

# Concepciones sobre nutrición vegetal en estudiantes en formación docente en el área de las ciencias naturales <sup>1</sup>

**Rebeca Rivas<sup>2</sup>**

Universidad de Los Andes  
Av. Las Américas, Núcleo La Liria, Edif. D. Ultimo piso  
Mérida, Venezuela  
rebecarivas@ula.ve

Recibido: 16 de octubre de 2015; Aceptado: 03 de noviembre de 2015

Pág: 161 - 178

**RESUMEN-** Este artículo se deriva de una investigación con estudiantes en formación docente de la Licenciatura en Educación, mención Ciencias Físico Naturales de la Escuela de Educación de la Universidad de Los Andes (Mérida), para conocer sus concepciones de nutrición vegetal; en la que a su vez se generó una Unidad Didáctica para la mediación de dicho contenido, implementándola para su valoración.

Se seleccionó el tema de nutrición vegetal por cuanto este representa una unidad de aprendizaje que involucra las diferentes áreas de las ciencias naturales. De la misma manera, este tema constituye en sí mismo un contenido fundamental para los estudiantes, pues ellos serán quienes facilitarán la enseñanza y el aprendizaje en las asignaturas que componen las ciencias naturales en el actual sistema de educación

<sup>1</sup>Este artículo es producto de la investigación financiada por el CDCHTA de la Universidad de Los Andes, Proyecto H-889-05-04-C

<sup>2</sup>Rebeca Rivas: Es profesora Asociada de Práctica Profesional Docente y Didáctica, mención Ciencias Físico Naturales, adscrita al Departamento de Pedagogía y Didáctica, de la Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Educación de la Universidad de Los Andes. Actual Coordinadora del Postgrado en Lectura y Escritura de esta misma Facultad

secundaria de nuestro país o en las áreas integradas de Ciencias Naturales y Matemática y Salud Integral y Ambiente, en la propuesta del subsistema secundario bolivariano.

Se realizó una investigación descriptiva-interpretativa-proyectiva, con la categoría de investigación desarrollo. Para la recolección de información se utilizó un cuestionario inicial dirigido a los estudiantes, una entrevista para estos y para los docentes, además de observaciones en las clases de dichas asignaturas y un cuestionario de cierre, tanto para los profesores como para los alumnos.

Como resultados de este estudio resultó sobresaliente que las concepciones sobre nutrición vegetal de los alumnos giran en torno al modelo general de la analogía planta-animal, ya sea concibiendo el suelo como órgano digestivo o visualizando la planta como capaz de digerir los nutrientes de la tierra. Igualmente, se pudo determinar que ambas docentes participantes, una más que otra, tienen clara la existencia e importancia de las concepciones en el proceso de enseñanza aprendizaje, pero no las toman en cuenta de manera formal para la planificación de la enseñanza del respectivo contenido y de ningún otro. De la misma manera, estas concepciones halladas en los alumnos y las opiniones de ellos y sus docentes dejaron clara la necesidad de usar nuevas y diversas estrategias en las que, por una parte, fueran tomadas en cuenta las concepciones y, por otra, las mismas permitieran comprender de modo concreto el proceso de nutrición vegetal; estrategias en sí que les permitieran acercarse o reconstruir sus concepciones hacia aquellos conceptos que han sido creados científicamente. Finalmente, al implementar la Unidad Didáctica diseñada fue fundamental reconocer la existencia de ciertas finalidades relevantes para la enseñanza de las ciencias, relacionadas con las capacidades que deberían desarrollar los alumnos y que sin duda los ayudarán a construir y reconstruir sus concepciones; las cuales están en directa relación con lo que deben o más bien necesitan aprender de los conceptos contextualizados en los modelos y teorías que le dieron origen. Es decir, aproximar cada vez más la interpretación de los fenómenos a los modelos que propone la comunidad científica. (Dimensión conceptual del conocimiento)

**Palabras Clave:** Concepciones, nutrición vegetal, enseñanza, aprendizaje, ciencias naturales.

## **Introducción**

Responder a los diversos desafíos que se nos presentan en nuestro diario quehacer docente, como son los variados aspectos involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los contenidos de aprendizaje, la evaluación, las estrategias para aprender y enseñar y el logro de competencias; invitan a detenerse y a hacerse una cantidad de preguntas sobre qué elementos pueden estar influyendo para que uno u otro de estos aspectos funcionen o no se logren de la mejor manera. Estas preguntas seguramente no encontrarán respuestas adecuadas hasta tanto no se desarrollen investigaciones y reflexiones sistematizadas de los procesos que ocurren en las aulas y, de esta manera, podamos hacer aportes en el campo de la didáctica de las ciencias.

En este caso particular, en nuestro camino como mediadores, se nos han presentado algunos inconvenientes con alumnos en formación docente en el área de las ciencias naturales. De manera especial, se han enfrentado problemas en cuanto a las nociones que traen estos alumnos respecto a diversos conceptos de las ciencias naturales y que en muchos de los casos persisten hasta el final de su formación.

Estamos conscientes de que el tema de las concepciones es algo intrincado, en el sentido de que no son perceptibles a primera vista y, por tanto, no nos podemos conformar con asumir que lo que los alumnos expresan a través de una conversación o alguna modalidad de evaluación, son en sí mismas sus concepciones. Por el contrario, como dice Olivia Martínez (1999):

“Las ideas que los alumnos manifiestan y que se delimitan directamente a través de los cuestionarios y entrevistas, no serían en sí mismas las concepciones que estos poseen sino sus manifestaciones externas mediatizadas por factores tales como el contexto o la tarea” (p.93)

De allí que nuestro esfuerzo debe ir hacia profundizar en la naturaleza interna y potencial de los alumnos y no conformarnos con lo que creemos descubrir en las respuestas, pensando que se corresponden con sus concepciones. De este modo, a partir de las observaciones, trabajos escritos, conversaciones con colegas y asesores de pasantes, como parte del trabajo como profesora de Práctica Profesional Docente, se pudo evidenciar que algunos conceptos que representan en sí mismos unidades de aprendizaje, relacionados tanto con la biología como también con la química y la física, son expresados por los alumnos de la Licenciatura en Educación, mención Ciencias Físico Naturales (ULA Mérida) de manera diferente a lo establecido científicamente. Esto último genera una gran preocupación, en especial si consideramos la relevancia educativa de las concepciones de estos futuros docentes en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que ellos transmitirán sus propias concepciones y no las científicas.

