

# FORMACIÓN DOCENTE EN CIENCIAS Y SUS IMPLICACIONES SOCIALES

**Dalia Diez de Tancredi**

Instituto Pedagógico de Caracas, IPC  
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, UPEL

## RESUMEN

Propuesta de formación de docentes de ciencias con implicaciones sociales, construida a partir la Investigación Acción Participativa (IAP), bajo el paradigma cualitativo, llevada a cabo en la UPEL- IPC, sustentada en el aprendizaje significativo crítico de conceptos científicos que según investigaciones previas son considerados difíciles entre estudiantes. Investigación desarrollada durante dos semestres académicos con (2) docentes y (45) estudiantes de cursos del programa de Biología: Genética General y Biología Molecular. La intervención construida y aplicada como propuesta didáctica fue desarrollada considerando los principios del aprendizaje significativo crítico de Moreira (2005). Los resultados de su aplicación señalan la existencia de una evolución de significados de parte de los estudiantes. Se plantea su uso en la formación de docentes para favorecer el aprendizaje significativo y crítico de contenidos científicos con implicaciones sociales.

**Palabras clave:** aprendizaje significativo crítico; investigación acción participante; formación de docentes de ciencias.

## **ABSTRACT**

Proposal of training of science teachers with social implications built on the Participatory Action Research (IAP) (qualitative paradigm) carried out in the UPEL-IPC, based on the significant critical learning of scientific concepts that according to previous research are considered of difficulty among students. Research developed during two academic semesters with (2) teachers and (45) students of courses of the Biology program: General Genetics and Molecular Biology. The didactic intervention constructed and applied as didactic proposal was developed considering the principles of the critical significant learning of Moreira (2005). The results of its application indicate the existence of an evolution of meanings on the part of the students. Its use in the training of teachers is proposed to favor the meaningful and critical learning of scientific contents with social implications.

**Key words:** significant critical learning; research participating action; training of science teachers.

## RÉSUMÉ

Formation Mouvement des professeurs de sciences ayant des implications sociales construites à partir de recherche-action participative (IAP) (paradigme qualitatif) a eu lieu dans le UPEL- IPC, basé sur l'apprentissage significatif des concepts scientifiques critiques fondées sur des recherches antérieures sont considérés comme difficiles entre étudiants. Les recherches menées pendant deux semestres académiques (2) les enseignants et les étudiants (45) cours du programme de Biologie: Général Génétique et biologie moléculaire. L'intervention intégrée et appliquée comme une proposition éducative a été élaboré en tenant compte des principes de sens critique de l'apprentissage Moreira (2005). Les résultats de l'application indiquent l'existence d'une évolution de la signification des étudiants. Utilisation dans la formation des enseignants se pose pour promouvoir le contenu scientifique important et l'apprentissage critique avec des implications sociales.

**Mots - clés:** apprentissage significatif critique; participant de recherche-action; la formation des enseignants de sciences.

## RESUMO

Trata-se de uma proposta de treinamento para professores de ciências com implicações sociais construída a partir da Pesquisa Ação Participativa (IAP em espanhol) (paradigma qualitativo), realizada na UPEL- IPC, com base na aprendizagem significativa crítica de conceitos científicos, que, segundo as pesquisas anteriores são considerados difíceis entre os alunos. A pesquisa foi realizada ao longo de dois semestres lectivos (2) professores e (45) estudantes de cursos do programa de Biologia: Genética Geral e Biologia Molecular. A proposta foi construída e aplicada considerando os princípios da aprendizagem significativa crítica de Moreira (2005). Seus resultados indicam a existência de uma evolução dos significados por parte dos alunos. Expõe-se sua utilização na formação de professores para promover a aprendizagem significativa e crítica com conteúdos científicos e implicações sociais.

**Palavras chave:** aprendizagem significativa crítica; participante pesquisa ação; formação docente em ciências.

## INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna, la dimensión más importante para mejorar la calidad de la enseñanza y lograr aprendizajes significativos en estudiantes, se refiere a la formación de los docentes. Según Marchesi (2010), para lograr los cambios educativos que requiere la sociedad, se debe formar a los docentes de manera que puedan enseñar en variados contextos, pudiendo atender diversas características de los estudiantes; que les permita ser capaces de favorecer su incorporación en la sociedad del conocimiento y tener disposición para educar en una ciudadanía multicultural, democrática y solidaria (UNESCO, 2010).

En la formación inicial y permanente de docentes de ciencias, parte de los retos a los cuales se enfrentan quienes tienen a su cargo dicha responsabilidad, se refiere a tratar de favorecer el aprendizaje significativo y crítico de conceptos científicos, incorporar estrategias innovadoras en la manera de enseñarlos y abordar desafíos presentes y futuros, además de vincular dichos conocimientos con el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. De allí que en el campo de la educación en ciencias, en la medida en que se extiende la sociedad del conocimiento, tiene mayor relevancia el saber científico, no solo como conocimiento técnico patentable, sino como saber con pertinencia social en beneficio de todos.

La formación en ciencias es prioritaria para el desarrollo de los países pues existen conocimientos científicos relacionados con problemáticas de salud, alimentación, conservación del ambiente, uso sustentable de recursos energéticos y el agua, el transporte, las comunicaciones, las tecnologías de la información y la comunicación, la biotecnología, entre otras, que claman por una efectiva "alfabetización científica" (UNESCO, 1999).

De acuerdo a Rivarosa (2006), la enseñanza de las ciencias facilita la adquisición de conocimientos científicos que promueven prácticas de participación ciudadana consciente y competente, permite la apertura de

espacios para la discusión y el discernimiento, donde impere la racionalidad crítica y se susciten acciones que incidan en fortalecer una vida saludable. De allí que quienes se dedican a esta área del conocimiento humano, reclaman por una enseñanza de las ciencias que conduzca al aprendizaje significativo entre los estudiantes mediante la adquisición de una cultura científica en beneficio propio y de los otros seres del planeta.

La enseñanza de las ciencias debe estar centrada en el estudiante, facilitando el aprendizaje significativo crítico (Moreira, 2005) de conceptos científicos y sus implicaciones, lo que requiere conducir actividades diversas, que respondan a los diferentes estilos de aprendizaje y de enseñanza, fundamentadas en la interacción social, promoviendo el uso de diversos materiales educativos para aprender el lenguaje de las ciencias con significados denotativos y connotativos. De manera que, en la construcción de dicho conocimiento, el estudiante puede analizar y pensar críticamente sobre el mismo y sobre su propio proceso de aprendizaje, de modo que se facilite una evolución de significados del conocimiento científico (Moreira, 2005; Diez, 2010). Para favorecer el aprendizaje de las ciencias con pertinencia social es necesario entender su desarrollo histórico y procesos epistemológicos involucrados, organizar ambientes de aprendizaje que permitan a los estudiantes de la carrera docente de ciencias, compartir significados y considerar las distintas áreas del conocimiento donde los mismos están implicados.

