

LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE QUÍMICA. UN PRIMER ACERCAMIENTO

Zenahir Siso Pavón

Profesora. MSc. En Educación, mención Enseñanza de la Química
Departamento de Química. Núcleo de Investigación Modelos Alternativos de
Enseñanza de las Ciencias Naturales (NIMAECNA)
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay
Venezuela
zenahirs@gmail.com

Jose Briceño Soto

Profesor. MSc. En Educación, mención Enseñanza de la Química
Departamento de Química. Núcleo de Investigación Modelos Alternativos de
Enseñanza de las Ciencias Naturales (NIMAECNA)
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay
Venezuela
jmbricesoto@hotmail.com

Christiam Alvarez Prieto

Profesora. MSc. En Educación, mención Enseñanza de la Química
Departamento de Química. Núcleo de Investigación Modelos Alternativos de
Enseñanza de las Ciencias Naturales (NIMAECNA)
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay
Venezuela
achristiam@hotmail.com

José Arana Araque

Licenciado en Química Pura
Departamento de Química. Núcleo de Investigación Modelos Alternativos de
Enseñanza de las Ciencias Naturales (NIMAECNA)
Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Núcleo Maracay
Venezuela
jleonardo20@hotmail.com

RESUMEN

El presente estudio se planteó como propósito caracterizar las prácticas de laboratorio que se ejecutan semestralmente en una de las asignaturas contenidas en el pensum de formación del profesorado en Química de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL-IPMAR) a través de un análisis de contenido realizado al corpus de actividades experimentales y la realidad que caracteriza a tales estudios prácticos, evidenciándose que las mismas no

representan retos cognitivos para los estudiantes por cuanto son prácticas de verificación y sin contextualización de los hechos estudiados, lo que para éste nivel educativo en el que la adquisición de competencias necesarias para activar procesos mentales cognitivos de orden superior, y en lo posible, aquellos procesos metacognitivos como los procesos heurísticos de resolución de problemas es fundamental para impulsar el fortalecimiento y consolidación de conocimientos en la formación de profesores y educadores.

PALABRAS CLAVE

Prácticas de laboratorio, formación del profesorado, química orgánica.

LABORATORY PRACTICE IN CHEMISTRY TEACHER TRAINING. A FIRST APPROACH

ABSTRACT

The purpose of this study is to characterize laboratory practices that are carried out during the semester in one of the subjects of the curriculum of chemistry teacher training at *Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL-IPMAR)*. This is made through a content analysis of the corpus of experimental activities and the reality that characterizes such case studies. The study reveals that these do not represent cognitive challenges for students as they are verification practices without contextualization of the facts studied. For this level of education, in which the acquisition of necessary competencies to activate cognitive mental processes of higher order, and where possible, those meta-cognitive processes such as the heuristics of problem solving, it is essential to promote the strengthening and consolidation of knowledge in training teachers and educators.

KEYWORDS

Laboratory practices, teacher training, organic chemistry.

Introducción

Históricamente, la enseñanza en Ciencias Naturales ha estado marcada por la necesidad de demostrar y evidenciar las relaciones causa-efecto de hechos que, aislados o no, ocurren en conformidad con los principios científicos que les gobiernan haciendo de los trabajos de laboratorio un pilar fundamental para el cumplimiento de tales propósitos (García, 1991; Barberá y Valdés, 1996; Crespo y Álvarez, 2001; García, 2000; García y Nebreda, 2002). Sin embargo, la idea que predomina actualmente es que los laboratorios no deberían basarse en simples demostraciones o verificaciones de información conocida, sino que debe centrarse en la resolución de problemas, en el desarrollo de destrezas necesarias para investigar y para brindar a los estudiantes la oportunidad de descubrir. La

Química, que tradicionalmente se define como la ciencia que estudia las transformaciones de la materia, no escapa a la realidad mencionada aún cuando se trate de ambientes adultos de aprendizaje donde más allá de aspirar un aprendizaje significativo, debe construirse conocimiento significativo como en el caso de la Educación Superior.