En por ello que en este estudio se realizó una investigación con estudiantes en formación docente de la Licenciatura en Educación, mención Ciencias Físico Naturales de la Escuela de Educación de la Universidad de Los Andes (Mérida), para analizar las concepciones de nutrición vegetal de estos estudiantes en el transcurrir de su paso por las diversas asignaturas de la carrera. Se seleccionó el mencionado contenido por cuanto éste representa en sí una unidad de aprendizaje que involucra las diferentes áreas de las ciencias naturales. De la misma manera, este concepto constituye un tema fundamental para los estudiantes, ya que ellos son los que facilitarán la mediación y el aprendizaje en las asignaturas que componen las ciencias naturales en el actual sistema de educación secundaria de nuestro país, o en las áreas integradas de Ciencias naturales y Matemática y Salud integral y ambiente, en la propuesta del subsistema secundario bolivariano.

En síntesis, esperamos haber sobrepasado los límites de una investigación meramente descriptiva, en el sentido de que, por una parte, investigamos las concepciones en el grupo de estudiantes antes mencionado y, por otra, comprendimos e interpretamos las concepciones implicadas en sus explicaciones; a su vez, generamos una propuesta didáctica que ayudó a mediar en el trabajo de superación de dichas concepciones.

## Justificación

El presente estudio posee un valor metodológico por llegar a mostrar las concepciones que asienta este grupo de estudiantes en este contexto particular, así como dejar ampliada la posibilidad

para investigaciones en este campo de las concepciones en ciencias naturales con estudiantes de nuestro contexto universitario. Del mismo modo, tiene un valor didáctico por cuanto se espera generar un modelo de mediación que permita trabajar con eficiencia las concepciones alternativas de los estudiantes y sirva de orientación a los docentes de la carrera de otros niveles educativos para mediar idóneamente los contenidos científicos de la nutrición vegetal. Igualmente, es posible resaltar la importancia de esta investigación ya que no solo permitió exponer las concepciones que poseen nuestros estudiantes sobre nutrición vegetal, sino que las mismas fueron analizadas en tres asignaturas a lo largo de la carrera y, además, se establecieron algunas relaciones entre dichas concepciones y algunos modelos explicativos que se han dado a través de la historia sobre nutrición vegetal. Este estudio, de la misma manera, es relevante por cuanto permitió poner de manifiesto la posición de algunos docentes con respecto a las concepciones alternativas de sus estudiantes, el tratamiento didáctico que les dan y sus reflexiones en cuanto a sus propias nociones. Así mismo, fue fundamental para los estudiantes descubrir sus ideas sobre el contenido en estudio, la importancia que éstas representan para su proceso cognitivo, académico y su futuro como docentes; además de haber participado del modelo didáctico que se generó a través de esta investigación.

## **Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo general**

Interpretar las concepciones sobre nutrición vegetal que poseen los estudiantes de la Licenciatura en Educación, mención Ciencias Físico Naturales de la Universidad de Los Andes con miras a desarrollar y ejecutar una Unidad Didáctica que contribuya con la superación de estas concepciones.

### **Objetivos específicos**

- Indagar las concepciones que poseen los estudiantes de la Licenciatura en Educación, mención Ciencias Físico Naturales de la Universidad de Los Andes sobre la nutrición vegetal.
- Explorar el conocimiento que tienen los docentes sobre las concepciones y su manera de tratarlas en el proceso de mediación.
- Diseñar, con base en los elementos encontrados, una Unidad Didáctica para favorecer la mediación de los conceptos científicos relativos a la nutrición vegetal.
- Valorar la eficacia de la Unidad Didáctica ejecutada.

## **Beneficiarios**

Evidentemente, al desarrollar cualquier investigación, esta debería conceder ciertos beneficios a determinados grupos y, en este caso, nuestro estudio puede rendir frutos para estudiantes en formación

docente, profesores en diversos niveles educativos, especialmente aquellos de nivel universitario en el área de formación docente de las ciencias naturales y la propia Institución universitaria. Así mismo, esta investigación representa en sí un beneficio para todo aquel que quiera llegar a la comprensión de la nutrición vegetal, lo que esta implica para las plantas y, a su vez, el beneficio de estas últimas para el medio ambiente y, por ende, para el planeta que nos ha concedido habitarlo por tantos años.

## La investigación desarrollada

En fundamental aquí presentar algunas consideraciones teóricas que sirvieron de fundamento para el estudio desarrollado; podemos comenzar entonces conversando sobre:

### Concepciones: Diversos términos

Al analizar las concepciones que tienen los alumnos respecto a los conceptos científicos, es necesario fijar una posición en torno al término que se utilizará aquí para denominarlas. Esta precisión se debe a la diversidad de palabras “sinónimas” con los que actualmente se les denomina a esas concepciones (Cubero, 1994; Jiménez, Solano y Marín, 1994; Wandersee, Novak y Mintzes, 1994) y que, en general, obedecen a las posiciones que los investigadores tienen referentes a la construcción y valoración del conocimiento científico y del aprendizaje. Es así como, Wandersee, Novak y Mintzes (1994) se adhieren al término “concepciones alternativas”, propuesto por Driver y Esley (1987), considerándolo el más adecuado porque involucra una visión ideográfica”, es decir, que con esta denominación se toman en cuenta las ideas de los alumnos como concepciones personales que tienen significado y utilidad para interpretar cierta fenomenología y, porque no implica una denominación en sentido negativo, esto es, considerarlas como un error de comprensión o un conocimiento incompleto, denotación que está implícita en el término “error conceptual”(misconception).

El uso e interpretación del término “concepciones alternativas” ha sido ampliamente adoptado y ha ido desplazando a otros como “errores conceptuales”, “preconceptos”, “concepciones espontáneas”, “teorías implícitas” “teorías en acción”, por citar los más comunes. Es por ello que el término “concepciones alternativas”, es, sin duda, una manera adecuada de nombrar las concepciones de los estudiantes, principalmente porque no denota una visión peyorativa del complejo proceso conceptual que implica construir nociones o concepciones. En torno a este tema se han llevado a cabo diversos análisis y se han hecho varias propuestas para intentar acordar un solo término. En esta misma línea, se tratará de mostrar a continuación algunos de esas denominaciones, incluyendo los que un autor o autores generaron y/o han utilizado con preferencia y en qué año o años han sido citados en sus publicaciones, de esta manera, los interesados podrán recurrir a sus fuentes y adherirse al que consideren conveniente.