El propósito del presente artículo es proponer un modelo teórico-metodológico para la formación de docentes de ciencias, donde el conocimiento científico a ser aprendido por estudiantes de la carrera docente se debe corresponder con los significados aceptados actualmente por la comunidad científica (CBA), fundamentado en la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 2002) y los principios facilitadores de Moreira (2005).

Los elementos teóricos y metodológicos que sustentan dicha propuesta fueron desarrollados a partir de una Investigación Acción Participante (IAP), en la que se consideró el aprendizaje significativo de conceptos, en términos ausubelianos, a partir de lo que acontece en el aula, destacando sus potencialidades en la formación de docentes de ciencias. Para su construcción, se centró en el aprendizaje significativo y crítico de contenidos específicos de Biología, sin embargo, la propuesta se amplía para la formación de docentes de ciencias.

## **BASES TEÓRICAS**

Compartiendo los planteamientos de Moreira (1998) y de Pozo y Gómez (1998), acerca del papel de la educación en ciencias en la formación de los ciudadanos, se considera que la comprensión sobre los conceptos científicos y su relación con otros conocimientos, puede ofrecer a los estudiantes la posibilidad de interpretar el mundo, desde el punto de vista de las teorías científicas, generar nuevas representaciones y construir conocimientos que les permita ir más allá de los conocimientos intuitivos.

El trabajo realizado, que sustenta la propuesta, representa una aportación en la formación de docentes, basado en el aprendizaje de las ciencias desde la perspectiva de la Psicología Cognitiva. En su desarrollo se consideró la importancia de comprender cómo los propios estudiantes de la carrera docente en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador- Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL-IPC) construyen conocimientos científicos, qué tipo de representaciones elaboran y cómo dichos conocimientos evolucionan progresivamente a partir de la intervención didáctica que se propone.

La propuesta fue construida como parte de la tesis doctoral de la autora (Diez, 2010), en la que se resalta la importancia de considerar en la formación de los docentes la vigencia, relevancia, adecuación y pertinencia de contenidos científicos, tendencias actuales en la enseñanza de las ciencias, estrategias

específicas de una enseñanza potencialmente significativa de las ciencias, conocimientos previos de los estudiantes y dificultades que puedan ser obstáculos, así como modelos didácticos que prevalecen entre los docentes, entre otros.

La propuesta se refiere a un modelo construido y aplicado durante el desarrollo de cursos específicos de la carrera docente de Biología, en la que se ofrece elementos que permiten acercarse al proceso cognitivo de construcción y discriminación de significados científicos (Moreira, 2000b; Llancaqueo, et. al., 2003; Llancaqueo, 2006), así como aspectos específicos de su didáctica.

Para facilitar el aprendizaje de contenidos de ciencias con pertinencia social, se requiere que el docente conozca y comprenda el contenido que aspira facilitar entre sus estudiantes, muchos de ellos considerados conceptos de dificultad, complejos, abstractos y que forman parte del currículo escolar desde el bachillerato hasta la universidad. Tales conceptos han sido objeto de investigaciones educativas para mejorar su enseñanza, sin embargo, las dificultades para su aprendizaje aún persisten. Entre dichos conceptos se encuentra el concepto de *gen* en Biología (Saddler y Zeidler. 2005a; Saddler y Zeidler 2005b; Mudry y Andrioli, 2005; Ayuso y Banet, 2002; Carrero y Reyes, 2000; Banet y Ayuso, 2003; San Valero, 1995; Jouve, 1995; Bugallo, 1994, entre otros). Según diversos investigadores y especialistas en la enseñanza de las ciencias, las dificultades de su aprendizaje tienen relación con la escasa atención prestada al proceso de aprendizaje significativo, lo que señala la necesidad de organizar su enseñanza para hacerla potencialmente significativa.

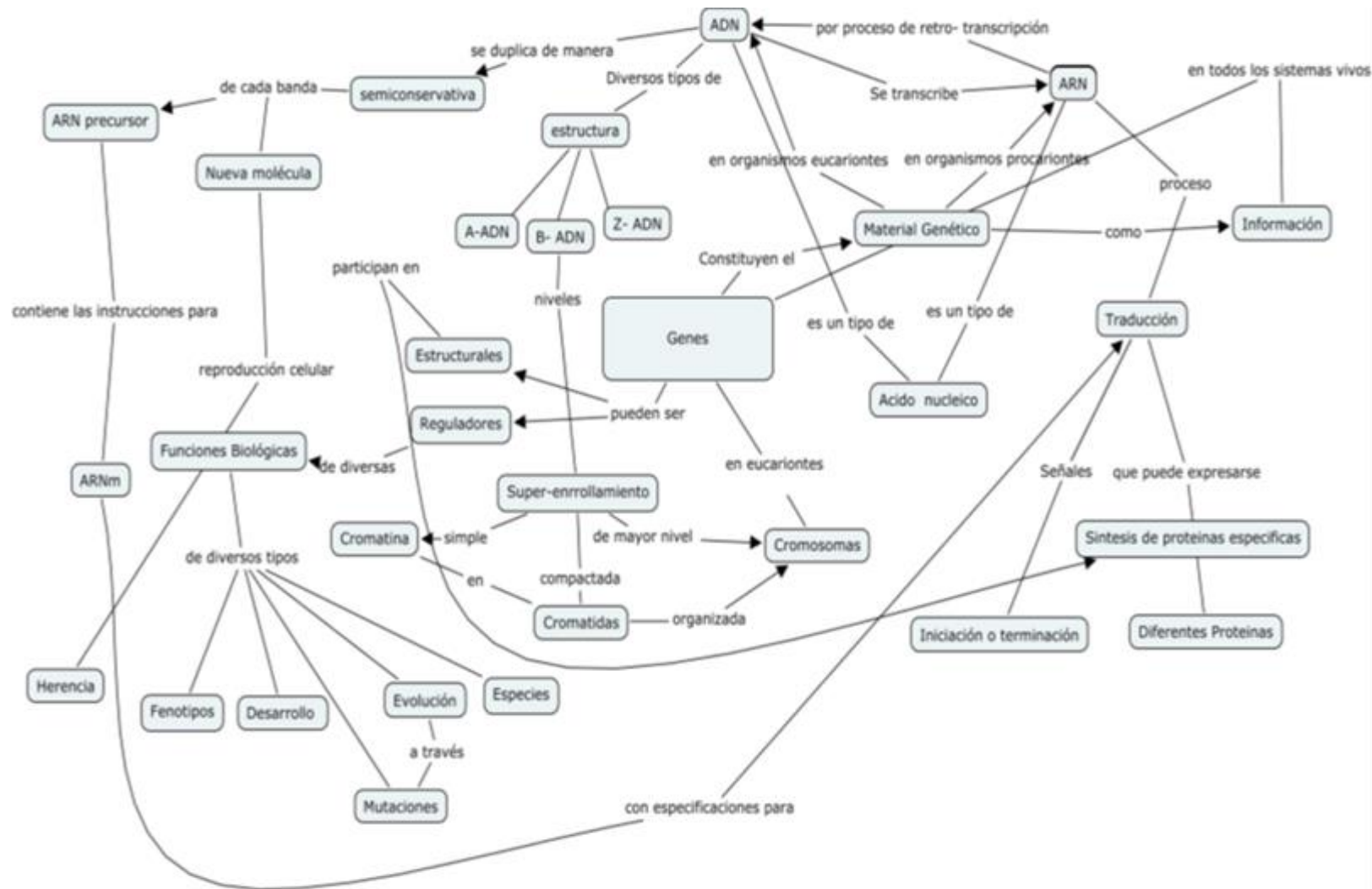
De esta manera, el aprendizaje significativo y crítico de contenidos científicos con miras a la formación integral de los ciudadanos, les permite reflexionar, por ejemplo, sobre los avances de la biotecnología, sus aplicaciones en la producción de alimentos transgénicos y fármacos, sobre las implicaciones de las ciencias en el desarrollo tecnológico relacionado con las telecomunicaciones,



