entonces, $TSL \sim RA > 0$, El astro ya pasó por el meridiano del observador.

Donde, RA es la ascensión recta, TSL el tiempo sidéreo local, y AH el ángulo horario.

Para la toma de datos, se calcula siempre que el AH sea inferior a 3.5 horas, con esta condición, se asegura que el campo de estudio sea observado no antes de 3.5 horas de que el astro pase por el meridiano del observador, y no después de 3.5 horas de que el astro haya pasado por el meridiano del observador. Aplicando esta técnica, se minimizan los efectos de la atmósfera terrestre y se obtienen imágenes más claras y precisas.

Cuando un astro a observar está cerca del meridiano del observador, la luz atraviesa una menor cantidad de atmósfera, reduciendo así la distorsión y el desenfoque, el cual es causado

por la turbulencia atmosférica. Por otra parte, la distorsión de la luz es menor, mejorando la nitidez y el contraste de las imágenes, lo cual favorece enormemente la astrofotografía.

De esta manera, la observación de la nebulosa de la Hélice se planifica tomando en cuenta la ecuación (1) y la ubicación geográfica. Como las coordenadas están en la época J2000.0 se realiza el cálculo para precesarlas a través de un código en Python que se desarrolló en el CIDA por la Dra. Navas y el Dr. Abad, con este código se cambiaron las coordenadas RA, Dec del campo dadas para la época del J2000.0, a coordenadas RA, Dec del mismo campo, para la época J2023 Agosto y J2024 junio, julio respectivamente, tal como se puede ver en la Tabla 1. Resultando así las coordenadas RA, Dec ya precesadas, las cuales posteriormente serán empleadas para direccionar el telescopio en la toma de los datos. Con la ecuación (1) se planifica la hora local de observación, buscando observar el campo 3.5 h antes de que pase por el meridiano, y no observarlo posterior a 3.5 h del meridiano. Este tipo de trabajo no es evidente, ya que las condiciones atmosféricas varían mucho de un momento a otro, en una misma noche, interrumpiendo así, la adquisición continua de un volumen importante de datos para realizar la astrofotografía deseada.

De manera que, esta tarea llevó aproximadamente 3 meses (agosto 2023, junio y julio 2024), hasta que se logró adquirir un número de imágenes de buena calidad para el éxito de este proyecto (Tabla 1). Estas imágenes se tomaron con un tiempo de exposición de 120 s y con un ISO de 1600. Pero estos valores deben ser ajustados respecto al objeto astronómico a fotografiar. En caso de que el objeto a fotografiar sea muy débil y esté poco iluminado, será necesario aumentar el tiempo de exposición. Sin embargo, también es posible aumentar la ganancia de la cámara ISO y así reducir el tiempo de exposición, pero al hacer este tipo de ajustes, se reduce el rango dinámico. Lo recomendable es hacer las pruebas respectivas variando el tiempo de exposición y el ISO para un determinado objeto astronómico a fotografiar.

Tabla 1: Meses planificados para la observación del campo de la nebulosa de la Hélice. Rango de observación cumpliendo la ecuación (1). Coordenadas RA, Dec procesadas para los meses de observación con el código propuesto por la Dra. Navas y el Dr. Abad. Número de imágenes obtenidas con éxito durante los meses trabajados.

Meses de observación	Rango de hora para la observación	Coordenadas procesadas	Número de imágenes obtenidas
Agosto 2023	10:30 pm – 4:30 am	22:30:56,344 - 20:42:52,68	8 imágenes
Junio 2024	2:30 am – 6 am	22:30:58,958 -20:42:37,84	12 imágenes
Julio 2024	00:30 am – 5:30 am	22:30:59,284 - 20:42:35,98	31 imágenes

Fuente: Elaboración propia (2024).

3. Metodología usada para la reducción, apilamiento y el tratamiento de los datos

Las imágenes astronómicas no son las únicas a ser tomadas durante una noche de observación, puesto que, se requiere la toma de las imágenes de calibración. Las imágenes de calibración son esenciales en la astrofotografía, porque ayudan a mejorar la calidad final de las imágenes astronómicas al corregir diversas imperfecciones y ruidos que se introducen durante su captura. Las imágenes de calibración no muestran objetos astronómicos reales, sino muestran información sobre el rendimiento y las características del equipo de observación. Hay tres tipos principales de imágenes de calibración: bias, dark y flat. Cada uno de ellos corrige un aspecto específico en la imagen de luz (AstroBasics, 2024). Empleando las imágenes de calibración se puede aumentar la señal-ruido, eliminando el ruido electrónico inherente al sensor de la cámara (imágenes bias), eliminando la corriente oscura, el ruido térmico, los píxeles calientes o fríos (imágenes darks) y eliminando las variaciones de iluminación y el viñeteo causados por el sistema óptico y el polvo existente en el sensor (imágenes Flats), (Minoia, 2021).

Es importante destacar que, para aplicar efectivamente estas imágenes de calibración durante el proceso de corrección de las imágenes científicas, es necesario crear “imágenes maestras”. Las imágenes maestras son el resultado de promediar una serie de imágenes de calibración del mismo tipo, proporcionando así una representación más precisa de las características de las imágenes de calibración. De manera que, para eliminar todas estas posibles imperfecciones en las imágenes se calcularon los bias, darks y flats maestros a partir de promediar 10 imágenes, respectivamente, tal como se explica en Mejía y Navas (2024). Calculadas ya las imágenes maestras de calibración: bias maestro, dark maestro y flat maestro, se procede a aplicarlas a cada una de las 51 imágenes astronómicas de la nebulosa de la Hélice utilizando la siguiente ecuación matemática (2), donde a la imagen astronómica se le resta el dark maestro, con el fin de eliminar la corriente oscura y el ruido electrónico generado por el CCD (Craig y Chambers, 2023). Seguidamente, el resultado de esa resta, se divide por la diferencia normalizada entre el flat maestro y el bias maestro.

$$\text{Imagen astronómica calibrada} = \frac{\text{imagen astronómica calibrada} - \text{dark maestro}}{\text{normalizado}(\text{flat maestro} - \text{bias maestro})} \quad (2)$$

Las imágenes resultante de la nebulosa de la Hélice antes y después de aplicar la ecuación (2) puede verse en la Figura 2. En la imagen calibrada se observa una mayor uniformidad, menor ruido de fondo y una reducción de los píxeles pequeños blancos, lo que mejora la definición de los círculos blancos que representan las estrellas. Gracias a estas calibraciones, las partículas de polvo cósmico en la nebulosa de la Hélice que dispersan y absorben la luz, tienen mayor contraste con el fondo del cielo, contribuyendo así, a su apariencia compleja y colorida permitiendo detallar mejor la estructura de los dos discos gaseosos.