Como punto de partida para este estudio, se tuvo la necesidad de revisar el estado actual de las prácticas de laboratorio impartidas en la asignatura Química Orgánica I del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Maracay, en adelante UPEL-IPMAR, con la intencionalidad de caracterizarlas para determinar si las mismas representan un elemento de trascendencia en cuanto a la simplicidad de verificación de postulados teóricos, pues se cree que la formación del profesorado como principales actores del sistema educativo, debe estar orientada por el desarrollo de una sociedad en constante renovación y evolución manifestada en avances científico-tecnológico, por lo que deben ayudar a los estudiantes de este nivel educativo en la adquisición de competencias necesarias para activar procesos mentales cognitivos de orden superior, y en lo posible, aquellos procesos metacognitivos como los procesos heurísticos de resolución de problemas con miras de que se logre el fortalecimiento y consolidación de conocimientos que impulsen a la formación de profesores y educadores, lo que redundaría en mejores ciudadanos aptos para vivir plenamente, fin último de la educación venezolana.

Se consideraron como antecedentes primarios aquellos donde hay una tipificación de los trabajos experimentales. García (1991) analizó los manuales de laboratorio de ciencias a nivel de Educación Básica y Media Diversificada y Profesional a través de una lista de cotejo, con la finalidad de determinar si éstos reflejan las metas instruccionales derivadas de las reformas curriculares de 1969, encontrándose que las instrucciones dadas en los manuales que orientan la enseñanza, están alejadas de las metas propuestas por las nuevas tendencias para la enseñanza de la ciencia. En efecto, parte de la lista de cotejo constituyó insumos para éste estudio.

Asimismo, García y Nebreda (2002) plantean el cambio de óptica que han tenido los objetivos que se desean alcanzar con el uso del laboratorio en los cursos de química, en diferentes niveles de la educación a excepción del universitario, sustentando su estudio en una revisión de los objetivos del trabajo de laboratorio de química en Venezuela, con miras a elaborar una propuesta para mejorar su uso. La investigación se realizó a través de dos vías, a saber: encuestas a profesores del área y consulta bibliográfica. De la investigación se extrae que, en principio el objetivo principal del trabajo en el laboratorio era hacer demostraciones, luego se pasó a la verificación de propiedades, de aquí a la resolución de problemas, hasta llegar a la realización de pequeñas

investigaciones. Las autoras concluyeron que no hay claridad con respecto a los objetivos del laboratorio en la enseñanza de las ciencias.

Análogamente, muchos han criticado el rol del laboratorio en la enseñanza de la Química, a saber, los que se sintetizan a continuación, todos citados por García (2000):

- Las clases experimentales en líneas generales están excesivamente saturadas de información conceptual y procedimental, lo que implica que los estudiantes tengan muy poca responsabilidad de sus aprendizajes y piensen muy poco por sí mismos (Jonstone y Wham, 1979).
- Los docentes enfatizan en las respuestas correctas, por lo que el laboratorio tiende a la verificación de cosas conocidas (Goh, Toh y Chia, 1989).
- El trabajo de laboratorio es un trámite puramente académico, en donde se realizan distintas experiencias aparentemente inconexas y sin aplicación alguna (Fernández y Santaballá, 1989).
- La cantidad de instrucciones que el estudiante recibe es uno de los elementos que impiden el logro del verdadero aprendizaje, ya que al realizar las actividades experimentales ejecutan tales instrucciones sin comprender lo que han hecho (Jonstone, 1982).
- La forma confusa y nada productiva de los trabajos prácticos les confiere poco valor educativo (Hodson, 1990).
- En los laboratorios se hacen verificaciones, las cuales son hechas por los estudiantes guiándose como si fuera una receta de cocina (Allen, Barrer y Ramsden, 1986).

Estas críticas evidencian entonces una necesidad de cambiar el cuadro, de redimensionar lo que en el laboratorio se hace. Son varios los acuerdos a nivel global de que el objetivo de las clases experimentales es el desarrollo en los estudiantes de habilidades, destrezas y hábitos, por cuanto se deben enseñar destrezas para la génesis (estrategias de aprendizaje) y aplicación de los conocimientos (solución de problemas). Es por esto que se consideran, más que la simplista práctica de laboratorio, un sistema de tareas experimentales.

Así, se planteó como objetivos de la investigación 1. Describir la naturaleza de las prácticas de laboratorio que se ejecutan en la asignatura Química Orgánica I del Departamento de Química de UPEL-IPMAR; y 2. Establecer si coadyuvan al logro del conocimiento significativo respecto al nivel donde son aplicadas.