el desarrollo urbanístico y otras áreas donde se vislumbra su beneficio para la población humana, así como analizar consideraciones éticas, entre otros.

En la educación formal, desde el punto de vista del aprendizaje de las ciencias, la adquisición de conocimientos científicos permite construir nuevos significados (Esperben y Biraben (s/f), Jouve, 1995; Ayuso y Banet, 1998) y a partir de ello, aprender significativamente contenidos de otras áreas o profundizar en una misma área. Como ejemplo de las relaciones de conceptos de ciencias con pertinencia social, la figura N°1 muestra un mapa conceptual construido por la autora donde se evidencia la relación del concepto de gen con otros conceptos biológicos que forman parte del currículo de formación de docentes de Biología en UPEL- IPC y que requieren ser aprendidos a partir de una enseñanza potencialmente significativa y crítica.

Figura1: significados del concepto de gen desde la Biología Molecular. Elaborado por la autora, 2010



La adquisición de conceptos fundamentales de las ciencias (caso del concepto de gen) favorece la cultura científica del futuro docente, ya que su aprendizaje significativo y crítico le provee de competencias para favorecer la enseñanza de dichos conocimientos como formador de sus propios estudiantes, de manera que pueda:

- a) organizar, secuenciar y presentar dichos conocimientos de forma innovadora, a diferencia del modo tradicional y lineal que se ha empleado hasta ahora, poco relacionados con otros conocimientos biológicos, químicos y físicos;
- b) considerar la evaluación del aprendizaje logrado por los estudiantes y la evaluación de la enseñanza de parte del profesor;
- c) comprender la diversidad y complejidad de la terminología, símbolos y nomenclatura implicada, entre otros.

Un aprendizaje significativo y crítico de conceptos científicos le permite al futuro docente identificar y enfrentar errores e inexactitudes presentes en materiales educativos que con frecuencia se utilizan; ser crítico sobre la manera "tradicional" de enseñar las ciencias centrada en explicaciones del profesor y con escasa participación de los estudiantes; reflexionar sobre el uso del libro de texto como única fuente para acercar al estudiante a los contenidos y sobre la escasa incorporación de actividades prácticas y del laboratorio, entre otros.

De esta manera, la propuesta didáctica que se plantea, atiende necesidades que se han identificado entre los estudiantes, tales como:

- a) falta de comprensión de los contenidos,
- b) persistencia de conocimientos previos que funcionan como obstáculos;

- c) imagen inadecuada de las ciencias, como conocimiento definitivo, carente de historia y con poca vinculación con la vida;
- d) presencia de ideas alternativas que repercuten en su aprendizaje;
- e) desconocimiento de los aportes de nuevas ciencias como la genómica, la proteómica, la bioinformática en el conocimiento científico y tecnológico;
- f) ausencia de conocimientos y habilidades matemáticas necesarios para solucionar y atender situaciones relacionadas con conocimientos de las ciencias;
- g) falta de motivación hacia el estudio de las ciencias.

Entre los fundamentos teóricos que sustentan la propuesta se considera la Teoría de la Educación de Novak (1981; 1992) que señala al evento educativo como una acción donde comparten significados y sentimientos los estudiantes y el profesor. Dicha teoría señala como elementos esenciales del acto educativo al aprendiz, al profesor, a los conocimientos, al contexto y a la evaluación de dicho aprendizaje; además de plantear al intercambio de significados para facilitar el aprendizaje significativo de conocimientos en cierto contexto y compartido por una determinada comunidad de usuarios. De ese modo, y parafraseando a Moreira (2003), aprender ciencias de manera significativa y crítica, lleva consigo entender sus significados científicamente aceptados y compartidos por científicos y profesores que aprendieron dicho conocimiento de manera significativa.

Por consiguiente, en el acto educativo y, con fines de facilitar un aprendizaje significativo crítico de las ciencias entre estudiantes de la carrera docente, se debe planificar la interacción permanente entre el docente, los estudiantes y de ellos con el contenido, materiales educativos,

estrategias de enseñanza y mecanismos para evaluar tanto los aprendizajes como la manera de enseñarlos.

### ***Aprendizaje significativo: una teoría psicológica del aprendizaje en el aula***

Para conducir el aprendizaje significativo de conocimientos científicos (caso del concepto de gen), se consideró como fundamento la Teoría de Aprendizaje Significativo formulada por Ausubel (1963), así como las reconsideraciones y actualizaciones realizadas por el propio Ausubel (1976; 2002) y de otros teóricos, como Novak (1981) y Moreira (2005; 2006). Según Rodríguez (2004) esta teoría psicológica del aprendizaje permite entender el proceso que se lleva a cabo en la persona y ante lo cual señala:

*...es una teoría psicológica del aprendizaje en el aula, construida para dar cuenta de los mecanismos por los que se llevan a cabo la adquisición y la retención de los grandes cuerpos de significado que se manejan en la escuela" (op. cit., p 1).*

Como teoría cognitiva del aprendizaje, su finalidad es describir, entender y tratar de explicar este complejo proceso, a partir de lo que sucede en el acto educativo, siendo necesario abordarlos desde los elementos teóricos que la conforman, los factores de los cuales depende y las condiciones para garantizar la adquisición, la asimilación y la retención.