Figura 2: (Izquierda) nebulosa de la Hélice sin calibración. (Derecha) nebulosa de la Hélice calibrada en RGB.

Fuente: Sánchez (2024)

3.1 Alineación con tres estrellas

Durante la captura de las imágenes astronómicas, pueden ocurrir pequeños movimientos del telescopio debido a errores mecánicos o atmosféricos. Al usar varias estrellas para la alineación, se pueden corregir estos errores y asegurar que todas las imágenes estén perfectamente alineadas, de manera que, al apilar múltiples imágenes, se mejora la relación señal-ruido (SNR). Esto significa que el ruido aleatorio se reduce y los detalles de los objetos celestes se vuelven más claros y definidos, que es justamente lo que se busca con la astrofotografía. En este caso, como se trabajó con imágenes tomadas en diferentes meses y/o días, se busca la manera de alinear los campos ubicando estrellas de referencia. Para simplificar este proceso, se empleó la herramienta denominada Región del Cielo Parcial, (*Sky Region Partial*) del software *Sequator*, la cual permite crear una máscara sobre la sección del cielo.

Mediante el uso del ratón, es posible ajustar con precisión los contornos de la máscara, facilitando así la selección de las áreas específicas que se desean destacar. Además, la rueda de desplazamiento del ratón brinda la opción de modificar el tamaño del pincel según sea necesario, permitiendo determinar si se desea incluir 3 estrellas o más para alinear. Para este trabajo se usaron tres (3) estrellas las cuales están identificadas en color verde en la Figura 3. Esta funcionalidad resulta especialmente útil para delinear las estrellas y otros elementos en la imagen astronómica. Además, ofrece un control detallado durante el proceso de selección, lo que optimiza significativamente los resultados finales al permitir una personalización precisa de la máscara, el usuario puede garantizar que cada aspecto de la imagen cumpla con sus expectativas y requisitos específicos, mejorando así la calidad general del trabajo realizado.

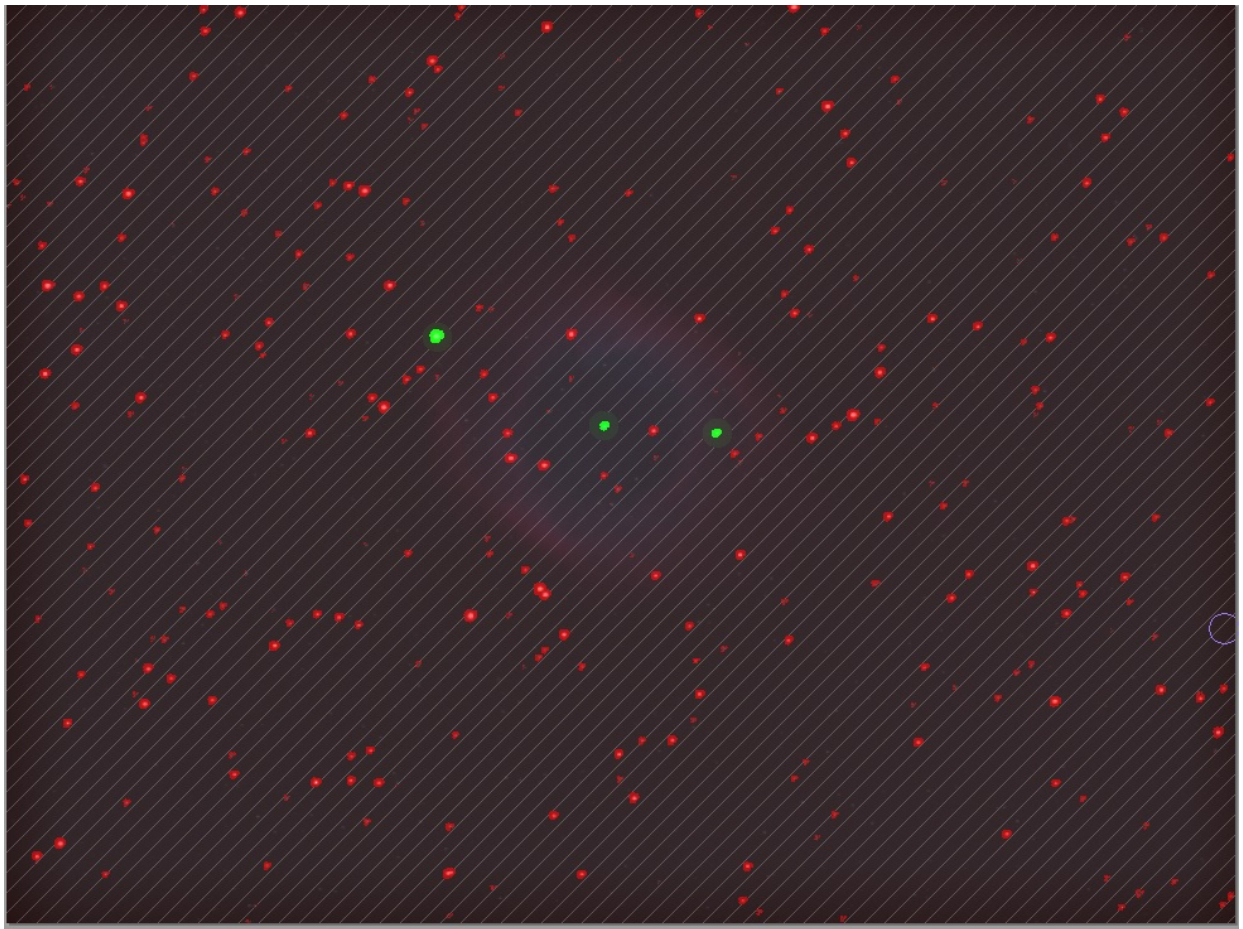


Figura 3: Alineación con 3 estrellas aplicada a las 51 imágenes de la nebulosa de la Hélice a través del Software *Sequator*. Las estrellas usadas en la alineación se muestran en la imagen en color verde.