Fundamentación teórica

Gómez (1999) precisa diversas tareas experimentales de forma sistematizada para ir logrando que el estudiante en la medida de que por un lado aumente la riqueza y profundidad del objeto de estudio, por el otro crezca el nivel de asimilación y con él el dominio de la habilidad por parte del sujeto. A saber, el

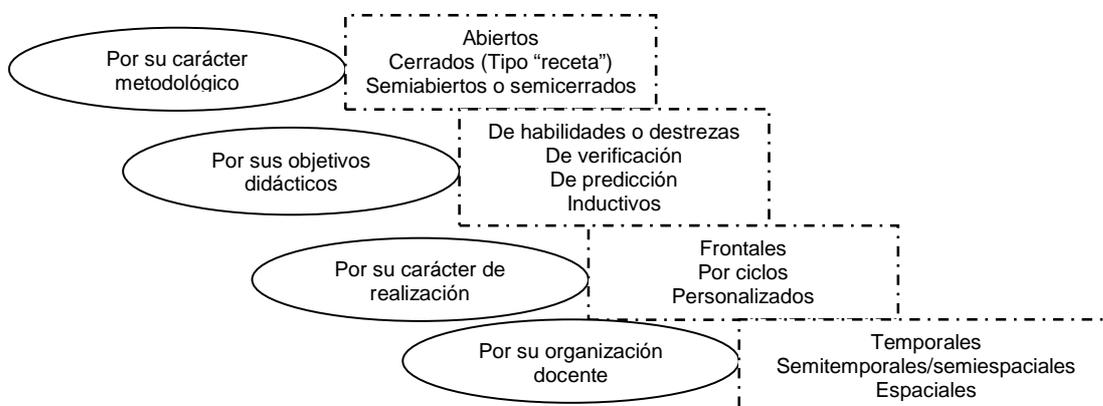
Experimento demostrativo, las *Tareas Experimentales Extraclases* y las *Prácticas de laboratorio*. Estas últimas son concebidas como aquellas donde los estudiantes –de forma individual o en pequeños grupos– realizan un experimento en el ambiente físico del laboratorio siguiendo un conjunto de instrucciones elaboradas previamente. Su ejecución representa complejidad por estar generalmente acompañada de mediciones y cálculos matemáticos rigurosos. Se adoptan los siguientes tipos según el autor:

- **Introductoria:** dirigida a motivar o a introducir un contenido de un tema o una clase.
- **De comprobación:** Se utiliza para comprobar en la práctica una teoría, ley o hipótesis ya conocida por el estudiante. Sirve de consolidación para el contenido teórico.
- **De descubrimiento o inductiva:** Promueve la independencia de los alumnos para redescubrir leyes, teorías, regularidades, entre otras.
- **Independiente:** Tarea para cuya solución debe realizarse el experimento o actividad práctica de forma independiente –en su concepción y realización–. Generalmente es diseñada por el propio estudiante antes de realizar la práctica y se actúa planificadamente sobre el objeto físico real.

Sin embargo, Crespo y Álvarez (2001) presentan una clasificación para lo que se denomina Prácticas de Laboratorio, que contempla el Carácter Metodológico, Objetivos Didácticos, Carácter de Realización, Carácter Organizativo docente de las mismas. La Figura 1 muestra lo anterior aplicado a las prácticas de laboratorio de Física, la cual es “aplicable a otras asignaturas que dentro de las formas organizativas de su proceso docente educativo incluyan las prácticas docentes” (op. cit., p.48).

Figura 1. Clasificación de las prácticas de laboratorio.

Elaborado con datos tomados de Crespo y Álvarez (2001)



Con base en lo anterior, dentro del *Carácter Metodológico* que las prácticas de laboratorio pueden ser *abiertas* cuando parten del planteamiento de una situación problemática, en la cual el alumno identifica un problema y cuya solución debe conducirlo a la experimentación con modelos y métodos físicos propuestos por el profesor o por los mismos alumnos como vía de comprobación de las conjeturas e hipótesis enunciadas como vía de solución.

En otro orden de ideas, aquellas metodologías *cerradas* o "*Tipo Receta*" ofrecen a los alumnos en una guía, todos los conocimientos y procedimientos bien elaborados y estructurados, solamente tienen que estudiar el algoritmo del documento facilitado a este fin y posteriormente realizar o reproducir cada una de las operaciones indicadas, al pie de la letra. También están las prácticas *Semicerradas/Semiabiertas*, que resultan de una combinación de los dos anteriores, no se le facilitan a los alumnos todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problemáticas se motivan a indagar, suponer y hasta de emitir alguna conjetura e hipótesis, que tendrá que constatar a través de la experimentación. Es importante señalar que en este tipo de práctica de laboratorio, aún se establecen las operaciones que deben realizar, y tienen la peculiaridad de que dentro de esta clasificación se consideran las prácticas de laboratorio programadas, donde el alumno puede encontrar la solución a las interrogantes planteadas durante el desarrollo de la actividad, verificarlas y autocorregirse según Gómez (1999).