Al respecto Ausubel (1976) propone la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría psicológica de aprendizaje, que trata los procesos que se ponen en juego en el individuo para aprender, con énfasis en lo que ocurre en el aula, en la naturaleza de ese aprendizaje; en las condiciones que se requieren para que éste se produzca; en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación. La teoría ausubeliana destaca que el "aprendizaje significativo" es un proceso mediante el cual la nueva información se relaciona de manera no arbitraria, con aspectos relevantes

(conocimiento previo) en la estructura cognitiva del que aprende. Sus conceptos fundamentales son:

- El aprendizaje significativo de contenidos científicos supone la adquisición de nuevos significados.
- Para facilitar el aprendizaje de contenidos científicos se requiere organizar la enseñanza de manera de hacerla potencialmente significativa, es decir, con significado lógico, de forma que se pueda relacionar el nuevo contenido de manera no arbitraria y no literal con los conocimientos existentes en la estructura cognitiva de la persona (para que tenga significado psicológico).
- En la estructura cognitiva de la persona que aprende, deben existir ideas de anclaje pertinentes, para que la nueva información se pueda relacionar.
- La interacción entre el nuevo contenido y las ideas existentes en la estructura cognitiva, da como resultado que el significado lógico sea asimilado como significado psicológico.
- El aprendizaje, es un continuo por lo que durante el aprendizaje significativo se modifican tanto la nueva información adquirida como los elementos de la estructura cognitiva donde ocurrió el anclaje.
- El aprendizaje significativo se retiene, mientras que el aprendizaje exclusivamente memorístico (donde la nueva información se relaciona de manera arbitraria y literal) se olvida rápidamente. Sin embargo, ambos tipos de aprendizaje son parte de un continuo y no aprendizajes opuestos. El aprendizaje verbal significativo debe ser activo y depende de la manera cómo se enseña.
- En el aprendizaje significativo, el proceso de asimilación ocurre de manera secuencial, natural e inevitable junto a otros dos procesos: la

retención y el olvido. En este aprendizaje, las nuevas ideas potencialmente significativas, se relacionan selectivamente con las ideas que ya existen (subsumidores) en la estructura cognitiva y que son más generales, inclusivas y estables (Moreira y Masini, 2006).

- Una vez que la nueva información interactúa con los subsumidores, se convierte para el estudiante en el significado de nuevas ideas. Estos nuevos significados emergentes se almacenan, enlazan y organizan en la memoria con sus correspondientes ideas-ancla.
- El aprendizaje significativo requiere de los procesos psicológicos: diferenciación progresiva y reconciliación integradora. Cuando un nuevo concepto o proposición se aprende por medio de la interacción y anclaje en un concepto subsumidor, éste también se modifica. De esta manera, ocurre el proceso psicológico de diferenciación progresiva del concepto subsumidor (Ausubel, et. al., 1978). Este proceso ocurre generalmente en el aprendizaje significativo subordinado, principalmente en el correlativo, pues los conceptos subsumidores se reelaboran continuamente, se modifican en la adquisición de nuevos significados y se diferencian progresivamente.
- En el aprendizaje súper-ordenado o en el combinatorio, las ideas claves de la estructura cognitiva pueden reconocerse como ideas relacionadas, de esta manera, las nuevas informaciones son adquiridas y se reorganizan los elementos existentes en la estructura cognitiva de manera que se pueden construir nuevos significados. Este proceso psicológico de recombinación se denomina reconciliación integradora.

De acuerdo con Rodríguez (2008) y Moreira (2000a; 2000c) la teoría del aprendizaje significativo tiene implicaciones en el hecho educativo y, por

esto, la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje, representa una actividad compleja que requiere de procedimientos e instrumentos de indagación y protocolos para entender los diferentes tipos de aprendizaje que se producen en el aula, de acuerdo con las características y rasgos psicológicos que se ponen en juego cuando se aprende.

Para conducir una enseñanza potencialmente significativa y crítica de las ciencias, con significado y pertinencia social se debe partir de los conocimientos previos del estudiante, los cuales se aprendieron de manera significativa, por lo tanto están anclados como subsumidores. Ello indica la existencia de elementos asociados con conceptos de ciencias que ya están en la estructura cognitiva del estudiante de la carrera docente y que fueron aprendidos en cursos de educación media u otros cursos de la universidad, como también por información que ofrecen medios de comunicación y difusión masiva.

Sin embargo y de acuerdo con lo señalado por Moreira (1999), estos conocimientos adquiridos previamente y que sirven de subsumidores para aprender nuevos conocimientos, no necesariamente se corresponden con el conocimiento aceptado por la comunidad científica (CBA), en cuyo caso pudieran ser obstáculos del aprendizaje y ser causa de dificultades para comprender la nueva información a aprender.

Es por ello que, para favorecer el aprendizaje significativo de contenidos científicos con significado y en correspondencia con el CBA, es importante conocer lo que el estudiante sabe al respecto y a partir de ello organizar la enseñanza, haciéndola potencialmente significativa. En este aspecto Novak (1981; 1992), Moreira (1997; 2005) y el propio Ausubel (2002), señalan la importancia de organizar la enseñanza de manera deliberada, analizando cuidadosamente el contenido que se pretende enseñar,



haciendo uso de diversas estrategias de enseñanza y variados materiales educativos, asegurando que sean potencialmente significativos.

## **MÉTODO**

En el proceso de construcción de la propuesta de formación de docentes de ciencias implicó la realización de una serie de investigaciones, en las cuales se planteó comprender y considerar los factores que intervienen en el aprendizaje significativo crítico de conceptos científicos entre los futuros docentes, específicamente de la carrera de profesor de Biología de la UPEL-IPC. En dichas investigaciones se consideró:

- Análisis de contenidos científicos presentes en libros y otros materiales educativos que con frecuencia usan los profesores de educación secundaria y universitaria en Venezuela, ello permitió identificar su enfoque, la calidad y adecuación de la información, así como el tratamiento pedagógico dado a los contenidos de ciencias.
- Determinación de los significados que tienen los profesores de ciencias sobre determinados conceptos científicos, por ser determinantes al momento de compartir significados con sus estudiantes.
- Caracterización del modelo didáctico que emplean los docentes de ciencias como formadores de docentes en este campo, por sus implicaciones de modelaje entre los futuros docentes de ciencias.
- Diseño y aplicación de una intervención didáctica construida a partir de la investigación, considerando al aprendizaje significativo (Ausubel, 2002) y principios facilitadores propuestos por Moreira (2005).
- Indagación de la evolución de significados de conceptos entre estudiantes de los cursos de Biología Celular (BC) y Genética General

(GG), durante la aplicación de la propuesta con actividades facilitadoras del aprendizaje significativo, diseñadas según los principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico propuestos por Moreira (2005).