Fuente: Sánchez (2024)

3.2 Apilamiento con 51 imágenes

El fundamento teórico del apilamiento radica en que cada imagen individual puede presentar variaciones inherentes, influenciadas por factores como la turbulencia atmosférica, características del equipo óptico y el desplazamiento relativo de cuerpos celestes. Al fusionar estas imágenes, se mitigan las imperfecciones introducidas por estos elementos perturbadores, permitiendo resaltar detalles sutiles.

Utilizando el software *Sequator*, aplicamos la técnica de apilamiento. Este método consiste en la superposición o integración de múltiples capturas fotográficas realizadas durante varias sesiones de observación, lo que incrementa la relación señal-ruido y produce una imagen final con mayor claridad y resolución. La implementación de esta técnica abre nuevas posibilidades para

el estudio de fenómenos transitorios y estructuras galácticas, proporcionando datos esenciales para el avance de la astronomía moderna. Aplicando este método a las imágenes de la nebulosa de la Hélice (Figura 4) se observa que los objetos puntuales de color blanco son mas imponentes, y de mayor tamaño que los observados en la Figura 2. Además, se observa una imagen más limpia y con menos granulado pudiéndose eliminar algunos píxeles calientes, todo esto es gracias a que el apilamiento de imágenes incrementa la señal ruido, resaltando detalles tenues que, de otra manera, serían difíciles de captar en una sola exposición.



Figura 4: Imagen apilada de NGC-7293 con 51 imágenes calibradas y alineadas.
Fuente: Sánchez (2024)

Como se puede apreciar en la Figura 4, la nebulosa de la Hélice aún no está lista para ser utilizada como herramienta divulgativa en astronomía, ya que presenta detalles y un marco más claro debido a la contaminación lumínica y viñeteo, lo que la hace inapropiada para su publicación. Por esta razón, se empleó el software *PixInsight* y la herramienta *DynamicCrop* para eliminar el marco indeseado. Posteriormente, se realizó la fotometría de los colores (*Photometric Color Calibration, PCC*). La referencia blanca predeterminada se basa en los espectros promedio de las galaxias (*Sb, Sc y Sd*), el promedio de estas galaxias proporciona una fuente de todo el rango de tipos y poblaciones espectrales estelares, por lo que puede considerarse como la mejor referencia blanca imparcial (Pleiades Astrophoto S.L, 2024). En

donde *Sb* son galaxias espirales barradas con un núcleo prominente y de brazos más ajustados, *Sc* son galaxias con un núcleo menos destacado y brazos mas abiertos, y *Sd* son galaxias con un núcleo débil, brazos muy extendidos y ricas en materia oscura.

La función de balance de blancos (*white balance funtions*) consiste en calcular los puntos blancos en una imagen astronómica, tomando como referencia el catalogo de estrellas *Photometric All-Sky Survey* (APASS). De esta manera, se asegura que las áreas brillantes, como las estrellas y otros objetos celestes en la nebulosa de la Hélice se reproduzcan con precisión, evitando alteraciones en la percepción del color y mejorando la calidad de los datos obtenidos, permitiendo así que los demás colores, como los discos de gas y polvo se vean más naturales (Figura 5, derecha).

El software *PixInsight* ofrece además herramientas excepcionales para extraer las máscaras que se desean trabajar de forma individual. En la Figura 5 (izquierda), se presenta la máscara de luminancia extraída de la nebulosa de la Hélice. Esta herramienta facilita el trabajo con las partes más sensibles en cuanto a detalles, así como la aplicación de técnicas de reducción de ruido y difuminación de los halos en las estrellas. La luminancia facilita la captura del brillo e intensidad de los objetos celestes, con el uso de este canal se pueden generar imágenes de alto rango dinámico que destacan detalles sutiles como el polvo oscuro en el espacio.

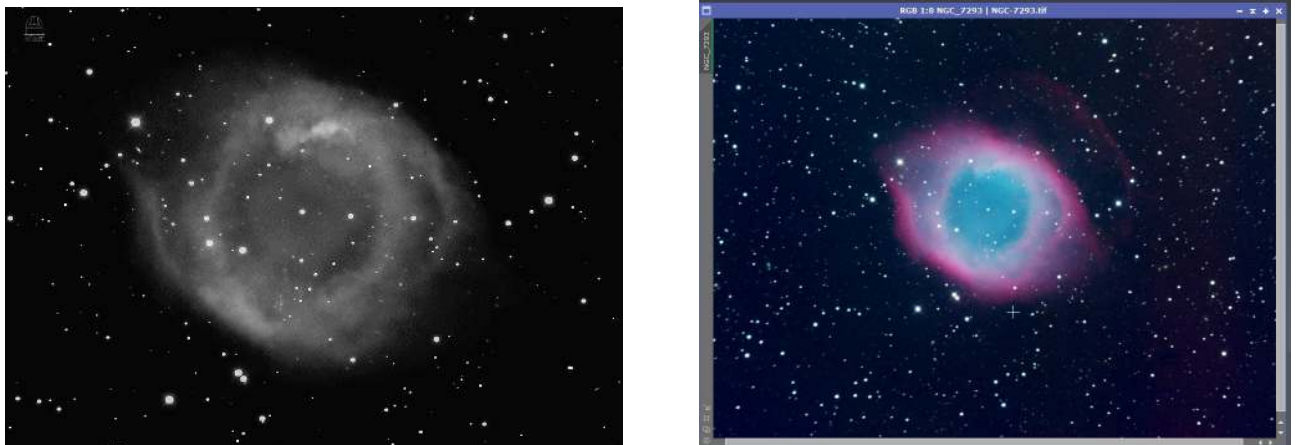


Figura 5: (Derecha) Imagen resultante al aplicarle la herramienta DynamicCrop y la fotometría de color con el software PixInsight. (Izquierda) Luminance de la nebulosa NGC-7293.

Fuente: Sánchez (2024)

Para lograr representaciones precisas del brillo, se emplean filtros de luminancia y se pueden sintetizar imágenes a partir de datos RGB. Al crear máscaras a partir de imágenes RGB, es más efectivo utilizar la imagen original, lo que permite aprovechar la información sobre las áreas claras y oscuras. Al ajustar el componente luminoso, se generan máscaras que realzan las diferencias en brillo, y herramientas como *PixInsight* permiten crear imágenes

monocromáticas que reflejan esta luminancia, mejorando el contraste y la visibilidad de las regiones más débiles.