Cuadro 1: Concepciones alternativas: diversos términos

Término	usado por	Año
Constructos alternativos	Kelly, G.	1955
		1965
Concepciones espontáneas	Jean Piaget	1971
Preconcepciones o preconceptos (preconceptions)	Piaget	1971
	Driver	1973
	Novak	1977
	Ausubel	1980
Concepciones erróneas (misconceptions)	Viennot, Laurence	1979
Conocimientos o Ideas previas	Ausubel, Novak y Hanesian	1983
	Pozo y Carretero	1987
Teorías Implícitas	Rodrigo M. J.	1993
Modelos Mentales	Johnson-Laird	1983-1990
	Va Dijk y Kintsch	1983
	Rodrigo	1994
Esquemas, marcos conceptuales alternativos o Concepciones Alternativas (Native frameworks o alternative conceptions,)	Driver, R. y Easley, J.	1978

Reiteramos, al no existir hasta ahora un término común para designar a estos conocimientos, en esta investigación se utilizó el término “concepciones alternativas” por cuanto, dentro del contexto de este estudio y desde nuestra posición, es el más adecuado debido a que las mismas parecen ser independientes de la edad, sexo y experiencia cultural, es decir son universales y en muchos de los casos son paralelas o similares a las concepciones de los filósofos y científicos de épocas pasadas. De la misma forma, estas concepciones parecieran ser resistentes a la instrucción. Por tanto, cabe aclarar que si en algún momento se emplea alguno de los términos expuestos se hará como un sinónimo, pero enmarcado en el concepto creado por Driver y Easley (1978) y del que se hizo una adaptación para esta investigación; presentado en la introducción de este trabajo.

## Función de las concepciones alternativas en el aula de clases

Las concepciones alternativas y la necesidad de transformarlas en un salón de clases y en el laboratorio, han generado la inquietud de diseñar diversas habilidades de enseñanza. Las propuestas generadas son, por lo general, estrategias prescriptivas que vienen acompañadas de cierta evidencia práctica que muestra sus beneficios. Así, el trabajo de Scott, Asoko, Driver y Emberton (1994) indica algunas de estas disposiciones que son comunes entre las estrategias de aprendizaje para la enseñanza de la ciencia en las que se tome en cuenta las concepciones de los estudiantes. En las referidas propuestas se indica que respecto a las concepciones alternativas debe considerarse que desde una perspectiva constructivista hay elementos fundamentales a tener presentes como el hecho de que no existe un solo método o camino instruccional para enseñar un tópico científico particular; el aprendizaje de la ciencia no solo implica la organización de conceptos en una nueva estructura, sino que este debe asignarles una nueva justificación o racionalidad y fundamentación. Igualmente, es importante recordar que la enseñanza debe involucrar el tratamiento de argumentos científicos de manera que, apoyados en evidencias empíricas, los alumnos vayan más allá de dichos argumentos y construyan concepciones cercanas a las ya establecidas por la comunidad científica. Finalmente, una concepción de enseñanza, desde una perspectiva constructivista, busca que tanto las actividades experimentales como las discusiones, sean explicadas por los estudiantes de un modo distinto del que se pretende educativamente, es decir, evitando repeticiones memorísticas o recetas. Algunos estudios recientes muestran las implicaciones que para los docentes puede tener el conocimiento de las concepciones alternativas de sus alumnos. Así, Jones, Carter y Rua (1999) presentan cómo los profesores, quienes poseen conocimiento de las concepciones alternativas de sus estudiantes, mejoran el aprendizaje de ellos.

## Modelos explicativos sobre nutrición vegetal

Uno de nuestros propósitos fue establecer las relaciones que existen entre las concepciones de nutrición halladas y aquellos modelos que a través de la historia han sido generados científicamente para tratar de explicar qué ocurre en el proceso de nutrición de las plantas. Sin duda se estaba claro en que no se pretendía realizar un enfrentamiento entre ambos modelos por cuanto son totalmente diferentes y su origen está contrapuesto pero, como algunos autores lo han afirmado, existe cierto paralelismo entre los mismos.

Como lo señala Bachelard (1967) en su texto titulado el Espíritu científico, la ciencia evoluciona de manera irregular, es decir, sufriendo momentos de estancamiento, de saltos y a veces de regresiones; lo cual es igualmente afirmado por Chávez (2002) en unos de sus artículos sobre El estudio analítico no lineal de los modelos explicativos de la nutrición vegetal y su valor para el proceso enseñanza-aprendizaje. Veamos entonces los modelos explicativos que esta autora establece como cruciales sobre la nutrición vegetal y que han ido surgiendo a través de la historia.

**El modelo general de la analogía planta-animal:** bajo este modelo Chávez (2002) categorizó dos submodelos, los cuales se diferencian por sus explicaciones con respecto al

procesamiento de sustancias, es decir, ambos admiten que los alimentos que las plantas consumen vienen de la tierra, pero la diferencia radica en que en uno de los submodelos, **el modelo del humus: el suelo como órgano digestivo**, se afirma que estos alimentos están digeridos en la tierra misma y el otro, **el modelo de las plantas capaces de digerir los nutrientes de la tierra: ¿Dónde está el estómago de las plantas?**, acepta que estos alimentos están en la tierra, pero es la planta la que los transforma.

De esta manera, estos dos submodelos parten de la idea de que las plantas fundamentalmente se alimentan de la tierra y que esto lo logran a través de sus raíces, es decir, la función de estas es básicamente de absorción de los nutrientes, transformados o no, del suelo, representando así la boca de las plantas. Observamos aquí que esta idea de alimentación a través de las raíces surge como un modelo derivado de lo que Bachelard llama la experiencia primaria, o que Pozo (1996), Rodríguez Moneo y Rodríguez (2000) llaman origen sensorial del conocimiento.

**El modelo de la transmutación y la nutrición de las plantas:** a finales de la Edad Media e inicios del Renacimiento, como lo expone Chávez, los límites entre lo mágico y la ciencia no tenían un marco definido, es así como “se mezclan brujos y sabios” (p.8) y nace la alquimia. Entre los alquimistas famosos se puede citar a Van Helmont (1577-1644) quien es reconocido en este mundo de la nutrición vegetal por su experiencia, que consistió en la siembra de “una plántula de sauce de 5 libras en 200 libras de tierra que había secado antes de pesar para luego regarla con agua” (Chávez, p. 9), dejándola expuesta a la luz y la lluvia y rociándola con agua cuando lo creía necesario. Al pasar de 5 años el árbol pesaba 169 libras y 3 onzas; secaron y pesaron la tierra, resultando solo dos onzas menos que al comienzo de la experiencia. De esta manera Van Helmont concluyó que la materia que el árbol había ganado provenía del agua exclusivamente ya que la cantidad de tierra perdida era prácticamente despreciable.