- Indagación de conocimientos previos entre los estudiantes y elementos facilitadores que influyen en la comprensión, adquisición y dominio de conceptos científicos entre estudiantes de carrera docente.
- Aplicación de una propuesta teórica y metodológica para la formación de los docentes de ciencias a partir de la Investigación Acción Participante (IAP) (Scribano, 2008), diseñada como un proceso de espiral introspectivo para: observar, analizar, interpretar, planificar, actuar, volver a observar y reflexionar para tomar decisiones y, de ser necesario, volver a actuar.

En la IAP participaron la autora, como investigadora junto a las docentes (2) de los cursos seleccionados (BC y GG) y los estudiantes (45) de ambos cursos durante dos semestres consecutivos, lo cual ameritó llevar a cabo una serie de actividades dentro y fuera del aula, fundamentadas en la socialización de los resultados en cada momento, el análisis y reflexión de cada situación para llegar a consensos y establecer cronogramas de actuación, considerando los contenidos de ambos cursos.

La participación de las docentes durante la IAP permitió considerar y valorar su experiencia y trayectoria como profesoras en estas asignaturas, sus opiniones y reflexiones facilitó llegar a acuerdos y compromisos de acción (Rivas y Donovan, 2001). De esta manera fue posible estudiar cada situación para comprenderla, desde la perspectiva de los actores (Guba, 1991). El plan de trabajo se planteó como actividad flexible, abierta y emergente, lo que según Valles (1999), permite aceptar modificaciones y

cambios a lo largo del desarrollo de la IAP, tomando en cuenta a todos los actores involucrados.

Las observaciones registradas en cuaderno de campo, cuestionarios previamente elaborados y validados, guiones de entrevistas y grabaciones de audio se aplicaron en diferentes momentos de la IAP (fuera y dentro del aula), lo que permitió considerar los hechos según los programas respectivos de cada asignatura y caracterizar el modelo didáctico prevaleciente entre las docentes, según criterios de las dimensiones epistemológica y psicodidáctica que caracteriza los modelos empleados por profesores de ciencias en Venezuela (Andrés, 2002). El análisis e interpretación de los datos llevó a la construcción de la propuesta (intervención didáctica) que se plantea como parte del presente trabajo.

### **Procedimiento de construcción de la Intervención Didáctica y su aplicación con estudiantes y profesores**

**Fase previa:** para desarrollar una intervención viable se consideró la información procedente de:

a) caracterización de la enseñanza de las docentes de los cursos en las primeras sesiones de clase durante la investigación.

b) socialización de registros y necesidades manifestadas en reuniones de trabajo fuera del aula

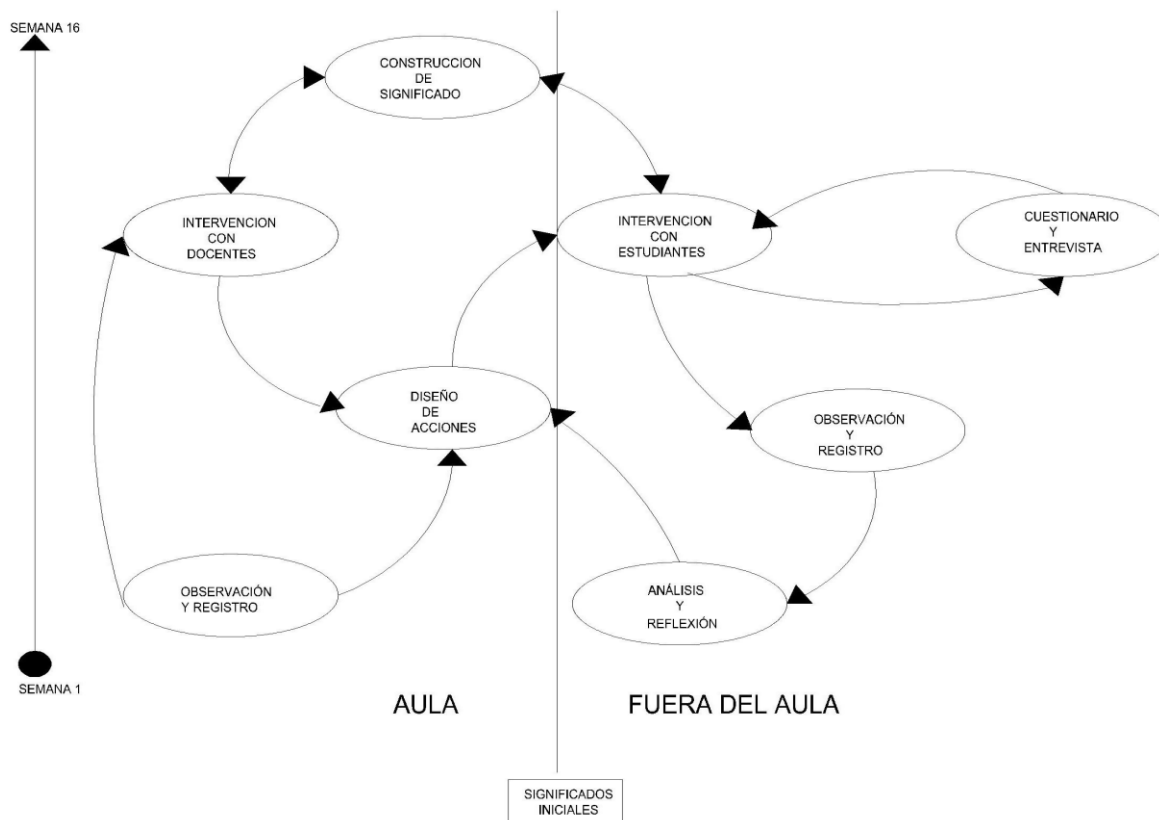
c) entrevistas iniciales a los estudiantes para identificar sus necesidades y motivaciones específicas, los conocimientos previos y posibles dificultades, sus estilos de aprendizaje y los estilos de enseñanza de las docentes.

Estos aspectos se contrastaron con resultados de estudios iniciales (análisis de los libros, caracterización de modelos didácticos, así como investigaciones identificadas como antecedentes.

**Fase de desarrollo:** en la figura 2, se muestra el esquema general del desarrollo de la intervención didáctica, construida a partir la IAP, la misma señala las acciones llevadas a cabo dentro y fuera del aula durante 16 semanas de duración de cada curso y de actividades específicas en todo el proceso. Inicialmente se identificaron los conocimientos previos (significados iniciales) de los estudiantes sobre determinados conocimientos científicos y de otros conocimientos asociados, así como los de las docentes de ambos cursos. El proceso de construcción de la intervención didáctica requirió: observar, analizar, interpretar, planificar, poner en práctica diferentes estrategias de enseñanza potencialmente significativas en situación de aula, para volver a observar, registrar y reflexionar para tomar decisiones. El análisis y socialización de la información registrada permitió organizar las acciones que se llevaron a cabo para un total de dos semestres para BC y dos semestre para GG.