En la fase final de este trabajo, se puede ver una imagen astronómica más llamativa, donde los objetos celestes se ven puntuales, las estrellas no tienen halo y el disco de gas y polvo del centro de la imagen tiene mayor contraste respecto al fondo y a las estrellas. De manera que, al terminar el tratamiento de las imágenes astronómicas se le puede dar un toque artístico final a través del software *RawTherapee*. Este programa se destaca por su capacidad para trabajar de manera precisa con los tonos de color, lo que permite intensificarlos y realzarlos para lograr una representación visual más impactante del campo observado. Sus potentes herramientas de edición facilitan ajustes en parámetros como la saturación, el contraste y la luminosidad. Como resultado, se logra una mejora significativa en la calidad técnica de las imágenes, así como un estético distintivo que atrae la atención del espectador y resalta los detalles más sutiles de la nebulosa de la Hélice, tal como se puede apreciar en la Figura 6.

La fotografía de la nebulosa de la Hélice es un buen ejemplo de las mejoras que pueden introducirse en una imagen original, y esto es extensivo a la inmensa mayoría de los objetos celestes. No se trata únicamente de aportar algún nuevo detalle, sino que el tratamiento de las imágenes nos ofrezca la posibilidad de lograr una visión inédita de un astro conocido, eliminando los aspectos ya observados y revelando aquellos que no están presentes en una fotografía normal.



Figura 6: Astrofotografía de la nebulosa de la Hélice.

Fuente: Sánchez (2024)

Las imágenes empleadas en este trabajo y la astrofotografía resultante son del dominio público, bajo la administración del CIDA, la cual tiene el derecho de divulgarlas y usarlas en redes sociales, páginas web, publicidad, clases, etc., conservando sólo los derechos morales a los responsables del proyecto, de las observaciones y de la astrofotografía final. De manera que, si algún fotógrafo profesional, astrofotógrafo, científico, o persona en general desea solicitar tiempo de observación con los telescopios del CIDA, lo puede solicitar, pero el producto resultante será del dominio público, bajo la administración del CIDA, y tendrá todos los derechos para emplearlos como herramientas divulgativas (Navas, 2023).

Conclusiones

La adquisición de las coordenadas $RA = 22^h 30^m 56.6s$, y $DEC = -20^\circ 47' 29''$ J2000.0 de la nebulosa de la Hélice se tomó del New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars. Es fundamental que quien desee hacer astrofotografía de algún campo astronómico y cuyas coordenadas están en J2000.0 estas sean precesadas a las coordenadas del año y del mes de observación. Al ajustar las coordenadas al año y mes de observación, se asegura que las posiciones de los objetos sean precisas y actualizadas, lo cual es esencial para la observación, puesto que la precesión es un cambio lento en la orientación del eje de rotación de la Tierra, lo cual provoca que las coordenadas celestes de los objetos cambien con el tiempo. En este trabajo se realizaron observaciones durante tres meses, y debido a las condiciones del cielo se logró trabajar sólo con 51 imágenes. Lo cual significó un buen volumen de datos para que al momento de apilar, se incrementa la señal ruido y se puedan tener más detalles de las estrellas y de partículas de gas y polvo existente en el campo.

Los 51 datos de la nebulosa de la Hélice fueron tomados a través del telescopio Cámara Schmidt, en los filtros RGB. A través de pruebas realizadas previas al trabajo, se determinó que para este campo, el tiempo óptimo de exposición para la obtención de fotones en el sensor debía ser de 120 s. y con un ISO de 1600 para evitar la saturación del sensor, pero estos valores pueden variar de acuerdo a la galaxia o nebulosa a fotografiar. En general, el tiempo de exposición va a depender del objeto astronómico a fotografiar, ya que si es débil y está poco iluminado será necesario aumentar el tiempo de exposición. Sin embargo, también podemos aumentar la ganancia de la cámara ISO y así reducir el tiempo de exposición, pero al hacer este tipo de ajustes, estaríamos reduciendo el rango dinámico. Por otra parte, gracias a la implementación de técnicas avanzadas, de softwares actualizados para el tratamiento de imágenes astronómicas y de la metodología propuesta en este trabajo, se pueden lograr resultados interesantes al fotografiar nuestro universo con los telescopios.

En este trabajo se presentó una metodología, que al aplicarla se logró explotar en detalles y precisión la rica estructura de la nebulosa de la Hélice, observándose como esta hermosa fotografía se asemeja a un ojo gigante, de allí su apodo “El Ojo de Dios”. Es importante destacar, que esta nebulosa es el resultado de una estrella similar al Sol de baja masa, que

ha expulsado sus capas exteriores al final de su vida, ya que se encuentra en la etapa final de su evolución, dejando un núcleo caliente que ilumina el gas circundante, a medida que se transforma en una enana blanca.

La utilización de imágenes capturadas por telescopios venezolanos representa un avance significativo en la consolidación de una identidad astronómica nacional. La posición privilegiada de Venezuela, que cuenta con la única Cámara Schmidt operativa y funcional cercana al ecuador, refuerza su capacidad para realizar ciencia de calidad. Al emplear imágenes con un sello venezolano, se fomenta el orgullo local y se promueve la independencia en el estudio y difusión de la astronomía. Las observaciones astronómicas en nuestro país tienen un impacto educativo y científico significativo para nuestros jóvenes, así como para nuestros semilleros científicos y el público en general.

Este proyecto, fundamentado en las metodologías propuestas en este trabajo, en conjunto con el Catálogo Messier y el Nuevo Catálogo General, facilita la recolección de datos valiosos sobre diversos objetos celestes, además de abrir oportunidades para el desarrollo del talento local en astrofotografía.

Este tipo de resultados pueden ser empleados a través de las diversas redes sociales, para la divulgación de la astronomía en Venezuela. La astrofotografía es una herramienta poderosa para la divulgación, ya que al capturar y mostrar los resultados de imágenes impresionantes del cielo nocturno no solo fascina a los entusiastas, sino que despierta el interés del público en general. En el cielo nocturno podemos visualizar millones de galaxias, nebulosas, asteroides, cometas, satélites y planetas, permitiéndole a las personas ver el universo de una manera que no es posible a simple vista. Además estas imágenes pueden ser utilizadas en aulas, museos y plataformas en línea para enseñar sobre la astronomía y la ciencia en general, pudiendo llegar a lugares remotos, donde la población no tiene acceso a telescopios. Ver las maravillas del Cosmos puede inspirar a las personas a aprender sobre el espacio y querer participar en realizar observaciones astronómicas para fines científicos o divulgativos.