Asimismo, Fraga (1996) señala que se puede considerar un enfoque primario caracterizado por la realización de experimentos en los que al estudiante se le dice exactamente qué hacer, con qué, cómo y qué resultados va a obtener en un tiempo fijo e invariable, denominado académico o tradicional y conocido menos formalmente como "Receta de Cocina" o *Cookbook Experiment*. Contrapuesto al primero, se encuentra un segundo enfoque denominado investigativo, experimental o de proyecto cuyo fundamento es "concebir las clases experimentales orientadas a presentar la Física como proceso de indagación de la naturaleza, es decir, a presentar los experimentos físicos como problemas o pequeñas investigaciones" (op. cit., p.67).

En otro orden de ideas, las prácticas también pueden clasificarse por sus *Objetivos didácticos*. Al respecto, Crespo y Álvarez (2001) señalan que las prácticas pueden ser de *habilidades* o *destrezas*, de forma que se pretende desarrollar en los alumnos hábitos, habilidades y destrezas de manipulación y medición con los instrumentos y equipos, las técnicas en un laboratorio, así como con los métodos de procesamientos estadísticos de los datos experimentales. Cuando las prácticas están orientadas a la *verificación*, se persigue la comprobación experimental de los conocimientos de la asignatura, que incluye leyes y principios físicos, el comportamiento de magnitudes físicas expresadas en

ecuaciones matemáticas y el análisis de un proceso o fenómeno estudiado. Otro tipo de prácticas según sus objetivos es la de *predicción*, donde se dirige la atención del alumno hacia un hecho, proceso, fenómeno o manifestación física en un montaje experimental dado tanto real como virtual, de forma que sea capaz de predecir el comportamiento de las magnitudes físicas involucradas, así como identificar la teoría en que se fundamenta tal hecho, lo que conllevaría a una verificación posterior para darle continuidad lógica a la experimentación; y por último, se tienen las *inductivas*, a través de tareas bien estructuradas se va orientando y conduciendo al alumno paso a paso, para que desarrolle un experimento cuyo resultado desconoce. Se emplea la conversación heurística, introduciendo cuestiones problemáticas que provoque estados emocionales de duda e inseguridad en los alumnos respecto a los resultados obtenidos e induzca a la metacognición en el aprendizaje.

Existe también una clasificación de las prácticas de laboratorio que atiende al cómo los estudiantes desarrollan las prácticas que se corresponde con el *Carácter de Realización*. El trabajo *Frontal* es aquel donde todos realizan la misma práctica (igual diseño experimental, iguales sustancias y materiales) e instrucciones para su desarrollo, y por tanto necesita el equipamiento de un mayor número de puestos de trabajo. Mientras que aquellas que se realizan por *Ciclos* siguen como criterio las dimensiones del contenido, entendiéndose por esto las unidades conceptuales, procedimentales y actitudinales. Aquí los estudiantes no realizan la misma práctica a un mismo tiempo, por lo que pueden compartir las experiencias y socializar el trabajo. En otro orden de ideas, se tienen las prácticas *Personalizadas*, que constituye uno de los problemas más complejos a los que debe enfrentarse el estudiante según Gómez (1999). Este tipo de laboratorio es el que más aproxima a los alumnos a la investigación experimental científica, puesto que su solución se realiza mediante un conjunto de tareas cognoscitivas – igual lo hace un investigador– donde se reflejan las tres partes fundamentales del método: preparación del experimento, realización del experimento, obtención e interpretación de los resultados y utilización de los resultados del experimento.

En otro orden de ideas, las prácticas también se clasifican por su *Organización docente*. Las prácticas de laboratorios que se planifican en el horario docente con un tiempo de duración establecido, para que sea de estricto cumplimiento por los componentes personales del proceso son llamadas Temporales, estas casi siempre se realizan posteriores a la impartición del contenido teórico de las mismas, para favorecer la formación de conocimientos, hábitos, habilidades y valores en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Están también las Espaciales, donde se informa a los alumnos al inicio del curso escolar el sistema de prácticas de laboratorio para darle cumplimiento a los objetivos del programa de estudio de la asignatura. Estos deciden en qué momento realizarán las prácticas de manera independiente, pero siempre atendidos en el laboratorio por el personal

encargado. Esta metodología se ha llamado también "*Libre*"; y por último, en la subclasificación de Crespo y Álvarez (2001) están concebidas las prácticas Semitemporales/Semiespaciales las cuales consideran un punto de equilibrio entre las dos anteriores, debido a que se establece un límite espacio-temporal en su planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorio correspondiente a determinado ciclo de los contenidos. Los alumnos deciden el orden y frecuencia de realización de las prácticas, teniendo en cuenta que deben haber cumplido el ciclo en un límite de tiempo prefijado para poder pasar a un próximo subsistema o ciclo de prácticas.

