

# Una contextualización adecuada sobre la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria



**Aarón Segura, Viviana Nieto y Esteban Segura**

*Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional,  
Calle 72.No.11-86, Bogotá, Colombia.*

**E-mail:** segurac7@gmail.com

(Recibido el 29 de Enero de 2013, aceptado el 18 de Junio de 2013)

## Resumen

En este trabajo se divulgan algunos problemas contemporáneos que la escuela del siglo XXI afronta, con el fin de presentar varios fundamentos pedagógicos de la enseñanza de las ciencias naturales, mostrando en primera instancia como un currículo integrado permite generar nuevas herramientas cognitivas con sentido y significado para la práctica formativa. Posteriormente, se brinda una serie de herramientas pedagógicas para los maestros que orientan la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela.

**Palabras clave:** Modelos de enseñanza, inteligencias múltiples, estructuras cognitivas, herramientas pedagógicas.

## Abstract

In this paper we disclosed some contemporary problems that school faces in the XXI century in order to present some educational foundations of natural science teaching, showing at first instance how an integrated curriculum allows the creation of new cognitive tools with sense and meaning for the training practice. Subsequently, it provides a series of educational tools for teachers who guide the natural sciences teaching at school

**Keywords:** Teaching models, multiple intelligences, cognitive structures, pedagogical tools.

**PACS:** 01.40.-d, 01.40.G- 01.40.gb, 01.50.-I

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace algún tiempo, las ciencias naturales han venido mostrando como el ser humano va construyendo conocimiento de manera integrada, compleja, sistémica y dinámica [1, 2]. Sin embargo, en la mayoría de las instituciones educativas se continúa fragmentando los saberes en totalidades aisladas sin relación alguna entre sí [3, 4]. La distribución curricular dividida desde los grados iniciales en diferentes áreas del saber, fracciona el conocimiento de las ciencias de tal manera que éste no es el resultado de una diferenciación analítica y progresiva hecha por los estudiantes, si no es la imposición de un conocimiento atomizado y recortado en todos sus aspectos (químicos, físicos, biológicos, etc.) que se presenta como una realidad fija que deben aceptar [5, 6].

La necesidad de mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en las instituciones, ha generado varios procesos de reformas educativas, centrándose en primera instancia en los cambios que debían presentarse en el aula, posteriormente en la revisión de los planes de estudio y en una mejor capacitación a los docentes [7, 8]. Sin embargo, la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela sigue afrontando grandes problemas que aún no tienen solución [9, 10].

Si bien es cierto que la enseñanza de las ciencias naturales contribuye a mejorar la calidad de vida de la

sociedad a través de la formación del pensamiento lógico, la inserción en el mundo científico y la exploración sistemática del entorno [11, 12], existe una variedad de situaciones que problematizan la enseñanza y aprendizaje de la misma, las cuales mencionaremos en las siguientes secciones.

Desde la postura constructivista de Candela, la enseñanza de las ciencias naturales debe trascender la simple descripción de fenómenos y experimentos que provoca que los alumnos divisen las ciencias como materias engorrosas, en cuyo estudio tienen que memorizar una gran cantidad de nombres y fórmulas [13].

Botache, recalca que algunos maestros actualmente utilizan metodologías y didácticas tradicionales en las que el estudiante sigue siendo receptor de información y/o contenidos, olvidando la importancia de la interacción con el conocimiento [14].

Por su parte, Sternberg señala que un adecuado planteamiento didáctico de habilidades cognitivas y metacognitivas prepara a los estudiantes para aprender a aprender. Sin embargo, se debe tener presente que estas habilidades dependen de la voluntad y la autorregulación del estudiante [15, 16, 17].

En otros estudios, se ha determinado la importancia de las habilidades cognitivas y metacognitivas en el aprendizaje autorregulado [18, 19]. Schraw, Crippen y Hartley señalan que la cognición incluye las destrezas que permiten a los estudiantes codificar, memorizar y recuperar la información.