Referencias

- Abad, A., Docobo, J., y Elipe, A. (2002). *Curso de Astronomía (1era. ed.)* Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Ábalos, F., y Ábalos, J. (2022). *Fotografía Científica y Astronomía. La tecnología aplicada al conocimiento del Universo*. Monográfico: Metode Science Studies Journal. Universitat de València.
- AstroBasics. (2024). *Bias, Flats, Darks, Flats. AstroBasics*. AstroBasics. <https://astrobasics.de/en/basics/bias-flats-darks-darkflats/>
- Aupí, V. (1999). *Fotografiar el cielo, (1era. ed.)* Editorial Planeta, S. A.

- Cardozo, L. (2023). *Astrofotografía, una ventana al universo desde la enseñanza de la Óptica* [Tesis de grado Licenciatura en Física]. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/18594>
- Craig, M., y Chambers, L. (2023). *CCD Data Reduction Guide*. Astropy. <https://www.astropy.org/ccd-reduction-and-photometry-guide/v/dev/notebooks/01-01-astronomical-CCD-image-components.html>
- Della, F. (2024). Astronomical test of a medium format digital camera on a large Schmidt telescope. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, 60(1), 121-124. https://www.astroscu.unam.mx/rmaa/RMxAA..60-1/PDF/RMxAA..60-1_fdellapugna-IX.pdf
- Duarte, J., Gargiulo, C., y Moreno, M. (2011). Infraestructura escolar y aprendizajes en la educación básica latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE. *Banxo Interamericano de Desarrollo*. <https://doi.org/10.18235/0010286>
- Howell, S. (2006). *Handbook of CCD Astronomy*. (2nd ed.) Cambridge University Press.
- Marx, S., y Pfau, W. (1992). *Astrofotografía con el telescopio Schmidt*. Cambridge University Press.
- Mejía, J., y Navas, G. (2024). Python como herramienta para el análisis de las imágenes astronómicas del Telescopio Reflector. *Conocimiento Libre Y Licenciamiento (CLIC)*, (29), 23-49. <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/1260>
- Minoia, A. (2021). *Calibration Frames in Astrophotography*. Night Sky Pix. <https://nightskypix.com/calibration-frames/>
- Motz, L., y Duveen, A. (1977). *Essentials of astronomy. Second edition*. Columbia University Press.
- Navas, G. (2023). Implicaciones de la propiedad intelectual en investigación astronómica venezolana, la ética y el reconocimiento de derechos morales en los descubrimientos. *Propiedad Intelectual*, 23, 59-84. <https://doi.org/10.53766/PI/2022.23.03>
- Navas, G., y Rojas, A. (2024). El espacio ultraterrestre y la experiencia de Venezuela: Revisión de tópicos legales. *Conocimiento Libre Y Licenciamiento (CLIC)*, (29), 2-22. <https://convite.cenditel.gob.ve/publicaciones/revistaclic/article/view/1259>
- Neira, F. (2023). *Cómo elegir cámara para astrofotografía*. Más allá del azul pálido. <https://www.fernandoneirapaz.com/como-elegir-camara-para-astrofotografia/>
- Pleiades Astrophoto S.L. (2024). *PixInsight software*. PixInsight software. <https://pixinsight.com/>
- The RawTherapee team. (2024). *RawTherapee software*. RawTherapee Team. <https://rawtherapee.com/>
- Wu, Y. (2024). *Sequator Software*. Sequator Software. <https://sites.google.com/view/sequator/manual?authuser=0>

Reseña



Tecnología educativa e inteligencia artificial

Aida Andrade ¹

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres, Mérida, Venezuela ¹
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela¹
aandrade@cenditel.gob.ve¹



En un mundo donde la tecnología redefine constantemente los paradigmas educativos, el libro “Tecnología educativa e inteligencia artificial” emerge como una obra interesante para comprender la intersección entre pedagogía e innovación digital. Coordinado por un equipo multidisciplinario de investigadores mexicanos, este volumen no solo analiza críticamente las herramientas tecnológicas actuales, sino que también propone estrategias prácticas para su implementación en aulas de educación básica, media y superior. A través de seis capítulos estructurados con rigor académico, los autores exploran cómo la inteligencia artificial (IA) puede transformar la enseñanza, promoviendo aprendizajes significativos y democratizando el acceso al conocimiento.



Esta obra está bajo licencia [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Dirigido a docentes, estudiantes de pedagogía y gestores educativos, el libro combina marcos teóricos con estudios de caso, evidenciando el potencial de aplicaciones como Gamma.ai, Suno.ai o Aligned Education para dinamizar procesos educativos. Su enfoque humanizado, sin perder de vista el rigor científico, lo convierte en un referente para Latinoamérica en el debate sobre educación digital. El libro se organiza en seis capítulos, cada uno centrado en una aplicación específica de la IA en educación, respaldado por investigaciones cualitativas y cuantitativas. Estudiemos su contenido:

En la apertura del libro tenemos el Capítulo I, que se titula “Experiencias docentes en el diseño de materiales educativos digitales” y cuyos autores son Mendoza Román, Alvarado Lemus, García Ulloa y Duarte Gastélum, se nos presenta un trabajo que emplea una metodología etnográfica digital para analizar talleres de formación docente en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Los resultados revelan que, aunque los profesores adoptan herramientas digitales, como mapas cognitivos en Freeplane, la cual es una aplicación gratuita y de código abierto, lo que la hace muy accesible. Sin embargo, persisten desafíos en la integración pedagógica de estos recursos. Destaca el uso de Moodle para evaluar participación y el análisis con Voyant Tools, que identifica cuatro ejes clave: en primer lugar, la educación centrada en el aprendizaje, los docentes reconocen al estudiante como agente activo, pero aún replican modelos tradicionales. También se consideran las estrategias pedagógicas innovadoras, se mencionan métodos como el aprendizaje basado en problemas, aunque su aplicación es irregular. La organización de la información, destaca con herramientas como mapas conceptuales mejoran la retención, pero requieren mayor capacitación. Y el trabajo colaborativo se valora, pero su implementación en entornos virtuales es limitada. La mayor contribución de este trabajo es que genera evidencia de la necesidad de formar docentes en “diseño pedagógico” (no solo técnico) de materiales digitales.