Hacia la construcción de un conocimiento significativo

Proclive a que se produzca el aprendizaje significativo, se requiere, según Ausubel, Novak y Hanesian (1990), de dos condiciones: (a) un material de aprendizaje potencialmente significativo, es decir que debe poseer una estructura lógica; y (b) que el alumno muestre disposición para aprender ya que, según esta teoría, el aprendizaje significativo implica un proceso a través del cuál las nuevas informaciones se relacionan con las existentes en la estructura cognitiva del alumno, entendiéndose por tal la forma como el individuo tiene organizado el conocimiento. Por tanto, para que el alumno aprenda significativamente, los nuevos conocimientos habrán de ser incorporados sustancial e intencionadamente a su estructura cognitiva; de lo contrario se producirá un aprendizaje mecánico, memorístico y poco duradero, que le impedirá utilizar el conocimiento. El desarrollo cognitivo en la teoría ausubeliana, es un proceso continuo e interactivo, donde se van estableciendo reestructuraciones dinámicas, que dan como resultado una organización jerárquica del conocimiento a través del *Aprendizaje Representacional* o básico, del que dependen los demás por ser la atribución de significados a determinados símbolos (palabras); del *Aprendizaje de Conceptos* que permite reconocer las características, atributos o constantes de un determinado concepto; seguido del *Aprendizaje Proposicional* que permite la concatenación de conceptos previa integración a su estructura cognitiva por diferenciación progresiva o por reconciliación integradora.

Como ideas clave de los modelos constructivistas que según Good y Brophy (1996) enfatizan el desarrollo de conocimiento nuevo en los estudiantes por medio de procesos de construcción activa para el desarrollo de conocimiento generativo, se tienen el Concepto de Red de la Estructuración del Conocimiento, el Conocimiento Como Construcción Social y el Aprendizaje Situado y Tareas Auténticas. Así, el Conocimiento con Sentido y Significado se sustenta en que las personas tanto a nivel individual como colectivamente, construyen su conocimiento a través de un proceso derivado de la interacción entre ellas y de ellas con su medio. Sobre esta base, cada estudiante, profesor e investigador es un generador de conocimiento en múltiples formas: investigaciones, trabajos de titulación, tareas, notas, artículos, entre otras actividades académicas y Galindo

(2005) señala que a pesar de esto cuando a los estudiantes se les pregunta que hacen con sus productos académicos, es común recibir la respuesta que las tiene guardadas o las tiraron a la basura. Considerando que la Base de Datos sobre Educación del Instituto de Estadística de la UNESCO (IEU) citada por el Informe UNESCO (2005), estimó para esa fecha que solo el 29% de la población en América Latina tenía acceso a la educación superior, lo que lleva a pensar en una reconceptualización, dejar de concebirlos como personas a quienes controlar, enseñar y evaluar como fin último, fomentando la utilidad y lo positivo que tiene generar conocimiento.

Existe una visión alternativa acerca del conocimiento y su relación con el aprendizaje. De acuerdo con esta concepción, el primero existe por las personas y la comunidad que lo construye, lo define, lo extiende y hace uso significativo de ello para fines de resolver sus problemas y entender su contexto sociocultural. El conocimiento, desde esta perspectiva, está en constante transformación y los miembros de cada generación se apropian de él, en cada sociedad, con el propósito de darle solución a nuevos problemas. El conocimiento no es invariable y estático, es parte integral y dinámica de la vida misma, de las indagaciones que los miembros de una sociedad hacen acerca de sus condiciones, sus preocupaciones y sus propósitos. Significa un esfuerzo participativo de desarrollar comprensión y cuyo proceso implica que el conocimiento se construye y se reconstruye continuamente. Es en este mismo proceso de indagación y de construcción compartida de significados entre los individuos donde ocurre el aprendizaje (Galindo, 2005).