Mientras la metacognición engloba todas las habilidades que permiten comprender, controlar y evaluar los procesos cognitivos [20].

Nótese, que estas dos habilidades (cognición y metacognición) están muy ligadas [21], sin embargo la metacognición se podría definir como la capacidad que tenemos de autorregular nuestro propio aprendizaje, es decir, planificar qué estrategias se han de utilizar en cada situación, aplicarlas, controlar el proceso, evaluarlo para detectar posibles fallos y como consecuencia transferir todo ello a una nueva experiencia [22]. Por su parte, la cognición (depende de la situación y la actividad concreta) implica ser capaz de tomar conciencia del funcionamiento de nuestra manera de aprender y a su vez comprender los factores que explican los resultados de una actividad, sean positivos o no [18, 20]. Por ejemplo: cuando un estudiante es capaz de organizar la información adquirida en un mentefacto o mapa conceptual favorece significativamente su proceso de aprendizaje. De esta manera puede utilizar esta estrategia para autorregular tal proceso. Pero el conocimiento del propio conocimiento (la cognición), requiere aplicar ésta actividad intelectual (información adquirida) en actividades concretas, intuyendo las estrategias apropiadas para cada situación de aprendizaje [19, 21].

Autores como Weinstein, Meyer y Flavell coinciden en que la cognición hace referencia a la facultad de procesar información a partir de la percepción, el conocimiento adquirido (experiencia) y las características subjetivas que permiten valorar la información [16, 19]. Mientras Resnick, Collins y Gagné afirman que la regulación y control de las actividades que el alumno realiza durante su aprendizaje, incluye la planificación de las actividades cognitivas, el control del proceso intelectual y la evaluación de los resultados [23]. Por tal razón, el saber planificar, escoger, regular y evaluar las técnicas que se han de aplicar a unos contenidos determinados, permite que el estudiante los interiorice más rápidamente y comprenda como utilizarlos en su contexto cotidiano [19, 24].

En este artículo presentamos varios fundamentos pedagógicos que contribuyen al enriquecimiento de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela, ya que debido a la gran desmotivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la misma, existe la necesidad de mejorar tal enseñanza mediante la adquisición de herramientas pedagógicas, epistemológicas, didácticas, tecnológicas y científicas que nos permitan centrar en primera instancia los cambios que deben presentarse en el aula, posteriormente en la revisión de los planes de estudio y en una mejor capacitación a los docentes, con el fin de favorecer la calidad de vida de la sociedad a través de la formación del pensamiento racional, la inserción en el mundo científico y la inspección ordenada del entorno.

El artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección II, se describen algunos de los problemas contemporáneos que afronta la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela. En la sección III, se divulgan las problemáticas más comunes que afronta la enseñanza de las ciencias naturales. En la sección IV, se ilustran herramientas pedagógicas que contribuyen a nuestra formación como

docentes de ciencias. Finalmente, en la sección V presentamos nuestras conclusiones.

## **II. PROBLEMAS CONTEMPORÁNEOS QUE AFRONTA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LA ESCUELA**

### **A. Elaboración y Ejecución responsable del plan de estudios**

Las instituciones educativas (Escuelas, Colegios, Institutos) se preocupan por tener a tiempo la planeación de las actividades que los estudiantes realizarán durante determinado periodo académico, decidiendo por sí mismas en muchos casos. ¿Qué debe enseñarse?, ¿Cómo debe enseñarse? Y en ¿Qué momento o ambientes escolares hacerlo? En otras instituciones, los docentes cuentan con la autonomía suficiente para establecer ¿Qué enseñar?, ¿Cómo enseñar? y en ¿qué momentos o ambientes escolares hacerlo? Sin embargo, muchas de las planeaciones de ciencias naturales que encontramos en las instituciones educativas han pasado a ser un simple arreglo de contenidos que los alumnos deben ver en determinado tiempo, donde no se tiene en cuenta las características esenciales que debe reunir la enseñanza de la misma como son: la relación de los procesos científicos con el contenido, el entorno natural del alumno, el estímulo y práctica de la curiosidad, creatividad, reflexión, etc. [10, 24]. Dichas características, permiten que el estudiante manipule y examine permanentemente los materiales de su propio entorno mediante la guía del maestro [11,12].