Así, Van Helmont, por su formación de alquimista, concluyó fácilmente que las plantas transforman el agua en madera, hojas y raíces, por lo tanto, por una parte, su experiencia ponía en evidencia la transmutación y, por la otra, sus explicaciones sobre la nutrición vegetal no fueron más adelante. Estos hallazgos se convirtieron así en un obstáculo epistemológico para ese momento, limitando el interés por profundizar en el estudio de la nutrición vegetal y de la misma manera es fácil darse cuenta de que este fue un modelo básicamente generado a partir de lo espontáneo o de lo sensorial.

**El modelo del flogisto y los procesos de respiración y nutrición de las plantas:** Este modelo surge a raíz de los estudios sobre la composición del aire y su importancia para la vida los cuales, a su vez, se derivaron a partir de experiencias hechas sobre los procesos de combustión. El flogisto era considerado como algo equiparable a la luz y al calor en ese momento, era algo oculto, seguramente inexplicable pero que estaba presente, y cuando el aire estaba saturado de este, era vicioso y venenoso. Así, cuando se estudió la respiración animal, se concluyó que ese enrarecimiento del aire estaba presente, de esta manera se decía que la respiración era una combustión lenta en la que se liberaba flogisto.

Ahora bien, en 1771, Joseph Priestley (1773-1804) desarrolla un conjunto de experiencias que ayudan a demostrar que las plantas tenían la capacidad de cambiar el aire viciado producto de la combustión y/o respiración animal. Así, Priestley establece que las plantas tienen una respiración

inversa a la de los animales, la cual permite una de-flogistificación de aire. Se observa así como este modelo comienza a desprenderse de lo sensorial y depende un poco más de aspectos invisibles, menos concretos o, en otras más palabras, más abstractos.

Los trabajos de Priestley fueron seguidos de cerca por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), quien fue severo en cuanto a la medida y control de las masas de los materiales antes y después de cada combustión y de cada reacción, lo que lo llevó al hallazgo de que después de ocurrida la combustión la masa del material combustible era mayor que al comienzo de la experiencia; esto le sugirió que durante la combustión, en lugar de salir algo (flogisto) del combustible, existe una masa que se suma al mismo para formar la ceniza (oxígeno). Este hecho fue trascendental y permitió a Lavoisier considerar que había conseguido los argumentos suficientes para superar el modelo del flogisto. Así, este modelo siguió siendo la base durante un largo periodo de tiempo para otras investigaciones sobre la nutrición vegetal.

## **Nutrición vegetal, su enseñanza y aprendizaje**

Diversos investigadores, desde Van Helmont hasta Senebier, crearon sus modelos para tratar de explicar ¿Cómo crece una planta? ¿De dónde obtiene materiales para construir material vegetal adicional? Es así como seguramente fueron surgiendo diversos conceptos acerca de la nutrición vegetal, conceptos que han venido cambiando a medida que las investigaciones y las tecnologías han permitido encontrar nuevos elementos y procedimientos. Ahora bien, la nutrición vegetal en este momento involucra la fotosíntesis, la cual comprende varios pasos. Obviamente, para llegar a determinar estos pasos y obtener la visión moderna sobre la fotosíntesis, se recorrió un largo camino el cual conminó a muchos investigadores. Es así que se puede entender la nutrición vegetal como el conjunto de procesos que permiten a los vegetales absorber en el medio ambiente y asimilar los elementos nutritivos necesarios para sus distintas funciones fisiológicas como el crecimiento, desarrollo, reproducción.

Así mismo, la nutrición de las plantas como proceso posee varias etapas que, de ser comprendidas a cabalidad por los alumnos, deberían llevarlos a tener una concepción lo más cercana posible a la creada científicamente; sin embargo, la mayoría de las concepciones registradas en cuanto a esta generalmente muestran poca comprensión o distorsión en cuanto a alguna de estas etapas. Tales etapas incluyen la incorporación de nutrientes como agua, sales minerales y dióxido de carbono; la fotosíntesis -que por acción de la luz, la materia inorgánica se transforma en materia orgánica y se desprende oxígeno-; la utilización de la materia orgánica en la que la planta utiliza este tipo de materia fabricada para crecer, pero también para obtener la energía que necesita para seguir viviendo mediante un proceso llamado respiración, que es un mecanismo que consiste en una lenta combustión de la materia orgánica (azúcares) en la que la planta obtiene energía y a la vez se desprenden dióxido de carbono y agua; y finalmente la eliminación de las sustancias de desecho en la que las plantas producen extractos que han de ser desechados.

Ahora bien, este concepto de nutrición vegetal implica diversos aspectos abstractos que de alguna manera pueden dificultar su enseñanza y aprendizaje, es así como las ideas de los alumnos sobre

la nutrición de las plantas verdes se deriva en gran medida de procesos de enseñanza escolar, pero en su origen también inciden notablemente sus experiencias personales, así como los procesos de transmisión cultural no escolares, como los que se desarrollan en el medio familiar y los originados por los medios de comunicación social.

Igualmente, Giordan (1990) señala, en cuanto a las concepciones de nutrición vegetal en universitarios, que más de la mitad continúa pensando que las plantas se nutren esencialmente del suelo, y más del 60 % no establece relación entre la fotosíntesis y la nutrición de las plantas, en tanto que un 75 % no relaciona este fenómeno con aspectos energéticos, concepciones que seguramente están presentes en los estudiantes de nuestro contexto y por lo tanto vale la pena determinarlas y buscar las vías para acercarlas a los conceptos creados científicamente.

Sin embargo, al plantearse una enseñanza y un aprendizaje significativos en el que se encuentren implicadas las concepciones, es necesario tener presente que el conocimiento escolar es algo que debe diferenciarse, por un lado, del conocimiento científico y, por otro, del conocimiento cotidiano. Así, este último constituirá el punto de partida como conjunto de conocimientos con mayor representación en las ideas de los alumnos sobre la nutrición vegetal.