El conocimiento con sentido y significado en el aprendizaje de la Química

El estudio de la Química como ciencia natural está especialmente caracterizado por lo experimental, trascendiendo así el mero aprendizaje de conceptos por parte de los estudiantes. Al hablar del Laboratorio de Química como espacio físico que permite esa trascendencia, el aprendizaje involucra, además, contenidos procedimentales y actitudinales. Así lo subraya Marín Martínez (2003) cuando señala que el modelo usado por Ausubel, Novak y Hanesian (1986), sobre el alumno como estructura semántica conceptual sin otros contenidos cognitivos como el procedimental (salvo los sintácticos) o de carácter implícito, es en general, deficiente para la enseñanza de las ciencias donde el hacer (en su sentido más amplio) es tan determinante.

Así, se precisa del proceso de investigación por una interacción didáctica eficiente para lograr establecer sentido y significado, más que de la repetición de fenómenos preestablecidos. Según Shuell (1990), el sentido es entendido como la huella que la experiencia personal proporciona al aprendizaje y el significado como lo que se alcanza por medio de dos dimensiones complementarias: individual y social. En la primera, los efectos psicolingüísticos deben propiciar en los

estudiantes procesos de entendimiento, comprensión y toma de conciencia acerca del significado personal y cultural producido en la construcción del conocimiento. Respecto a la dimensión social, el impacto colectivo del último, se desprende de su aplicabilidad en otros casos análogos, o nuevos, coadyuvando a su transferibilidad o generalizabilidad, condición indispensable para la globalización de los saberes y en la formación docente.

Tomando como base lo anterior, se puede establecer que el estudio de la química, por lo complejo de las estructuras que están inmersas en su contenido, requiere posicionarse en el marco referencial del constructivismo de manera que, bajo las directrices básicas de esta perspectiva, se guíe a los estudiantes en el proceso activo, individual y social de construcción de significado y atribución de sentido. Ello podría favorecer su mayor y mejor desenvolvimiento en el contexto académico y social, sin establecer límites entre ellos. Se precisa, entonces, tomar en cuenta las múltiples variables que implican este proceso.

Fundamentación metodológica

Este estudio está sustentado en una investigación documental por cuanto se realizó un análisis del estado actual de los trabajos prácticos que se ejecutan en la asignatura objeto de estudio, con la intencionalidad de establecer si las prácticas coadyuvan al logro del conocimiento significativo en el nivel educativo donde son impartidas, así como los procesos cognitivos elicitados por las mismas cuando el estudiante las desarrolla. Esta fase se desarrolló siguiendo la clasificación propuesta por Crespo y Álvarez (2001) y Gómez (2004). Así, el Corpus se constituyó por el compendio de prácticas realizadas semestralmente, contenidas en el Manual de Laboratorio “Química Orgánica Técnicas Básicas”, cuyo autor es Briceño (2005); de donde se seleccionaron sólo las ejecutadas semestralmente en la asignatura Química Orgánica I.

El *Corpus* de estudio

En el Cuadro 2 se muestran las prácticas que se realizan semestralmente en la asignatura Química Orgánica I de UPEL-IPMAR, las cuales se extraen textualmente del manual anteriormente mencionado.

Cuadro 2. Las Prácticas de Laboratorio que se realizan en la Asignatura Química Orgánica I. Tomado de Briceño (2005)

N° de Práctica	Título
1	Determinación del Punto de Fusión
2	Determinación del Punto de Ebullición e Índice de Refracción

4	Cristalización
5	Extracción Líquido-Líquido
6	Destilación Simple
7	Destilación Fraccionada
14	Análisis Elemental Cualitativo

Las prácticas de laboratorio presentan la siguiente estructura general: a) Título; b) Objetivos (no se especifica si son generales o específicos); y por último, c) Procedimiento por Experiencias. Cada práctica presenta un número de experiencias en particular, las cuales tienden hacia la consecución de los objetivos planteados, como puede observarse en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Título, objetivos y experiencias de la Prácticas de Laboratorio ejecutadas en la asignatura Química Orgánica I. Elaborado con datos tomados de Briceño (2005)