Nótese, que un plan de estudios ideal es aquel que ofrece contenidos de enseñanza a niveles cada vez más amplios y profundos, adaptándose al mismo tiempo a las posibilidades y necesidades del alumno [1, 2, 6]. Por tanto, el plan de estudios para las ciencias naturales debe ser en espiral volviendo constantemente a retomar a niveles cada vez más elevados los núcleos básicos o estructuras de cada materia (física, química y biología) [1, 13].

Bruner, afirma que es el estudiante quien ha de descubrir por sí mismo la estructura (relación) de aquello que va a aprender, ya que tales estructuras (relaciones) están constituidas por una serie de proposiciones básicas bien organizadas que permiten simplificar la información, adecuándose a la capacidad intelectual y a los conocimientos previos del alumno [1]. Ésta organización de estructuras, refleja que el aprendizaje procede de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto y de lo específico a lo general de forma inductiva [1, 25].

Es importante recalcar que nuestra función como docentes es generar un ambiente de instrucción en el que los alumnos comprendan lo que se le está enseñando [25, 26]. Es decir, un contexto en el cual el alumno sea capaz de utilizar lo aprendido en nuevas situaciones de la vida cotidiana, por lo que más que memorizar hay que comprender [24, 25, 26]. Por ejemplo, la memorización de los organelos de la célula es necesaria y formaría parte del aprendizaje mecánico, sin

embargo su utilidad en la resolución de problemas cotidianos correspondería a un aprendizaje significativo.

Se debe tener en cuenta que el alumno aprende gran parte de lo que sabe a través de la experiencia [27, 28]. Por lo cual, un trabajo experimental en el aula optimiza las capacidades intelectuales, al mismo tiempo que despierta la creatividad, la receptividad y la reflexión, cumpliendo con el precepto de que el aprendizaje es una experiencia intencional y personal del alumno [16, 17, 29]. Por esta razón, recomendamos al docente incluir en sus planificaciones la realización de proyectos de aula, pues así, el alumno incrementará su aprehensión e interés por aprender [28, 29].

## B. Los estilos de enseñanza utilizados

Actualmente, los diferentes métodos utilizados para la enseñanza de las ciencias naturales enfatizan que la enseñanza es la guía del aprendizaje, lo cual quiere decir que las experiencias del estudiante en el aprendizaje son el centro de importancia primordial [27, 30]. Por tal razón, términos como método de laboratorio, método inductivo, método deductivo, metodología por proyectos, método evolutivo etc. Deben guiar de manera clara y confiable el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de lo contrario no cumplirían con su función [31].

Se infiere que cada uno de estos métodos de enseñanza caracteriza lo que el docente hace en el aula para lograr el aprendizaje de los alumnos, ya sea a través de la planeación, selección, dirección y/o evaluación permanente de las experiencias educativas [6, 24, 29].

Subrayamos que independientemente del método utilizado para abordar la enseñanza de las ciencias naturales, lo primordial es que tal aprendizaje sea descubierto activamente por el alumno más que pasivamente asimilado [6, 9, 31]. Los alumnos deben ser estimulados a descubrir por cuenta propia, a formular conjeturas, exponer sus propios puntos de vista, aprender procedimientos, desarrollar su capacidad crítica, hacerse nuevos cuestionamientos y ser responsables de su propio proceso de aprendizaje [6, 12]. De esta manera los contenidos de las ciencias naturales deben constituirse en una herramienta importante para que el estudiante construya conocimientos y adquiera una visión del mundo [6, 12, 13]. Es decir, tales contenidos deben ser útiles, prácticos e inteligibles, de tal forma que resuelvan las situaciones cotidianas y favorezcan el espíritu crítico, analítico, reflexivo, creativo e innovador [6, 10].