## **Metodología seguida**

Esta investigación se desarrolló desde la visión de un estudio descriptivo-interpretativo-desarrollo. Para esto se desplegaron aspectos como el descriptivo-interpretativo que incluyó el diagnóstico, análisis de las concepciones y ámbito contextual en las que surgen estas concepciones sobre nutrición vegetal en el grupo de estudiantes participantes. Así mismo, otro aspecto involucrado que determinó el diseño, implementación y valoración de la propuesta didáctica para la enseñanza del tópico sobre nutrición vegetal, enlaza este estudio con un diseño de investigación que se conoce como investigación desarrollo (*développement recherche*), por cuanto se está:

haciendo hincapié en un enfoque integrado, donde el desarrollo está en el centro de investigación del proceso de implementación. Por lo tanto, es un enfoque en el que la concepción de la finalidad y los pasos probados son concurrentes e interrelacionados en lugar de secuenciales. En esta perspectiva, el desarrollo del objeto no es un paso previo a la última prueba, sino más bien parte de una perspectiva evolutiva, donde las versiones objetos sucesivos se desarrollan, prueban y modifican, teniendo en cuenta los pensamientos, observaciones y datos recogidos durante la realización (Loiselle, H., 2007, p. 42)

De igual manera, no se puede dejar de mencionar la implicación de nuestro estudio con un diseño de campo no experimental, por cuanto se recabaron datos directamente en el contexto en que actúan estos estudiantes, en este caso, Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Educación, Licenciatura en Educación, Mención Ciencias Físico Naturales, siendo los participantes de nuestra investigación un grupo de estudiantes de la mencionada licenciatura cursantes de las biología de tercero, cuarto y octavo semestre de la referida mención. Se establecieron algunos

criterios que permitieron seleccionar a los estudiantes participantes en cada semestre. Los requisitos tomados en cuenta fueron: ser estudiante egresado como bachiller en ciencias, no poseer profesión o título anterior a esta carrera y ninguno debía ser docente en ejercicio.

Igualmente, participaron en nuestro estudio dos docentes de la mención en cuestión, los cuales son los profesores responsables de las biología; debido a que consideramos imprescindible la visión de estos en cuanto a los modelos didácticos que han venido usando para la enseñanza del concepto de nutrición vegetal, lo cual nos aportó importantes ideas para la Unidad Didáctica diseñada.

Por el tipo de estudio o diseño de investigación, pero sobre todo tomando en cuenta las preguntas que se buscaba responder en este estudio, se utilizó un cuestionario que constaba de diez preguntas semiabiertas al inicio de la fase diagnóstica para conocer qué concepciones poseían los alumnos en cuanto a la nutrición vegetal. Igualmente, se aplicó un cuestionario a los alumnos durante la fase de implementación como estrategia inicial de la Unidad Didáctica Diseñada. Por otra parte, luego de implementada la unidad, se agregaron cinco preguntas más a este mismo cuestionario respecto a sus opiniones sobre las concepciones en general y en cuanto a aspectos didácticos desarrollados durante la implementación de la unidad, el cual fue aplicado al finalizar la unidad didáctica, tanto a los estudiantes como a los dos docentes participantes. Para el diseño de este cuestionario se recurrió a ciertas preguntas pertenecientes a otros elaborados por Cañal (1990), quien ha trabajado en esta línea de investigación, aplicándole algunas adaptaciones de parte de la investigadora y algunas sugeridas por los expertos que hicieron su validación.

Así mismo se aplicó una entrevista semiestructurada para los estudiantes de cada semestre en cuestión, a quienes se les aplicó previamente el cuestionario y para esto se hizo una selección dirigida en la que se tomaron en cuenta los criterios o requisitos que debían cumplir los participantes señalados anteriormente; lo cual permitió aumentar el nivel de análisis de las concepciones que se encontraron por medio del cuestionario. De la misma manera, se aplicó una entrevista semiestructurada a las dos docentes que abordan el contenido de la nutrición vegetal como parte del programa de sus asignaturas en la mención Ciencias Físico Naturales.

Igualmente, se utilizó la observación por considerarla más adecuada según el tipo de investigación y la actividad de implementación de la unidad didáctica. Se hicieron observaciones durante la fase diagnóstica en las clases teóricas y prácticas de las asignaturas participantes así como durante la implementación de la Unidad Didáctica para la mediación del tema sobre la nutrición vegetal, con la finalidad de conocer los elementos emergentes que permitieran continuar desarrollando dicha propuesta. Como instrumento para registrar las respectivas anotaciones se utilizó el cuaderno de notas, que facilitó la posterior transcripción y organización de los resultados arrojados.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el proceso de esta investigación comprendió los siguientes aspectos, entendiéndolos como lo sugiere la investigación desarrollo, que no se trata de “fases” separadas sino momentos integrados; los cuales aprovecharemos para exponer nuestros hallazgos y, a su vez, se correspondieron con el logro de los objetivos específicos planteados para nuestro estudio.

## **Conociendo las concepciones de los estudiantes sobre nutrición vegetal y cómo son tratadas por sus docentes**

Respecto a la relación nutrición de las plantas y fotosíntesis los estudiantes se centran solo en la nutrición mineral de las plantas, es decir, existe una tendencia en los participantes a asumir que la nutrición de las plantas ocurre solo a través de las raíces y vemos cómo uno de ellos indica el factor de la energía solar, en este caso, confundiendo la acción de la energía que dispara el proceso de la fotosíntesis con procesos metabólicos de materiales. Es decir, comprendiendo energía y materia como sinónimos. Ninguno menciona el proceso de la fotosíntesis como mecanismo metabólico de síntesis fundamental en la nutrición de las plantas. Siendo más específicos, aquí observamos uno de los modelos explicativos sobre la nutrición vegetal señalado por Chávez (2002) respecto a la analogía planta-animal; es decir, existe la tendencia a considerar que los alimentos son degradados (digeridos) en la tierra y absorbidos por la planta a través de la raíz. Este es el Modelo del humus: el suelo como órgano digestivo. Por otro lado, también existe la idea de que las plantas absorben los alimentos de la tierra y luego los transforma a través de unos procesos metabólicos similares a los de los animales. Este es el modelo de la analogía planta – animal.

En otras palabras, es claro que los estudiantes muestran probablemente parte de su creencia de cómo la raíz permite la nutrición de la planta por medio de la absorción o toma de nutrientes, agua y sales minerales, a la vez que permite su anclaje al suelo. Lo cual no deja de ser cierto en el sentido de que por la raíz se absorben sales minerales, pero no en el sentido de que la tierra digiera los alimentos y la planta los tome, por el contrario, es la planta la que toma del suelo sales minerales, agua y otros elementos que necesita como materia prima para sintetizar complejos moleculares y construir, reparar y mantener su propia estructura. Repitiéndose aquí la concepción del suelo como órgano digestivo.