N°	Título	Objetivos	Experiencias
1	Determinación del Punto de Fusión	<ol style="list-style-type: none"> Determinar el punto de fusión de sustancia orgánicas Identificar parcialmente sustancias orgánicas a través de la técnica del punto de fusión mixto 	<ol style="list-style-type: none"> Determinación del Punto de Fusión para Muestras Conocidas Determinación del Punto de fusión mixto (identificación de una muestra desconocida)
2	Determinación del Punto de Ebullición e Índice de Refracción	<ol style="list-style-type: none"> Determinar el punto de ebullición e índice de refracción de sustancias orgánicas Identificar parcialmente sustancias orgánicas a través del punto de ebullición e índice de refracción 	<ol style="list-style-type: none"> Determinación del Punto de ebullición para Muestras Conocidas. (Método semimicro de Siwoloboff) Determinación del Índice de refracción de muestras conocidas (refractómetro Abbe-Spencer) Identificación de una muestra por medio del punto de ebullición y el índice de refracción
4	Cristalización	<ol style="list-style-type: none"> Seleccionar solventes adecuados para la 	<ol style="list-style-type: none"> Elección de un disolvente para una

		<p>recristalización de un sólido</p> <p>2. Purificar sólidos orgánicos a través de la técnica de recristalización</p>	<p>recristalización</p> <p>2. Elección de un par de disolventes para una recristalización</p> <p>3. Recristalización de Sólidos</p> <p>4. Siembra de cristales (recristalización del anhídrido ftálico)</p>
5	Extracción Líquido-Líquido	<p>1. Separar compuestos orgánicos de las soluciones o suspensiones en las que se encuentran a través de la técnica extracción líquido-líquido</p> <p>2. Determinar el coeficiente de reparto de un compuesto orgánico</p> <p>3. Establecer las diferencias entre la extracción simple y la múltiple</p>	<p>1. Extracción simple (extracción de violeta de cristal)</p> <p>2. Extracción múltiple (extracción de violeta de cristal)</p> <p>3. Efecto salino</p> <p>4. Determinación de un coeficiente de reparto</p> <p>5. Extracción con soluciones ácidas y básicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Extracción de una sustancia ácida ▪ Extracción de una sustancia básica
6	Destilación Simple	Purificar líquidos orgánicos a través de la técnica de destilación simple	<p>1. Destilación de acetona comercial</p> <p>2. Redestilación</p>
7	Destilación Fraccionada	Purificar líquidos orgánicos a través de la técnica de destilación simple	1. Destilación fraccionada de la acetona comercial
14	Análisis Elemental Cualitativo	Determinar la presencia de halógenos, nitrógeno, azufre, carbono e hidrógeno en compuestos orgánicos por medio de ensayos cualitativos	<p>1. Determinación de carbono e hidrógeno</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Combustibilidad de compuestos orgánicos ▪ Determinación de carbono e hidrógeno <p>2. Fusión con sodio</p> <p>3. Reconocimiento del azufre</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensayo con acetato

			<p>de plomo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ensayo con nitroprusiato de sodio <p>4. Reconocimiento del nitrógeno</p> <p>5. Ensayo con halógenos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba de Beilstein ▪ Ensayo con nitrato de plata ▪ Ensayo con agua de cloro <p>6. Caracterización de una muestra problema</p>
--	--	--	--

Suplementariamente, en páginas posteriores del manual se muestran por apartados, los aspectos a consultar para cada práctica y los materiales y reactivos necesarios.

Se consideró importante delinear los componentes de las prácticas porque sobre ésta base se realizó el análisis de las mismas tomando los criterios de clasificación propuestos en los estudios de Crespo y Álvarez (2001), que como se mencionó en la revisión de la literatura, atienden a el Carácter Metodológico, Objetivos Didácticos, Carácter de Realización, Carácter Organizativo docente. Así pues, se tiene lo que correspondió al estudio de cada aspecto de las prácticas de laboratorio aplicadas en la asignatura Química Orgánica I. La fundamentación metodológica se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Fundamentación Metodológica. Elaborado por los autores.

Carácter Metodológico	Fuhrman, M., Lunetta, V., y Novick, S. (1982), García de Sarmiento, M. (1991).
Objetivos Didácticos	Matriz de Análisis según Taxonomía de Objetivos de la Educación. (Bloom et al. 1956)
Carácter de Realización	Observación desde la experiencia docente
Organización Docente	

Procedimiento metodológico

Para el estudio del carácter metodológico de las actividades experimentales de la asignatura Química Orgánica I, se realizó un análisis sobre la organización de las

prácticas del manual en cuanto a su estructura, según una lista de cotejo elaborada a partir de indicadores utilizados inicialmente por Fuhrman, M., Lunetta, V., y Novick, S. (1982), empleados y referenciados en García de Sarmiento, M. (1991). Así, se describió el total de las prácticas de laboratorio atendiendo a tales ítemes, expresándose en relaciones porcentuales. Posterior a esto, se estableció si las prácticas son de carácter abierto, cerrado (tipo “receta”) o semiabiertos, con la finalidad de determinar si cuando los estudiantes realizan tales prácticas, se promueve en ellas los procesos de reflexión, la actitud crítica e innovación, que son características fundamentales del procedimiento científico y con los que se alcanzan los auténticos progresos en el campo de las ciencias. También se revisó la carencia o insuficiencia de estrategias específicas que orienten el proceso de enseñanza-aprendizaje posterior.