## C. Las inteligencias múltiples: Las distintas formas de aprender de los estudiantes

En toda institución educativa los estudiantes difieren unos de otros en cuanto a capacidades, habilidades, destrezas, actitudes, apreciaciones e intereses de acuerdo a la experiencia obtenida en su entorno [24, 27, 32]. De aquí la importancia de incluir tales dificultades en el plan de estudios [29].

Fácilmente se pueden determinar muchas diferencias en cuanto a los niveles de aprendizaje que alcanzan los estudiantes en las ciencias naturales, sin que esto quiera decir

que unos aprenden y otros no. Es obvio que aquellos estudiantes que poseen habilidades y actitudes favorables hacia las ciencias, presenten mayores avances respecto a otros que los tienen en menor grado [24, 29]. Y es aquí, donde la evaluación desde el punto de vista educativo, debe examinar los niveles de aprendizaje que alcanzan unos y otros, sin pretender que todos los estudiantes alcancen los mismos niveles cuando no se encuentran en las mismas condiciones.

Gardner, define la inteligencia como “la capacidad de resolver problemas o elaborar productos que sean valiosos en una o más culturas” [33]. Es decir, si bien es cierto que todos nacemos con un componente genético que identifica nuestras potencialidades, esas potencialidades se van desarrollando según el contexto, experiencias y educación recibida [33, 34, 35]. De modo que, es absurdo seguir insistiendo en que todos los alumnos aprenden de la misma manera. Se debe tener en cuenta que la enseñanza de las ciencias naturales se pueden presentar desde concepciones muy diversas, de tal forma que permitan al estudiante asimilarla partiendo de sus propias capacidades [34, 35, 36].

No obstante, la teoría de Gardner es poco aplicada en las escuelas del siglo XXI. Aún en muchas instituciones educativas se continúa enseñando con un modelo tradicional donde el docente se concibe como un especialista que domina la materia a la perfección, cuya función consiste en exponer de forma progresiva sus conocimientos a un grupo de alumnos vistos como páginas en blanco o vasos vacíos que hay que llenar [14, 37, 38, 42].

Desde de esta pobre concepción educativa (modelo tradicional), el aprendizaje es la “comunicación” entre dos agentes: emisor o activo (maestro) y receptor o pasivo (alumno) [6, 8, 24, 37].

## III. OTRAS PROBLEMÁTICAS PRESENTES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Otras problemáticas importantes que se encuentran en la enseñanza de las ciencias naturales son:

1. Una gran desmotivación de los estudiantes hacia la enseñanza de las ciencias naturales, debido a los nefastos métodos de enseñanza utilizados por los docentes, conllevando esto a una apatía y desatención del área [13, 39, 42].
2. Las ciencias naturales se enseñan desde un modelo tradicional que no es el más adecuado de acuerdo al contexto de nuestra sociedad, por lo cual se evidencia la falta de creatividad en los estudiantes [6, 40, 43].
3. Existe en la escuela un desarrollo memorístico con bajo nivel de profundización de los contenidos, difundiendo una escasa probabilidad de generar nuevos conocimientos [10, 29, 41].
4. Los sistemas actuales de enseñanza no parecen estar encaminados a desarrollar el espíritu científico y la autoformación, sino que más bien parecen encarrilar todos sus esfuerzos a desarrollar en el educando la