En la mayoría de los estudiantes existe la tendencia a confundir fotosíntesis y respiración. Estos procesos, aunque relacionados, responden a vías metabólicas opuestas. Como su nombre lo indica, la fotosíntesis es un proceso de construcción de moléculas, es decir, una forma de almacenamiento de la energía en forma de enlaces químicos. Por otro lado, la respiración (celular) es un proceso de catálisis, en el cual se libera la energía de los enlaces de las moléculas. Al continuar analizando las respuestas detectamos una confusión entre lo que es una función (la del CO<sub>2</sub> en la planta) con lo que es una consecuencia, la producción de oxígeno.

## **Concepciones y su Tratamiento por los docentes**

Tal como se pretendía en el inicio de nuestra investigación quisimos utilizar la observación de las clases para que de alguna manera pudiésemos detectar y a la vez comparar las concepciones expresadas por los estudiantes a través del cuestionario y cómo posiblemente las expresaban durante el desarrollo de las clases participantes. Sin embargo, este aspecto no pudo ser cumplido por cuanto fueron clases en su mayoría expositivas y con escasa participación de los alumnos, es decir, no hubo oportunidad de detectar las concepciones. Aquí podría deducirse entonces que si tales concepciones que fueron halladas en los alumnos -sin importar el semestre que cursaban- son muy similares,

posiblemente se deba a que no son tomadas en cuenta para las mediaciones de las clases y el docente no considera importante su influencia en el aprendizaje de los diversos contenidos.

Partiendo de los hallazgos mostrados y analizados, habiendo respondido a las dos primeras interrogantes de nuestro estudio, se procedió a tratar de dar cumplimiento o repuesta a nuestra tercera interrogante: ¿Cuáles serían los elementos de una Unidad Didáctica que permitan la construcción apropiada de los conceptos científicos de la nutrición vegetal?

## **Diseño de la unidad: las demostraciones, el conflicto cognitivo, los mapas conceptuales, la línea del tiempo y el modelo analógico didáctico como estrategias para la mediación del tópico nutrición vegetal (decomalma)**

La Unidad Didáctica fue diseñada para ser desarrollada en tres sesiones formales (tres semanas continuas) por cuanto es el tiempo que se tiene previsto en los programas de las biología en las que se desarrollan, una de una hora y dos de cuatro horas. En la primera sesión se preveía la aplicación del cuestionario para determinar las ideas previas de los estudiantes; en la segunda sesión se proponen dos estrategias: una para discutir y reflexionar sobre los conocimientos previos encontrados (generación del Conflicto Cognitivo) y otra para discutir sobre el desarrollo histórico de la nutrición vegetal (Línea del tiempo), así como resaltar términos fundamentales y propios del metalenguaje de este tema (Mapa Conceptual). En la tercera sesión se proponen demostraciones didácticas analógicas (Modelo Analógico Didáctico) para llevar de lo abstracto a lo concreto el proceso de nutrición vegetal y a la vez, a través de interrogantes, respuestas, reflexiones, realizar los cierres conceptuales sobre este contenido trabajado y el proceso de metacognición desarrollado por los estudiantes para llegar a los conocimientos que poseen. Todo esto tomando en cuenta que durante el desarrollo de las cuatro estrategias se planteó un proceso de evaluación continuo que permitiera de manera coherente apreciar lo que va sucediendo durante las sesiones y evitar con esto solo las evaluaciones terminales comunes en las clases tradicionales. Cabe destacar que fue necesaria la discusión sobre la estructura y desarrollo de la unidad con los docentes de las asignaturas participantes y así clarificar sobre los aspectos que ellos debían tener presentes de manera especial; señalando que para cada sesión se indicó el título de la estrategia, su objetivo, su justificación, las instrucciones, los recursos (tanto del estudiante como del docente), las actividades, la evaluación y la bibliografía sugerida.

## **Implementando y valorando la unidad didáctica decomalma**

Se procedió a aplicar, revisar y analizar los resultados del cuestionario inicial del diseño para hacer los ajustes necesarios antes de comenzar a implementar las estrategias incluidas en el mismo. Luego se realizó una reunión con las profesoras participantes, la directora de investigación y la investigadora, en la que se acordaron varios aspectos respecto a cada estrategia del diseño, así como

la discusión de elementos relevantes en cuanto a la permanencia de las concepciones a través de los diferentes semestres. Igualmente, al verificar las afirmaciones de cada estudiante o sus respuestas en este cuestionario, sus concepciones se ven centradas en el modelo inicial general de analogía planta-animal señalado por Chávez (2002): de la misma manera, existe la prevalencia de la confusión entre alimentación y nutrición, entre orgánico e inorgánico, por ejemplo. De allí que cada docente debía pensar en preguntas intercaladas puntuales que llevarán a la discusión de los conceptos en los que se percibía mayor confusión.

## **Valorando a DECOMALMA durante su desarrollo en el aula**

Luego de llegar a los acuerdos y diseño final de la unidad y tal como se tenía previsto, se llevó a efecto la implementación de la unidad durante tres clases. Vale la pena aclarar desde ahora que la última estrategia que se tenía prevista respecto al Modelo Didáctico Analógico no se efectuó por cuanto las dos primeras estrategias tomaron el tiempo que se nos había permitido en dichas asignaturas y el contenido sobre nutrición vegetal se desarrolló solo haciendo uso de dichas estrategias. Respecto a la primera estrategia de las Demostraciones para generar Conflicto Cognitivo se puede decir que si la experiencia física o social entra en contradicción con los conocimientos previos, las estructuras cognitivas se reacomodan para incorporar la nueva experiencia y es lo que se considera como aprendizaje. Es en el proceso descrito que se debe estar pendiente a la hora de diseñar cualquier planificación didáctica si lo que queremos es que los alumnos relacionen sus concepciones con los conceptos creados científicamente, sin duda, no se pueden despreciar sus conocimientos previos y se deben generar actividades que promuevan los conflictos cognitivos de esos esquemas que ya existen en los estudiantes.