Seguidamente, tenemos el capítulo II que se titula “Creación de contenidos audiovisuales con IA”, escrito por Álvarez Rada, Beltrán Estrada, González Ilustre y Hernández Castellanos. Está centrado en la plataforma Fliki.ai, y demuestra cómo la IA puede simplificar la producción de videos educativos, esta aplicación tiene una versión gratuita con funciones limitadas. Este capítulo nos presenta un estudio con estudiantes de bachillerato que muestra que el 87 % mejoró sus habilidades digitales al crear materiales sobre temas socioemocionales. La herramienta, que convierte texto en audiovisuales con voces realistas, resultó especialmente útil para alumnos con discapacidad visual. Este trabajo tiene grandes fortalezas, garantiza la inclusividad y accesibilidad, también una reducción del tiempo de producción. Sin embargo, tiene una alta dependencia de conexión a internet estable.

Los coordinadores avanzan presentándonos el capítulo III, titulado “Renovando presentaciones con Gamma.ai” y cuyos autores son Álvarez Rada, González Ilustre, Vélez Sánchez y Hernández Castellanos. En este trabajo se nos presenta la aplicación de Gamma.ai como una solución para diseñar presentaciones multimedia con IA, que tiene acceso gratuito

con funciones limitadas. Se trata de un experimento con dos grupos de bachillerato, el 81 % de los estudiantes optimizó su tiempo al generar contenidos coherentes y visualmente atractivos. La herramienta superó a opciones tradicionales como PowerPoint en creatividad y estructura, vale destacar que la IA no reemplaza al docente, pero libera su tiempo para enfocarse en la “curación” de contenidos.

Continuando con la secuencia de capítulos, encontramos ahora el capítulo IV, se titula “De lo tedioso a lo práctico con Algodrededucation.ai”, sus autores son Cázares Rodríguez, Vélez Sánchez, Beltrán Estrada y Hernández Castellanos. En este trabajo se explora cómo Algodrededucation.ai automatiza la creación de mapas conceptuales, sin embargo, es importante acotar que es una aplicación privativa, pero en el ejercicio realizado se evidenciaron resultados son contundentes: mientras un mapa manual toma 2-4 horas, la IA lo genera en 1-3 minutos, con mayor profundidad conceptual, adicionalmente, la herramienta fomenta el trabajo colaborativo al permitir edición en equipo.

Luego nos encontramos con un ejercicio interesante en el capítulo V, el cual se titula: “Thinglink, una apertura innovadora”, de Beltrán Estrada, Estrada Figueroa, González Ilustre y Hernández Castellanos. Thinglink es una aplicación útil para crear imágenes interactivas en clases de “Comprensión y Exposición”. Esta aplicación tiene una versión gratuita con funciones limitadas y exige un código que debe ser ofrecido por el docente, lo que limita también su acceso. Sin embargo, el capítulo expone que en este ejercicio los estudiantes reportaron un 75 % de satisfacción al integrar videos, audios y enlaces en sus proyectos, así como que la herramienta demostró ser ideal para temas complejos (como tipos de textos), aunque requiere capacitación inicial y su versión completa es sumamente costosa.

Finalmente, se nos presenta el capítulo VI, titulado “Creatividad e ingenio con Suno.ai”, escrito por Beltrán Estrada, Estrada Figueroa, Estrada Figueroa y Hernández Castellanos. Es el cierre del libro y es el más creativo: Suno.ai, una IA que compone música a partir de textos, es una aplicación que tiene versión gratuita con funciones limitadas. Los autores presentan la experiencia con una actividad transversal entre “Perspectiva de Género” y “Tecnologías de la Información”, los alumnos generaron canciones sobre violencia de género, combinándolas con TikTok y D-ID para reflexiones audiovisuales. Es importante resaltar que esta experiencia generó Motivación, 90 % de los estudiantes se sintió más comprometido y también Inclusión, la música trascendió barreras lingüísticas y cognitivas.

En términos generales este libro cuenta con un enfoque práctico al ofrecer en cada capítulo códigos QR y enlaces a cada una de las aplicaciones trabajadas, así como enlaces y ejemplos visuales para replicar las estrategias empleadas, también aporta una base teórica sólida dado que dedica esfuerzo a la vinculación de las herramientas con teorías como el constructivismo de Vygotsky y el aprendizaje significativo de Ausubel. Es importante aclarar que este trabajo no idealiza la inteligencia artificial (IA) dado que en cada ejercicio se

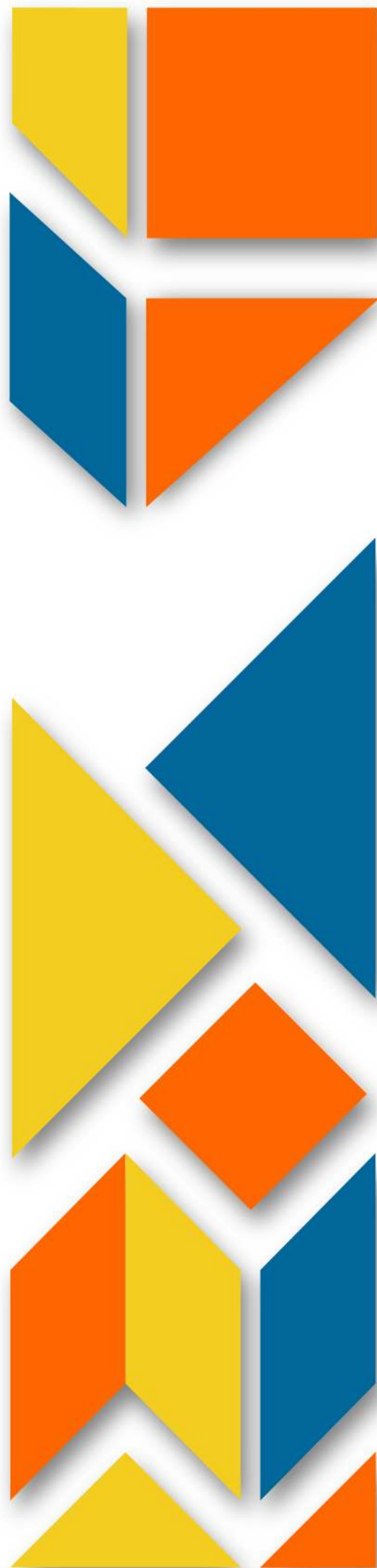
discuten limitaciones tales como la brecha digital y la necesidad de capacitación docente. Sin embargo, podría mejorarse la publicación si se incluyeran experiencias en países distintos de México pues se considerarían realidades diversas existentes en Latinoamérica. También debería profundizarse en la uniformidad técnica, dado que algunos capítulos asumen familiaridad previa con IA, lo que podría dificultar la lectura y aplicación de los ejercicios para principiantes.