- capacidad de reproducir los conocimientos elaborados por otros [5, 28].
5. Se carece de maestros plenamente formados en el campo de la especialidad y en el campo de la pedagogía, fácilmente se encuentra docentes de otras áreas dictando ciencias naturales [29, 41].
  6. Tendencia a aceptar conocimientos y puntos de vista, por lo cual se generan pobres esquemas de pensamiento que conducen al estancamiento, la rutina y a una elaboración intelectual de bajo nivel cognoscitivo [11, 40].
  7. La enseñanza de las ciencias, se ha tornado en una simple transmisión de la información, en consecuencia, no se intenta saber más allá de los fenómenos, si no que se transmite la información objetiva de los textos [12].
  8. La carencia de laboratorios y/o instrumentos para analizar los fenómenos naturales [12, 39, 42].
  9. Los bajos resultados obtenidos en pruebas internacionales, pruebas saber e Icfes, revelan la carencia de desarrollo de pensamiento creativo, interpretativo y argumentador en los estudiantes [13, 30].
  10. Los planteamientos actuales que se realizan en la escuela en torno a la enseñanza de las ciencias, dejan ver que lo que se aprende en las instituciones escolares son un conjunto de resultados, algoritmos, raciocinios y principios inmodificables, etc. que privilegian la existencia objetiva de la naturaleza y sus leyes por encima de las formas de conocer de los sujetos. Es decir, se asume el conocimiento como acumulación de información, ignorando el contexto, los valores y las actitudes de los individuos. En este sentido, las prácticas escolares en relación con la enseñanza de las ciencias, se orientan más a la repetición de verdades objetivas que a la búsqueda de soluciones de problemas cotidianos [2, 4, 12, 13].

Nótese, que la mayor parte de los problemas educativos no son problemas teóricos sino prácticos en el sentido de que denotan un vacío entre las creencias y las prácticas educativas. Por tal razón, ante estas problemáticas se debe acentuar que la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela requiere de otro tipo de pedagogía [43], en la cual el educando sea estimulado a descubrir por cuenta propia, a formular conjeturas y a exponer sus propios puntos de vista [6, 29], de tal manera que comprenda, asimile y genere conocimiento a través de la interacción con sus pares, maestros y entorno [5, 12, 40].

#### IV. HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS

Para mejorar las distintas situaciones que dificultan el aprendizaje de las ciencias naturales, es necesario que dicha enseñanza trascienda la simple descripción de fenómenos y experimentos que provocan que los alumnos divisen las ciencias como una asignatura inapetente, en cuyo estudio tienen que memorizar una gran cantidad de fórmulas [13, 29, 42]. Necesitamos promover en los estudiantes el interés

científico y esto se logra acercando la ciencia a sus propios intereses, es decir, haciendo que ellos participen en la construcción de su propio conocimiento [12, 43].

Vygotsky, afirma que “*La interacción social desarrolla las estructuras cognitivas que permiten al niño interpretar individualmente los fenómenos naturales*” [31]. Por tal razón, uno de los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales debe ser desarrollar la capacidad del alumno para entender el medio natural en que vive, con el fin de evolucionar sus concepciones sobre el entorno y desarrollar su actitud y pensamiento científico [6, 29, 32]. No obstante, se debe implementar en los docentes una constante actualización pedagógica sobre las distintas actividades a desarrollar en el aula, donde se fortalezcan los procesos cognitivos de los estudiantes en todos sus niveles [44, 45].

Por su parte, Piaget explica los mecanismos mediante los cuales los niños desarrollan sus estructuras cognitivas y sus concepciones sobre un fenómeno en particular a partir de su relación con el medio [37]. Piaget afirma que “*la interacción social solo juega un papel en el aprendizaje cuando ya existen las estructuras intelectuales formadas en la interacción con el mundo físico*” [38].

En este sentido, Jiménez y Segarra señalan que el principal componente de un adecuado enfoque didáctico en la resolución de problemas cotidianos, es que el estudiante reflexione acerca de sus recursos cognitivos y cómo emplearlos [46]. Mientras Ausubel, afirma que “*el aprendizaje es un proceso constructivo interno que se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto es social, emocional y cooperativo*” [3, 47].