**Fase de aplicación de la Intervención didáctica:** en su proceso constructivo participaron los estudiantes de manera individual y grupal (fuera del aula), así como las docentes (dentro y fuera del aula). Esta rica interacción permitió considerar acciones potencialmente significativas que se incluyen en la propuesta. Las actividades se organizaron con la finalidad de facilitar la construcción de significados por parte de los estudiantes en correspondencia con CBA. Proceso que se siguió tanto con estudiantes como con docentes.

**Figura 2. Proceso de construcción de la intervención didáctica con estudiantes y profesores (elaborado por la autora, 2010)**



La aplicación de la propuesta (intervención didáctica) produjo nueva información que se registró en grabaciones de audio, videos, aplicación de cuestionarios, elaboración de mapas conceptuales, producción de dibujos y esquemas por parte de los estudiantes, aplicación de pruebas de conocimientos individuales y colectivas, para identificarla evolución de los significados de conocimientos científicos aprendidos de manera significativa y crítica.

Los elementos orientadores de la Intervención Didáctica (Novak 1981; 1992) fueron:

1. **contenidos:** organizados y secuenciados deliberadamente considerando la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (2002), para hacer de la enseñanza un proceso potencialmente significativo.

De igual manera, se consideraron los principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico de Moreira (2005).

2. **Estrategias y recursos de enseñanza:** seleccionados y diseñados mediante acciones deliberadas por las docentes para hacerlas potencialmente significativas y propiciar entre los estudiantes un aprendizaje significativo crítico de contenidos científicos, su asimilación y transferencia. En la enseñanza de las ciencias el aprendizaje facilitado en el laboratorio y el trabajo de campo, forman parte de los ambientes de aprendizaje para conducir la adquisición y transferencia de lo aprendido, desde el punto de vista conceptual, procedimental y valorativo.
3. **La evaluación de la enseñanza y de los aprendizajes:** con actividades para comprobar el aprendizaje (procesos y productos) donde los estudiantes y docentes pudieron comprobar y reflexionar sobre el conocimiento adquirido, tomar decisiones sobre la enseñanza, identificar logros y decidir sobre la manera de reorganizar, conducir actividades, adecuar las estrategias y usar recursos apropiados, etc.
4. **Docente:** su papel como facilitador y organizador de los ambientes de aprendizaje exige tomar en cuenta las características de los estudiantes, sus estilos de aprendizaje y conocimientos previos. Además de reflexionar sobre su estilo de enseñanza y el modelo didáctico que lo fundamenta.
5. **Estudiantes:** Como actores centrales del acto educativo, su participación activa requiere de una interacción consciente con los contenidos científicos a aprender, los recursos educativos, las estrategias planificadas y su proceso de aprendizaje.

**Principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico de contenidos científicos con pertinencia social (Moreira, 2005), considerados en la propuesta (Intervención didáctica)**

- 1. Aprender/enseñar a formular preguntas entre los estudiantes, en lugar de conducir exclusivamente la formulación de respuestas** -principio de interacción social y cuestionamiento-. Para activar la formulación de interrogantes y profundizar sobre los conocimientos a aprender, se plantea el uso de situaciones problematizadoras, así como el uso de representaciones externas del tipo de esquemas, ilustraciones, mapas conceptuales, sobre los contenidos científicos a aprender. A partir de ellas y de manera individual, los estudiantes pudieron analizar, interpretar, plantearse preguntas y buscar posibles explicaciones, poniendo en evidencia la relación del conocimiento involucrado, el significado de los conceptos científicos y maneras de representarlos; además de socializar con sus compañeros y docente sobre significados de los contenidos. El uso de materiales y estrategias potencialmente significativas de parte del docente, tiene la finalidad de inducir a los estudiantes a formularse preguntas, elaborar planes de acción y ponerlos en práctica, en lugar de enseñarles a responder mecánicamente.
- 2. Aprender a partir del uso de distintos materiales educativos** -principio de evitar el libro de texto como material único-. La selección deliberada de diversos materiales de enseñanza, tales como: diagramas, registros de avances científicos relacionados con los contenidos, páginas web, informes de investigaciones publicadas en revistas, entre otros, les permitió manejar significados de contenidos científicos actualmente aceptados (CBA), contrastar y ser críticos ante la información proveniente en diversas fuentes, analizar la veracidad de las mismas, etc.

- 3. Aprender que somos perceptores y representantes del mundo** - principio del aprendizaje como perceptor/representador-. Para identificar la manera como los estudiantes representan sus conocimientos se plantea la elaboración individual y grupal de mapas de conceptos, esquemas, ilustraciones y dibujos. Los mapas de conceptos, son esquemas que permiten re-presentar el conocimiento que se construye al aprender ciencias. Los esquemas, diagramas, gráficos y dibujos son representaciones externas ampliamente utilizadas en ciencias, y cuando son elaboradas por el propio estudiante le permiten identificar los significados que tiene y que construye con respecto a los conceptos científicos involucrados.
- 4. Aprender que el lenguaje está involucrado en todos los intentos humanos de percibir la realidad** -principio del conocimiento como lenguaje-. La propuesta señala la importancia que tiene el aprendizaje del lenguaje científico (CBA), además de considerar que el uso del lenguaje es clave para comunicar lo aprendido. En este sentido, se señala el uso de diferentes instrumentos, desde cuestionarios hasta la elaboración de informes, en los cuales los estudiantes requieren usar el lenguaje apropiado, elaborar explicaciones, resolver ejercicios, etc.
- 5. Aprender que el significado está en las personas** -principio de la conciencia semántica-. Para poner en evidencia lo que los estudiantes conocen, cómo aprenden y cómo construyen sus propios significados, la propuesta señala la elaboración y explicación de mapas de conceptos, esquemas, diagramas y dibujos elaborados por los estudiantes. Ello les permite la explicitación de sus conocimientos en diversos momentos y acciones tanto en las clases como fuera del aula.



**6. Aprender que se aprende identificando los errores y corrigiéndolos** -principio del aprendizaje a partir de identificar posibles errores-. Durante la puesta en práctica de la Intervención didáctica, los estudiantes plantean y resuelven problemas, desarrollan actividades prácticas y de laboratorio de manera individual y grupal. Como parte de las actividades de reflexión de lo aprendido se evalúan los productos y procesos llevados a cabo durante su desarrollo y se les induce a identificar posibles errores en ellos, ante los cuales podrán argumentar, reflexionar, corregirlos y explicar cómo deberían resolverlos adecuadamente.