“Tecnología educativa e inteligencia artificial”, es una obra importante para entender el presente y futuro de la pedagogía digital. Su mayor virtud es equilibrar el entusiasmo por la innovación con una mirada crítica sobre su implementación ética y efectiva. Los coordinadores logran un texto accesible sin sacrificar el rigor académico, demostrando que la IA, más que una moda, sea un aliado para construir educación inclusiva y centrada en el ser humano. Esta es una lectura obligatoria para diseñadores de políticas educativas y docentes que busquen trascender del pizarrón a la era digital. Como señala Rocío Castillo Díaz en el prólogo: “La tecnología no sustituye al docente, pero sí redefine su rol: de transmisor a guía en un mundo de información infinita”. Este libro es, en sí mismo, un mapa para navegar ese desafío.

Referencias

- Castañeda, J., Castillo, R., Sifuentes, D., y Ortíz, M. (2025). *Tecnología educativa e inteligencia artificial*. Red Durango de Investigadores Educativos A.C. ISBN: 978-607-26975-2-2. https://www.researchgate.net/publication/390432889_Tecnologia_educativa_e_inteligencia_artificial

Boletín



En Venezuela se impulsa el talento: ciencia y tecnología como política de Estado

Durante el primer semestre de 2025, el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología (MINCYT) ha redoblado sus esfuerzos por consolidar un ecosistema nacional de ciencia y tecnología, centrado en el primer vértice de la Gran Misión Ciencia, Tecnología e Innovación “Dr. Humberto Fernández-Morán”: la siembra y preservación del talento científico nacional.

En este contexto, se han impulsado iniciativas dirigidas tanto a la educación científica universitaria como a la promoción temprana de vocaciones científicas en niñas, niños y jóvenes. Destacan, la creación de la Universidad Nacional de las Ciencias “Dr. Humberto Fernández-Morán” y el fortalecimiento del Programa Semilleros Científicos, con especial énfasis en las Olimpiadas de Robótica Creativa 2025 y la I Olimpiada Venezolana de Astronomía (OVA).

Ciencia con horizonte: un año de logros estratégicos

A un año de su lanzamiento, la Gran Misión Ciencia, Tecnología e Innovación se proyecta como eje articulador de las políticas públicas en el ámbito del conocimiento. En palabras del Presidente Nicolás Maduro, esta misión “convoca, incluye, unifica e integra la producción de conocimiento de Venezuela, América Latina, el Caribe y el mundo, para articularlo al mayor nivel con la sociedad”.

En ese marco, uno de los avances más significativos ha sido la creación de la Universidad Nacional de las Ciencias “Dr. Humberto Fernández-Morán”, cuyo propósito es formar profesionales capaces de aplicar la ciencia a la innovación social y territorial, la gestión del conocimiento, el desarrollo tecnológico y el fortalecimiento de infraestructuras científicas. La Ministra para Ciencia y Tecnología Gabriela Jiménez Ramírez destacó que esta casa de estudios será “una universidad distinta, conectada a los centros de investigación, con científicos y científicas, donde se viva el conocimiento”.

Asimismo, se han presentado avances en el Registro Venezolano de Ciencia, Tecnología e Innovación (RECITVEN), gestionado por el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI). En esta primera fase se lograron inscribir a 60.000 personas, lo que evidencia “el compromiso y la pasión de quienes promueven el avance científico y tecnológico en nuestro país” aseguró la Ministra Gabriela Jiménez Ramírez.



Esta obra está bajo licencia [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Figura 1: Universidad Nacional de las Ciencias Dr. Humberto Fernández-Morán.
Fuente: <https://mincyt.gob.ve/inaugurada-universidad-nacional-de-las-ciencias-dr-humberto-fernandez-moran/>



Figura 2: Viceministerio de Investigación y Generación del Conocimiento del Mincyt evalúa avances y logros impulsados por la Gran Misión Ciencia.
Fuente: <https://mincyt.gob.ve/viceministerio-de-investigacion-y-generacion-del-conocimiento-del-mincyt-evalua-avances-y-logros-impulsados-por-la-gran-mision-ciencia/>

Robótica y Astronomía: bandera de vocaciones de los Semilleros Científicos

Por otra parte, el Programa Nacional Semilleros Científicos ha desplegado una agenda formativa que destaca por su capacidad de despertar el interés en áreas estratégicas desde edades tempranas. Entre sus iniciativas más relevantes se encuentra las Olimpiadas de Robótica Creativa 2025, que actualmente se desarrolla con la activación de 240 núcleos y más de 20 mega núcleos en todo el país.

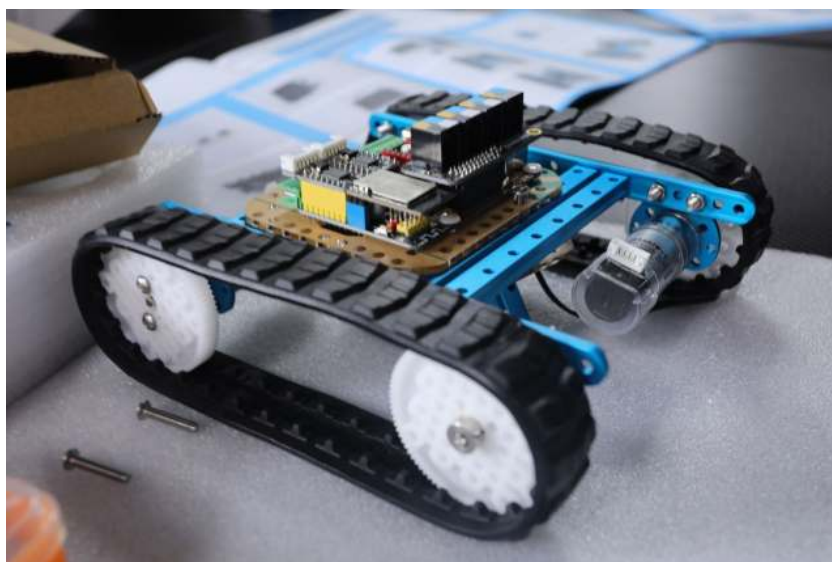


Figura 3: La juventud venezolana se alista para participar en las Olimpiadas de Robótica Creativa 2025.