Es importante señalar que las ideas y la conducta de los estudiantes se modifican al confrontarlas con nuevas experiencias y al razonar sobre las opiniones que les dan otras personas [17, 29]. Por lo cual Bruner afirma que “*la mayor parte del aprendizaje es una actividad comunitaria, en compartir la cultura*” [1]. No obstante, es importante señalar que el aprendizaje es un proceso de construcción jerárquica que se forma por medio de subestructuras formadas a partir de los conocimientos previos, los cuales al asimilar la nueva información, originan nuevas estructuras de aprendizajes que posibilitan no sólo la codificación y el almacenamiento de las experiencias, sino, la reorganización de la nueva información [1]. Por lo tanto es posible afirmar que el aprendizaje se produce por la interacción entre el sujeto y el medio que le rodea [31, 37].

Ante tales afirmaciones, consideramos que uno de los aspectos más importantes que debe estar presente en la enseñanza de las ciencias naturales debe ser la motivación [48, 49], ya que el aprendizaje será productivo solamente cuando el alumno tenga la intención y la necesidad de aprender [2, 5, 23, 47]. Por lo tanto, se sugiere la realización de los proyectos de aula, cuyo fin es estimular a los estudiantes para que se motiven e interesen por la indagación y el descubrimiento [41, 45, 49].

Escaño y Gil de la Serna [49], señalan que la motivación “*es el conjunto de variables intermedias que activan la conducta y/o la orientan en un sentido determinado para la consecución de un objetivo. Se trata de un proceso complejo que condiciona en buena medida la capacidad para*

aprender de los individuos". Es decir, la motivación es la pasión, disposición y esfuerzo mantenido por el estudiante para conseguir una meta [50].

Finalmente, se debe tener como objetivo primordial proponer una enseñanza de la ciencia como actividad cultural, en la que se evidencia una búsqueda de la comprensión de lo que se estudia, favoreciendo la formación del individuo en el conocimiento, resaltando la importancia del quehacer pedagógico en el aula, generando ambientes propicios para la construcción de explicaciones y estableciendo una relación con la cultura. En este orden de ideas, se propone hacer posible una enseñanza de las ciencias con sentido para los estudiantes, que contribuya a mejorar sus condiciones de vida, a prepararlos para entender la causa de algunos de los problemas de su entorno y continuar con su progreso [1, 4, 12, 13].

## V. CONCLUSIONES

En el contexto educativo, a los docentes frecuentemente se les asigna la mayor responsabilidad en cuanto a los niveles de aprendizaje que deben alcanzar los estudiantes. Sin embargo, es preciso encaminar la formación docente hacia la adquisición de una visión integradora y complementaria de los conocimientos existentes sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, con lo cual se lograría una labor docente encarrilada a la transformación y mejora continua de sus prácticas pedagógicas.

Por lo general, el currículo se ha estructurado teniendo en cuenta los niveles de desarrollo cognitivo que presentan los estudiantes en cada nivel educativo. Sin embargo, la organización de los planes de estudio teniendo en cuenta estos niveles de desarrollo cognitivo, no aseguran que los profesores sean conscientes de ello y de los problemas de aprendizaje que presentan los educandos durante el desarrollo de las distintas actividades académicas en el contexto escolar. Por lo tanto, recomendamos a las instituciones educativas generar un currículo integral que tenga en cuenta los progresos y dificultades de aprendizaje que muestren los estudiantes, más que la estructura lógica de las disciplinas y de los distintos campos del saber.

## REFERENCIAS

[1] Bruner, J., *Investigaciones sobre el desarrollo cognitivo*, (Pablo del Río, Madrid España, 1980).  
[2] Flores, F., *El cambio conceptual: Interpretaciones, Transformaciones y Perspectivas*, Educación Química **15**, 256-269 (2004).  
[3] Ausubel, D. P. Novak, J. & Hanesian. H., *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*, (Editorial Trillas, México, 1983).  
[4] Bachelard, G., *Epistemología*, (Editorial Anagrama, Barcelona, 1973).  
[5] Greca, I. & Moreira, M., *Un Estudio piloto sobre representaciones Mentales, imágenes, proporciones y modelos mentales respecto al concepto de campo*

*electromagnético en alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales*, Rev. Enseñanza de las ciencias **16**, 289-303(1998).