Durante el desarrollo de la estrategia sobre la Línea del Tiempo fue evidente que no todas las sugerencias planteadas en la unidad funcionaron rígidamente, lo cual favorece la planificación de la misma por cuanto la didáctica establece que ninguna planificación puede ser inflexible, por el contrario, debe adaptarse a los elementos que ocurran durante su implementación. De esta manera fue fundamental observar cómo los estudiantes se detenían en las lecturas para descubrir qué era lo más importante y qué había cambiado en los estudios sobre la fotosíntesis como proceso implicado en la nutrición vegetal. En cuanto al Mapa Conceptual resultó fundamental que en todos los equipos se apreciara la preocupación por colocar en el mismo la información que realmente comprendían. De la misma manera, esta estrategia resultó primordial por el proceso de discusión entre los estudiantes y el que ellos se esforzaran para comprender lo que ocurría en el proceso de fotosíntesis. Esto se hizo evidente por la constante consulta, tanto individual como grupal, de los estudiantes en sus textos, la discusión entre ellos y el querer expresarlo de la manera más clara y coherente en sus mapas. Igualmente, se demostró que lo más conveniente es que esta estrategia debe trabajarse en parejas o tríos máximo y de ser grupos pequeños debe hacerse en parejas o individuales, ello obligaría a que todos los participantes trabajen por igual. Así mismo, al culminar esta actividad se hizo evidente que cada estrategia sugerida implicaba cierto tiempo, aproximadamente hora y media implementarla y el mismo tiempo para su discusión, como es el caso de la línea del tiempo en el que se ocupó un bloque

de clase de hora y media y más de una hora para su presentación. Del mismo modo, por el tiempo que se había permitido a la investigadora para la ejecución de la unidad, solo pudo aplicarse hasta la estrategia de los mapas, aspecto a tomar en cuenta para la aplicación y adaptación de esta Unidad Didáctica en otro contexto; o en tal caso debe tenerse presente que hasta aquí las demostraciones, el conflicto cognitivo, la línea del tiempo y el mapa conceptual son todas estrategias que, como quedó demostrado, necesitan del trabajo conceptual, procedimental y actitudinal de los estudiantes como centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, lo cual requiere de mayor tiempo que si se hace desde una enseñanza tradicional y unidireccional del docente hacia los alumnos.

Finalmente, desde este último aspecto expuesto podemos deducir que, posiblemente, este puede ser uno de los motivos que conduce a los docentes a pensar que, siendo ellos los que expongan y transmitan la información de los extensos programas de sus asignaturas y en los que su objetivo central es “cubrir” cierta cantidad de contenidos; esta representa la única vía o estrategia de poder lograrlo durante un semestre, olvidando u omitiendo casi por completo la participación de quienes aprenden, es decir, sus estudiantes. Sin embargo, las docentes valoraron la unidad como adecuada, interesante, completa, enriquecedora y ajustada a lo que se persigue con la enseñanza y aprendizaje del tema sobre la nutrición vegetal; especialmente en lo referente al proceso abstracto de este proceso como es la fotosíntesis, por cuanto, como se observó desde la fase diagnóstico, los alumnos centran su atención y sus concepciones giran en torno a la nutrición mineral, generando ideas que se detienen en el modelo de la analogía planta-animal. Además, a través de esta propuesta, se permite detectar las concepciones de los estudiantes, así como aquellas debilidades en la actuación didáctica del docente.

Por su parte, las opiniones de los estudiantes respecto a la unidad diseñada dejan ver una valoración positiva en cuanto a su efectividad y funcionalidad, por cuanto catalogaron sus estrategias como útiles, comprensibles, dinámicas, integradoras. Una unidad que, además, por sus estrategias, se presta intrínsecamente para poder desarrollar un proceso de evaluación de los alcances de los estudiantes.

## Conclusiones

Partiendo de todo lo expuesto hasta aquí podemos concluir, por una parte, que las concepciones de los estudiantes sobre nutrición vegetal están centradas en aspectos de origen perceptual, lo cual los conduce a centrarse en la nutrición mineral de las plantas y de alguna manera descuida u obvian el papel de trabajo fotosintético, todo lo cual nos lleva a aproximarnos a que los alumnos permanecen en uno de los modelos establecidos por Chávez (2002) respecto a la Analogía Planta-animal y uno de sus submodelos, en el que el suelo es percibido como el estómago que digiere y pasa los nutrientes a las plantas. Por otra parte, la voz de los docentes indica que estos reconocen las concepciones y tal vez su importancia, pero el tratamiento en la dinámica didáctica de sus clases muestra que existe una clara contradicción entre lo que ellos nos expresan oralmente y su actuación docente. Todo esto genera la necesidad de atrevernos a diseñar una propuesta didáctica que permita la actuación del alumno, en la que éste exprese y contraste sus ideas y esto posiblemente les permita acercar dichas nociones a las que han sido generadas científicamente. Esperamos así, tal como lo indicó la voz de los docentes y

de sus estudiantes, que esta unidad desarrollada permita este acercamiento al conocimiento generado científicamente sobre la nutrición.

En este estudio, por tratarse de una investigación desarrollo, necesariamente ocurrió un proceso de reflexión continua que nos llevó a hacernos conscientes de la profundidad y complejidad del tema de las concepciones, surgiendo muchas interrogantes de las cuales seleccionamos 4, centrándonos en el grupo, entorno y objetivos que pretendíamos alcanzar. De esta manera, en el presente capítulo se expresarán como primer aspecto algunas conclusiones, seguidas de ciertas perspectivas, las cuales girarán y se organizarán de acuerdo con el orden de nuestras interrogantes, y a la vez de los objetivos de nuestra investigación. En nuestro estudio tuvimos presente una primera interrogante en cuanto a **¿Cuáles son las concepciones sobre la nutrición vegetal que poseen los estudiantes de la Licenciatura en Educación mención Ciencias Físico Naturales de la Universidad de Los Andes?** En el caso de este estudio fue evidente que las concepciones encontradas se corresponden con uno de los modelos señalados por Chávez (2002) en cuanto al modelo general de analogía planta-animal; con tendencia hacia sus dos sub modelos como son el del Humus: el suelo como órgano digestivo o hacia el modelo de las plantas capaces de digerir nutrientes de la tierra: ¿dónde está el estómago de las plantas? Tal y como lo expone Chávez (2002) estos estudiantes en sus explicaciones admiten que los “alimentos” que las plantas consumen vienen de la tierra, ya sea entendiéndolos como que tales alimentos están digeridos ésta o tal vez que están en ella, pero es la planta la que los transforma. Para tratar de fundamentar las consideraciones expuestas respecto a nuestra primera pregunta de investigación no podemos dejar de integrarla a nuestra siguiente interrogante en la que se cuestiona: **¿Son conscientes los profesores de las concepciones alternativas de sus estudiantes?** Tal como se detectó en los resultados relacionados con este aspecto hay una clara contradicción en cuanto a lo que los docentes expresan y lo que hacen, más en la D2 que la D1, por cuanto indican tener las concepciones y la importancia que éstas representan, sin embargo, según la opinión de sus alumnos y las observaciones de las clases, detectamos que no hay espacio para las mismas en las mediaciones de estas docentes que permanecen en su desenvolvimiento en un modelo positivista tradicional; todo lo cual no solo pareciera derivarse de su formación dentro del área de las ciencias puras sino más bien en un programa de la asignatura inflexible, extenso y centrado más en aspectos de la dimensión conceptual memorística del conocimiento. Más que afirmar, aquí podríamos preguntarnos entonces ¿esta dinámica de clase expositiva en la que el docente actúa en la mayor parte de ésta y no permite a sus alumnos expresarse y, fundamentalmente, exponer lo que piensan o cómo lo comprenden; de alguna manera, ¿actúa directamente sobre el origen escolar de sus concepciones sin permitir la generación de conflictos y la reconstrucción de las mismas? Todo esto, nos conduce a tratar de responder nuestra siguiente interrogante relacionada con la necesidad de generar entonces un modelo didáctico de enseñanza el cual dé apertura a la participación de los estudiantes propiciando el acercamiento de sus concepciones (perceptuales, sociales o escolares) a las generadas científicamente; es decir, nos preguntamos **¿Cuáles serían los elementos de una Unidad Didáctica que permitan la construcción apropiada de los conceptos científicos de la nutrición vegetal?** Para lograr responder a esta pregunta, nos planteamos una secuencia didáctica que permite comenzar con el enfrentamiento de lo que los estudiantes conciben sobre la nutrición vegetal y demostraciones científicas que generen conflictos cognitivos, así mismo, que pudieran reconocer y