**7. Aprender a desaprender, a no usar conocimientos y estrategias irrelevantes** (principio del desaprendizaje). Durante el aprendizaje, los estudiantes realizan actividades que les permite identificar aquellos conocimientos sobre los cuales podrá seguir construyendo su aprendizaje y ser capaces de tomar decisiones sobre estrategias indispensables para abordar y resolver ejercicios, reflexionar sobre los mismos y sus ventajas. Ese “darse cuenta” permite identificar el conocimiento que es fundamental, así como dejar de lado aquellos que son irrelevantes en determinada situación.

**8. Aprender que las preguntas son instrumentos de percepción y que las definiciones y las metáforas son instrumentos para pensar** (principio de la incertidumbre del conocimiento). En la propuesta se incentiva el planteamiento de situaciones que requiere de los estudiantes la reformulación preguntas, el planteamiento de posibles respuestas y construcción de sus propias interpretaciones. La formulación de interrogantes requiere conocer sobre lo que se está aprendiendo, lo cual requiere poner en práctica procesos cognitivos complejos.

**9. Aprender a partir de diferentes estrategias y del uso de diferentes recursos de enseñanza** (principio del empleo de variedad de situaciones, técnicas y de recursos para facilitar el aprendizaje). La organización que hace el docentes de ciencias de una amplia variedad de estrategias de enseñanza potencialmente significativas y la planificación de actividades diferentes, tales como, la búsqueda de información en diversas fuentes, su análisis y exposición a todo el grupo, la participación en trabajos de campo y de actividades prácticas de laboratorio, la organización de foros y seminarios para tratar los diferentes contenidos, entre otras, permiten al estudiante aprender de manera significativa y crítica contenidos de ciencias en diferentes contextos.

### **Resultados de la aplicación de la Propuesta: *intervención didáctica para la formación de docentes en ciencias con implicaciones sociales***

En el desarrollo de la intervención didáctica construida a partir de la IAP, se incorporaron contenidos acerca del desarrollo histórico y epistemológico de las ciencias que inicialmente no formaban parte del contenido establecido en los programas de estudio de ambas asignaturas. Se condujeron sesiones de análisis sobre los desafíos a los cuales se enfrentan los conocimientos científicos (por ejemplo, el significado del concepto de gen predominante por más de un siglo y el significado que hoy prevalece entre la comunidad científica). Esta manera de considerar contenidos acerca de la historia y epistemología de la ciencia, muestra una visión sobre la ciencia, la actividad científica y el papel de los científicos, que según señala Andrés (2005) requiere mayor atención entre los docentes de ciencias.

Como herramienta para organizar y secuenciar el contenido, se planteó el uso de representaciones externas en la forma de mapas de conceptos

para la jerarquización, diferenciación progresiva y diferenciación reconciliadora de la información, lo cual permite organizar una enseñanza potencialmente significativa de los contenidos, según los principios señalados por Ausubel (2002).

Durante la aplicación de la intervención didáctica los resultados permiten señalar que la propuesta construida a partir de la IAP permite la adquisición de aprendizajes significativos y críticos de conocimientos científicos, de procedimientos y actitudes favorables hacia las ciencias.

En cuanto a la evaluación de los aprendizajes, se consideraron los productos y los procesos involucrados. El análisis de los mapas de conceptos, las representaciones gráficas, las respuestas a situaciones específicas, así como de las pruebas escritas de conocimiento, actividades evaluativas de tipo cualitativo, cuantitativo y participativo, se corresponden con elementos de un modelo didáctico constructivista. La evaluación de la enseñanza, en ambos cursos, fue planteada por las docentes como hipótesis de trabajo, lo cual les permitió (en diferentes momentos), reconsiderar la manera de reorganizar las clases, tomar decisiones y seleccionar adecuadamente los materiales educativos que se requiere.

Los aspectos identificados en la organización, forma de secuenciar la información y manera de conducir las actividades de los cursos, para ambas asignaturas, proporcionan información esencial para interpretar los procesos de enseñanza y de aprendizaje durante la evolución de significados entre estudiantes de educación superior de la carrera docente de la UPEL- IPC.

Es posible señalar que las actividades de análisis, discusión y reflexión, como parte de la intervención didáctica con las docentes, favoreció el desarrollo de actividades de enseñanza, que fueron planificadas según los principios orientadores de la teoría de aprendizaje significativo crítico de Moreira (2005; 2006).

## CONSIDERACIONES FINALES

Los lineamientos que orientan la propuesta, fundamentada en la Teoría de Aprendizaje Significativo crítico implica:

- Organizar la enseñanza a partir de los conocimientos iniciales de los estudiantes, que se identifican a través de instrumentos elaborados con la intención de obtener información de lo que "saben", más que considerar los denominados "prerrequisitos" según determinado diseño curricular.
- Organizar y secuenciar deliberadamente el contenido de enseñanza, empleando los principios de diferenciación progresiva y reconciliación integradora, señalados por Ausubel (2002), así como los procesos que se llevan a cabo en el aprendizaje significativo y que según plantea Moreira (2005) deben ser considerados al planificar y conducir una enseñanza potencialmente significativa de contenidos de ciencias.
- Propiciar, desde el inicio y a lo largo de todo el proceso de enseñanza, actividades y ambientes de aprendizaje que permitan a los estudiantes reflexionar sobre el significado de los conocimientos que tienen y que construyen, su correspondencia con el conocimiento aceptado por la comunidad científica, su historia, epistemología e importancia. Tales como: realizar lecturas, previamente seleccionadas, acerca de los avances de las ciencias donde están involucrados los conocimientos; analizar e interpretar la información proveniente de diversas fuentes; elaborar resúmenes, esquemas, mapas de conceptos, que permitan al estudiante considerar su conocimiento y compararlo con la nueva información procesada.
- Seleccionar y utilizar diversos materiales educativos (audio-visuales, impresos, electrónicos, concretos, modelos, otros) que permita a los

estudiantes procesar información actualizada y la calidad de su contenido; adquirir conocimientos, contrastar ideas, asimilar la información a partir de diferentes vías y ser crítico y reflexivo ante la misma.

- Diseñar y conducir actividades que requieran, por parte de los estudiantes la formulación de preguntas, cuestionamiento de la información, en lugar de buscar o de ofrecer las respuestas y soluciones a las mismas, en las cuales se considere, de manera deliberada, el aprendizaje apropiado del lenguaje de la ciencia.
- Facilitar en los futuros docentes de ciencias los procesos de transferencia, aplicación y vinculación de los conocimientos científicos, aprendidos de manera significativa y crítica, con problemas, situaciones y aspectos sociales.