[6] Gómez, J. A. & Insausti, T. M. J., *Un modelo para la enseñanza de las ciencias: análisis de datos y resultados*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **4**,1-20 (2004).

[7] Phillips, C., *La crisis de la educación*, (Editorial Península, Barcelona, 1971), pp, 248, 244.

[8] Redish, E., *Implications of cognitive studies for teaching physics*, Am. J. Phys. **62**, 796-803(1994).

[9] Allwright, R. & Bailey, K. M., *Focus on the language classroom*, (Cambridge University Press, U. K., 1989/1991).

[10] Gil, P. D. & Guzmán, O. M., *Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas*, Tendencias e Innovaciones, (Editorial Popular, Madrid, 2001).

[11] Posada, J. M., *Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias **1**, 1-22 (2002).

[12] Pozo, J. I. & Gómez, M. A., *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, (Ed. Morata, Madrid, 1998).

[13] Candela, M. A., *La necesidad de entender, explicar y argumentar: Los alumnos de primaria y la actividad experimental*, (Tesis de Maestría en Ciencias de la Educación, México, Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav-IPN, 1989).

[14] Botache, R. V., *Ciclos: ¿Otra forma de aprender y de evaluar?*, Rev. internacional Magisterio, Educación y pedagogía No.38, 76-78 (2009).

[15] Sternberg, R., *Metacognition, abilities and developing expertise: What makes an expert student?*, Instructional Science **26**, 127-140 (1998).

[16] Weinstein, C. E. & Meyer, D. K., *Learning strategies, teaching and testing*, the International Encyclopedia of Education, (Pergamon Press, 2nd Edition, Oxford, 1994), pp. 3335-3340.

[17] Cornford, I. R., *Learning-to-learn strategies as a basis for effective lifelong learning*, International Journal of Lifelong Education **21**, 357-368 (2002).

[18] Elliot, J., *La investigación acción en educación*, (Morata, Madrid, 1990).

[19] Flavell, J. H., *El desarrollo cognitivo*, (Prentice Hall, Madrid, 1996).

[20] Schraw, G. Crippen, K. J. & Harley, K., *Promoting self-regulation in science education: metacognition as part of a broader perspective on learning*, Research in Science Education **36**, 111-139 (2006).

[21] Weinstein, C. E. & Meyer, D. K., *Cognitive learning strategies and college teaching*, New Directions For Teaching and Learning **45** (Spring), 15-26, (1991).

[22] Swanson, H. L., *Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving*, Journal of Educational Psychology **82**, 306-314 (1990)

[23] Resnick Lauren B.& Collins A., *Cognición y aprendizaje*: (Anuario de Psicología 1996, No 69, 189 197), Universidad de Barcelona.

[24] Bennet, N., *Estilos de enseñanza y progreso de los alumnos*, (Morata, Madrid, 1979).