Fuente: <https://mincyt.gob.ve/la-juventud-venezolana-se-alista-para-participar-en-olimpiada-de-robotica-creativa/>

Esta competencia, que contempla tres categorías por edades —aventura (8-12 años), desafío (13-15 años) e innovación (16-19 años)—, incluye un nuevo reto denominado “Sigue Líneas Creativas”, donde las y los participantes diseñan prototipos con sensores, programación y estructuras móviles, fomentando la creatividad, las destrezas técnicas y el pensamiento lógico, como eje central de la tecnología educativa. Según la Viceministra para la Comunalización de la Ciencia para la Producción, Danmarys Hernández: “la competencia no es el fin, es el medio que permite seguir trabajando de manera sistemática en la formación temprana de vocaciones”, que es la meta del Programa Nacional Semilleros Científicos.

Simultáneamente, la I Olimpiada Venezolana de Astronomía (OVA) ha convocado a más de 7.000 estudiantes de entre 12 y 18 años. Esta primera fase consistió en una prueba técnica realizada en más de 500 instituciones educativas de todo el territorio nacional, con énfasis en contenidos de matemáticas y física aplicados a la astronomía, astrofísica y otras ciencias del espacio.



Figura 4: La OVA promueve habilidades en física, matemáticas y pensamiento espacial desde edades tempranas.

Fuente: <https://mincyt.gob.ve/avanza-con-exito-fase-inicial-de-las-olimpiadas-venezolanas-de-astronomia/>

Cabe resaltar que los exámenes fueron evaluados por un equipo multidisciplinario de los ministerios de Ciencia y Tecnología y de Educación, y procesados mediante un sistema de calificaciones automatizado. A partir de esta evaluación fueron seleccionados 1440 jóvenes, quienes avanzarán a la siguiente etapa del proceso en la fase regional.

Este programa, estructurado en cuatro fases, busca integrar progresivamente la astronomía en el currículo escolar y promover nuevas vocaciones científicas, tal como lo subrayó la Viceministra Hernández al afirmar que “en cada una de estas escuelas, nuestros niños, niñas y jóvenes están desarrollando estas pruebas de habilidades en áreas de Astronomía”.

CENDITEL promueve los Programas Nacionales Semillero Científico y Cayapa Heroica en el estado Mérida

El Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres (CENDITEL), ha brindado atención integral a 396 estudiantes en el estado Mérida, como parte del Programa Nacional Semilleros Científicos. La iniciativa alcanzó a escolares, liceístas y universitarios provenientes de diversas instituciones educativas.

En este proceso formativo, se abordaron áreas clave como la robótica, el soporte de software libre y la orientación vocacional, con el objetivo de fortalecer el interés por la ciencia, la tecnología y la investigación desde edades tempranas. “Lo interesante ha sido que desde CENDITEL hemos notado el interés y las ganas de participar, de entender, de crear, de investigar que tienen nuestras niñas y niños”, expresó el presidente del centro, Oscar González Díaz, en su balance del primer trimestre de 2025.



Figura 5: Estudiantes merideños durante una actividad formativa de robótica organizada por CENDITEL.

Fuente: <https://www.cenditel.gob.ve/portal/2025/04/02/np-02042025-1/>

En paralelo a sus acciones formativas, CENDITEL ha continuado su labor dentro del Plan Nacional de Mantenimiento y Recuperación Cayapa Heroica, con intervenciones clave en servicios de salud, seguridad y educación pública del estado Mérida, en articulación con el MINCYT y la Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (Fundacite-Mérida).

Durante el primer trimestre de 2025, se realizaron tres intervenciones técnicas significativas:

- En el sector salud, se diagnosticó un equipo de Rayos X fijo en el municipio Zea, cuya recuperación beneficiará a más de 12.000 pacientes de las parroquias Caño El Tigre y Zea.
- En el área de protección social, se realizó la revisión y diagnóstico de 18 equipos técnicos del Instituto Autónomo de Derechos de Niños, Niñas y Adolescentes de Mérida (IDENNA), con trabajos de recuperación técnica actualmente en marcha.
- En educación, se adecuó la arquitectura de red del laboratorio de informática de la Escuela Técnica José Ricardo Guillén Suárez, en el municipio Campo Elías, beneficiando a 945 estudiantes y más de 30 miembros del personal docente y administrativo.

Al respecto, Oscar González Díaz, presidente de CENDITEL, destaca que “estas acciones son coordinadas por el Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, bajo la dirección de la vicepresidenta sectorial Gabriela Jiménez Ramírez”. Este trabajo técnico especializado contribuye a garantizar la estabilidad de sistemas críticos mediante medidas preventivas y reactivación de servicios esenciales, fortaleciendo así la infraestructura tecnológica de instituciones clave para el desarrollo del país.



Figura 6: Técnicos de CENDITEL durante labores de diagnóstico y recuperación de equipos.

Fuente: <https://www.cenditel.gob.ve/portal/2025/04/20/np-20042025-1/>

Ciencia para el futuro, desde las aulas y para el país

Las acciones desarrolladas durante este periodo reflejan una visión clara de la política científica venezolana: apostar por la inclusión, el conocimiento y la soberanía tecnológica como pilares del desarrollo integral. Desde la formación universitaria hasta las iniciativas en robótica y astronomía escolar, se consolida una política pública que reconoce al talento venezolano como motor de transformación.

Estas experiencias demuestran que la ciencia no solo debe ser entendida como un campo técnico, sino como un derecho colectivo, una herramienta de emancipación y un camino hacia un futuro más justo. Hoy, el conocimiento se construye desde las aulas, se vive en las comunidades y se proyecta al país entero, con institucionalidad fortalecida y un firme compromiso con las nuevas generaciones.

María Eugenia Acosta 

Centro Nacional de Desarrollo e Investigación en Tecnologías Libres
Mérida, Venezuela
macosta@cenditel.gob.ve