## REFERENCIAS

**Andrés, Ma. M. (2002).** Caracterización profesional y modelo didáctico de docentes ciencias básicas como fundamento para su perfeccionamiento profesional. Informe Académico final presentado al FONACIT. Caracas, Venezuela

**Ausubel, D. (1963).** The Psychology of meaningful verbal learning. New York: Grumeand Stratton. pp. 685

**(1976).** Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Edit. Trillas

**(2002).** Adquisición y retención del Conocimiento. Una perspectiva Cognitiva. México: Paidós

**Ausubel, D. P.; Novak, J. y Hanesian, H. (1978).** Educational Psychology: acognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston. pp. 733

**Ayuso, E. y Banet, E. (1998).** Relaciones entre Genética y Evolución en la educación Secundaria, concepciones de los alumnos y actividades de Enseñanza en el marco del Constructivismo. *Resúmenes de Investigaciones. Investigación e innovaciones en enseñanza de las Ciencias*, Vol. II. Coord. Banet y Pro. Primera edición Lérida. España

**(2002).** Alternativas a la enseñanza de la Genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), pp.133-157

**(2003).** Teaching of Biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *Journal Science Education*, 25 (3), pp. 373-407

**Bugallo, R. A. (1994).** Revisión Bibliográfica de investigaciones sobre Genética. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), pp 150-163

**Carrero, Y. y Reyes, L. (2000).** Robot Genético. Caracas: CENAMEC

**Diez, D (2010).** Aprendizaje significativo crítico del concepto de Gen en Estudiantes de la Carrera Docente de Biología de la UPEL-IPC – Trabajo de Tesis Doctoral UBU-España

**Esperben, M. y Biraben, S. (s/f).** *Reflexiones en torno a la enseñanza de la Genética*. Disponible:  
[www.unesco.cl/reflexionesentornoenseñanzadegenetica](http://www.unesco.cl/reflexionesentornoenseñanzadegenetica). Consulta 2007 julio 22].

**Guba, E. (1991).** The alternative paradigm dialogue. En Guba, E. (Ed.) *The paradigm Dialogue* pp.17-30

**Jouve, N. (1995).** Desarrollo de la Genética. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*. Octubre III (10), pp. 69-78

**Llancaqueo, N.; Caballero, C. y Moreira, M. A. (2003).** El aprendizaje del concepto de campo en Física. Una investigación exploratoria a la luz de la Teoría de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25 (4), Dic, pp.399-717

**Llancaqueo, N. (2006).** El aprendizaje del concepto de campo en Física: Conceptualización, progresividad y dominio. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Burgos, España

**Marchesi, A. (2010).** Estrategias para el cambio educativo, en *Revista de Pensamiento Iberoamericano* (en prensa).

**Moreira, M. (1997).** Aprendizaje Significativo un concepto subyacente. En Moreira, M. A., Caballero, M. C. y Rodríguez, M. L. (organiz.). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Traducción de M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero. pp. 19-44. Burgos, España

**(1998).** La investigación en educación en ciencias y la formación permanente del profesor de ciencias. Conferencia presentada en

Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales. La Serena, Chile

**(1999).** *Teorías de aprendizagem.* São Paulo: E.P.U.

**(2000a).** *Aprendizaje significativo: teoría y práctica,* Madrid: Visor.

**(2000b).** *Investigación en enseñanza: aspectos metodológicos. I Escuela de Verano sobre investigación en enseñanza de las ciencias.* Universidad de Burgos, PP. 15 – 51. España

**(2005).** *Aprendizaje significativo crítico.* Porto Alegre Impresos Portao Ltda. pp. 8-7

**(2006).** *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementacao em sala de aula.* Brasilia: Universidade de Brasilia. p. 185.

**Moreira, M. A. y MASINI, E. F. S. (2006).** *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.* São Paulo: Centauro

**Mudry, N. y Andrioli, M. (2005).** *Proyecto de investigación escolar: La genotoxicidad en los currículos del ciclo de enseñanza media y superior. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, (45), pp.55-60.*

**Novak, J. D. (1981).** *Umateoria de educação* (trad. M. A. Moreira). São Paulo: Pioneira.

**Pozo, J. I. y Gómez, C. (1998).** *Aprender a enseñar ciencias. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* Madrid: Morata

**Rivarosa, A., (2006).** *Alfabetización científica y construcción de ciudadanía: retos y dilemas para la enseñanza de las ciencias.* Documento en línea <http://documents.mx/documents/experiencia-alfabetizacion-cientifica-construccion-ciudadania-retos-dilemas-ensenanza-ciencias.html>



**Rivas, M y Donovan, P. (2001).** El diagnóstico participativo. Ecuador: Quito. Ediciones Abya-Yala

**Rodríguez, M. L., (2004).** La Teoría del aprendizaje significativo. Ponencia presentada en la First International Conference on Concept. Mapping. Pamplona, 14-17 de septiembre, En Cañas, A.J.; Novak, J.D. y González, F. M. (eds). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Dirección de publicaciones de la Universidad Pública de Navarra, pp. 535-544

**(2008).** La Teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la Psicología Cognitiva. Edit. Octaedro. Edición electrónica. España

**Saddler, T.y Zeidler, D. (2005a).** Applying genetics Knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, pp.71- 93

**(2005b).** The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socio-scientific issues: Applying Genetics Knowledge to Genetic engineering diseases. *Research in ScienceTeaching*, 43 (5), pp.500–529

**San Valero, A. C., (1995).** El proyecto Genoma Humano, sus implicaciones sociales y la Biología de bachillerato. *Alambique: Enseñanza de las ciencias experimentales*, Enero II (3) pp.109-115

**Scribano, A. O. (2008).** *Proceso de investigación social cualitativo*. Prometeo: Argentina.

**UNESCO (1999).** Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia: Budapest [http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm).

**(2010) Metas 2021.** La educación que queremos para la generación de los bicentenarios. <http://www.oei.es/historico/metas2021/libro.htm>

**Valles, (1999).** *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis

## **NOTA BIOGRÁFICA**

**Dalia Diez de Tancredi.** Profesora de Biología y Ciencias Generales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Caracas, Magíster Scientarum en Psicología de la Instrucción de la Universidad Central de Venezuela; Doctora en Enseñanza de las Ciencias por la Universidad de Burgos- España. Docente e investigadora del Centro Nacional de Enseñanza de las Ciencias (CENAMEC) desde 1980 hasta 2000. Profesora titular, con dedicación exclusiva en la UPEL- IPC en pre grado y posgrado, adscrita al Departamento de Tecnología Educativa. Tutora de diversos trabajos de grado en las maestrías de enseñanza de la Biología y Tecnología Educativa y Desarrollo de la Instrucción. Editora de la Revista de Investigación (UPEL-IPC). Autora de artículos en revistas y libros de texto de ciencias para docentes y estudiantes.

**Correo electrónico:** caracas102009@hotmail.es.