- [25] Friege, G. & Lind G., *Types and qualities of knowledge and their relation to problem solving in physics*, International Journal of Science and Mathematics Education **4**, 437-465 (2006).
- [26] Brown, H., *A practical guide to language learning*, (McGraw Hill, New York, 1989).
- [27] Bourne, Lyle & Dominowsky, *Psicología del pensamiento*, (Editorial Trillas, México, 1980).
- [28] Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A., *Accommodation of scientific conception: towards a theory of conceptual change*, Science Education **66**, 211-227 (1982).
- [29] Hierrezuelo Moreno, J. y Molina Gonzáles, E., *Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato*, Enseñanza de las Ciencias **8**, 23-30 (1990).
- [30] Reif, F. & Larkin, J. H., *Cognition in scientific and veryday domains. Comparison and learning implications*, Journal of Research in Science Education **28**, 733-760 (1991).
- [31] Vigotsky, L. S., *Aprendizaje y desarrollo intelectual en edad escolar*, Infancia y Aprendizaje, núms. 27-28, 105-116 (1984).
- [32] Weber, M., *The nature of social activity*, en W. C. Runciman (ed.): Weber. Selection in Translation, (C.U.P., Cambridge, 1978).
- [33] Gardner, H., *Estructuras de la mente. La teoría de las múltiples inteligencias*, (Fondo de la Cultura Económica, México, 1987).
- [34] Gardner, H., *Are there additional intelligences?*, en J. KANE (ed.): Education, information and transformation, (Prentice Hall, Englewood, New Jersey, 1998).
- [35] Moreno, M., *La pedagogía operatoria – la aplicación de la sicología genética en la escuela*, (editorial Laia, Barcelona, 1989), p. 32, 36, 22.
- [36] Schraw, G. & Moshman, D., *Metacognitive theories*, Educational Psychology Review **7**, 351-371 (1995).
- [37] Pierre M., *el desarrollo cognitivo del niño: desde los descubrimientos de Piaget hasta las investigaciones actuales*, contextos educativos **4**, 53-77 (2001).
- [38] Richmond, P. G. & Alvarez Bara I., *Introducción a Piaget*, 8ª ed. (Fundamentos, Madrid, 1981), p. 158.
- [39] Hobden, P., *The role of routine problem tasks in science teaching*. In B. J. T. Fraser (Ed.), International Handbook of Science Education. (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998), pp. 219-231.
- [40] Hollingworth, R. W. & McLoughlin, C., *Developing science students' problem solving skills online*, Australian Journal of Educational Technology **17**, 50-63 (2001).
- [41] Schraw, G. Brooks, D. & Crippen, K. J., *Improving Chemistry teaching using an interactive, compensatory model of learning*, Journal of Chemical Education **82**, 637-640 (2005).
- [42] Segura, A. Nieto, V. & Segura E., *Un análisis profundo del fenómeno dualidad onda partícula para la comprensión del mundo cuántico*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 137-142 (2012).
- [43] Villar Angulo, L. M., *Un ciclo de enseñanza reflexiva*, (Mensajero, Granada, 1995).
- [44] Coutinho, S. A., *The relationships between the need for cognition, metacognition, and intellectual tasks performance*, Educational Research and Reviews **1**, 162-164 (2006).
- [45] Freitas, I. M. Jiménez, R. & Mellado, V., *Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher*, Research in Science Education **34**, 113-133 (2004).
- [46] Jiménez, E. & Segarra, P., *Metacognitive abilities in physics problem solving*. In E. Mechlova (Ed.), *GIREP Conference 2004 Proceedings: Teaching and Learning Physics in new contexts* (pp. 159-160, 2004). Consultado el 17 de Julio de 2012, de [www.girep.org/proceedings/proceedings.html?volume=8](http://www.girep.org/proceedings/proceedings.html?volume=8)
- [47] Ausubel, D.P, Novak. J.D. y Hanesian, H., *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*, (Trillas, México, 1982).
- [48] Pokay, P. & Blumenfeld, P. C., *Predicting achievement early and late in the semester: The role of motivation and use of learning strategies*, Journal of Educational Psychology **82**, 41-50 (1990).
- [49] Escaño, J. & gil de la serna, M., *¿Favorecemos que nuestros hijos estén motivados por el trabajo del colegio? Cuestionario para padres y madres*, Aula de innovación educativa nº 95, (pp. 6–8, 2000). Consultado el 13 de noviembre de 2012, de <http://www.geocities.com/motivacionescolar>
- [50] Marina, J. A., *El misterio de la voluntad perdida*, (Anagrama, Barcelona, 1997).