comprender que el concepto de nutrición vegetal se ha generado a lo largo del tiempo con muchas variantes, con diversos aportes, con algunos errores y aciertos. Seguidamente, este modelo didáctico debe permitir, tal como esperamos haberlo hecho, que los alumnos expresaran a través de mapas conceptuales lo que creían, lo que comprendían y luego, al exponerlos, pudieran acercarlos lo más posible a los conocimientos generados científicamente. Ahora bien, una secuencia didáctica como la creada no tendría ningún valor si aquel que está encargado de usarla como recurso de planificación de la mediación permanece en una actitud positivista tradicional, de conformismo, es decir, una actitud en la que solo le preocupe o tal vez se vea obligado por el sistema curricular actual, a cumplir un programa y aplicar las evaluaciones sumativas, ritual que propone en su programa. Es por esto que pasamos a tratar de responder una siguiente pregunta, la cual indaga sobre **¿Es efectiva la Unidad Didáctica en la mediación del aprendizaje del tema de la nutrición vegetal?** En cuanto a este aspecto podríamos retomar afirmando que todos los estudiantes poseen concepciones alternativas similares sobre la nutrición vegetal, centrados básicamente en los aspectos perceptuales de la misma que sus docentes pueden expresar, que creen saber qué son y las sienten importantes dentro de sus clases, pero que no permiten su expresión por la dinámica tradicional de las mismas. Así mismo, que existen secuencias didácticas adecuadas que pueden ser propuestas, pero lo fundamental en todo esto es que los alumnos sean los actores centrales del proceso, que les permita su participación dentro del mismo por cuanto son ellos los que están en busca de un aprendizaje significativo. Por ende, cada docente debe trabajar en su actitud de asumir su rol de mediador y no de enseñante, no de instructor, él o ella debe generar los medios, los recursos, las actividades, las estrategias en una secuencia didáctica lógica y acorde con la naturaleza de las ciencias naturales que propicie en los estudiantes un acercamiento de sus concepciones a los conceptos generados científicamente.

## Bibliografía

- [1] BACHELARD, G. (1997). *La Formación del Espíritu Científico*, Buenos Aires: Siglo XXI editores
- [2] CAÑAL, P. (1990). *Módulos didácticos ¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* Edita: Junta de Andalucía, Instituto Andaluz de Formación y Perfeccionamiento del profesorado
- [3] CHÁVEZ, M. (2002). *Estudio analítico no lineal de los modelos explicativos de la nutrición vegetal y su valor para el proceso de enseñanza-aprendizaje*. Revista TED: Tecne, Episteme y Didaxis, N° 11, Universidad Pedagógica de Colombia, (3-14)
- [4] CUBERO, R. (1994). *Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado?* Investigación en la escuela, 23, 33-42.
- [5] DRIVER R. Y EASLEY J, (1978). *Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students*. Studies in Science Education, vol 10, pp 37-70.
- [6] DRIVER R., GUESNE E. Y TIBERGHIE, A. (EDS.) (1987). *Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*, Madrid: Morata/MEC
- [7] GIORDAN, A. (1987). *Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje*. En: Enseñanza de las Ciencias, Vol. 5, núm 2, pp. 105-110
- [8] JIMÉNEZ, E., SOLANO, I. Y MARÍN, N. (1994). *Problemas de terminología en estudios realizados sobre “lo que el alumno sabe” en Ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 12(2), pp. 235-245
- [9] JONES, CARTER AND RUA (1999). *Children’s concepts: Tools for transforming science teachers’ knowledge*. Science Education. Volume 83, Issue 5, pages 545–557
- [10] LOISELLE, J. Y HARVEY, S (2007). *La investigación cualitativa - Vol. 27 (1)*, p. 40-59. ISSN 1715-8705 - <http://www.recherche-qualitative.qc.ca/Revue.html>
- [11] POZO, J. I. (1996). *Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas*. Alambique, 7, 18-26.
- [12] RODRÍGUEZ, M. Y RODRÍGUEZ, C (2000). *La construcción del conocimiento y la motivación por aprender*, Psicología Educativa, 6, 129-149
- [13] SCOTT, P., ASOKO, H., DRIVER, R., AND EMBERTON, J. (1994). *Working from children’s ideas: Analysis of constructivist teaching in the context of a chemistry topic*. In P. Fensham, R. Gunstone, and R. White (Eds.), *The content of science*. London: Falmer
- [14] SENEBIER, J. (1782). *Mémoires physico-chymiques. Genévie Van Helmont, J. V. (1648). Ortus Medicinæ. (Leyden, 1648)*. Traducción al inglés por J. Chandler (1662), London: Oriatrike
- [15] WANDERSEE, J., MINTZES, J. AND NOVAK, J. (1994). *Research in alternative conceptions in science*. En D. Gabel (Ed.), *Research Handbook on Research on Science, Teaching and Learning* (pp. 177-210). New York, N.Y.: McMillan Pub