Para caracterizar las prácticas de laboratorio por sus objetivos, se elaboró una matriz de análisis donde se consideraron el verbo que precede cada uno de éstos, la aspiración planteada y el análisis respectivo en cuanto a lo naturales, substanciales y relevantes para el estudio de la Química Orgánica. Finalmente, la experiencia docente dentro de la cátedra objeto de estudio permitió establecer cómo son las prácticas según su carácter de realización y organización docente, pues ambas clasificaciones atienden al desarrollo de las mismas considerando factores espacio-temporales en los que participan estudiantes y docentes.

Resultados, análisis y conclusiones

El Carácter metodológico de las Prácticas desarrolladas en la asignatura Química Orgánica I

El Cuadro 5 muestra cuantitativamente las formas en que las prácticas realizadas en la asignatura Química Orgánica I contemplan al problema particular de estudio y al procedimiento experimental.

Cuadro 5. Estructura de Prácticas desarrolladas en la asignatura Química Orgánica I. Elaborado con datos tomados de García, A. (1991)

	Indicadores	% de Frecuencias
Estructura	Propone el problema explícitamente: redactado en forma interrogativa o planteando una interrogante	0
	Propone el problema como una afirmación, o hecho a verificar	100
	No precisa el problema	0

	Sugiere un procedimiento experimental en detalle	100
	Sugiere un procedimiento experimental de manera general	0

De lo anterior se puede notar que las prácticas desarrolladas en la asignatura Química Orgánica I proponen el problema como una afirmación o hecho a verificar además de un procedimiento experimental en detalle, lo que cual “recetario de cocina”, plantean a los estudiantes una no-significancia, ya que el énfasis se hace en cómo hacer la experiencia y en llegar a resultados conocidos de antemano; dándole muy poca importancia a la comprensión de los principios bajo los cuales el experimento se realiza (Venkatchelam y Rudolph (1974) citado en García (2000). Es por esto que el laboratorio, visto como una “Receta de Cocina”, no representa un reto sustancial para el estudiante.

Los Objetivos didácticos de las Prácticas desarrolladas en la asignatura Química Orgánica I

A continuación, en el Cuadro 6 se presenta una matriz de análisis para los objetivos establecidos en las prácticas 1, 2, 4, 5, 6, 7 y 14 del Manual de Laboratorio “Química Orgánica: Técnicas Básicas”, las cuales son realizadas semestralmente dentro de la asignatura Química Orgánica I. El mismo consistió en correlacionar el verbo que inicia cada objetivo y lo que se aspira del estudiante por práctica de laboratorio, con su correspondiente en la nómina de verbos de la Taxonomía de Bloom (1972), para así establecer el tipo de niveles o dominios de logro que se están potenciando en tales actividades experimentales.

Cuadro 6. Matriz de Análisis para Los Objetivos didácticos de las Prácticas desarrolladas en la asignatura Química Orgánica I.

Práctica	Verbo	Aspiración	Análisis
1. Determinación del Punto de Fusión	Determinar	Que el estudiante obtenga a través del experimento el valor del punto de fusión de sustancias orgánicas conocidas.	<p>En la Taxonomía de Bloom, este verbo no está contemplado, sin embargo, se ha sustituido para el análisis como el verbo Fijar, ya que le es sinónimo. Éste último forma parte nivel I (conocimiento) del dominio cognoscitivo del alumno, y se refiere al mero conocimiento de hechos específicos.</p> <p>Para el estudiante universitario, el obtener éste valor numérico no representa una tarea que demande procesos de pensamiento de orden superior, lo que se considera fundamental para el logro del conocimiento significativo.</p> <p>De hecho, hay ausencia de actividades complementarias que permitan comparar este valor obtenido con el de otras sustancias de la misma familia química, que permitan extrapolar los resultados a lo visto en teoría como por ejemplo, la influencia del tamaño de la cadena carbonada, de la ramificación de la misma, de la importancia de las distintas fuerzas intermoleculares, entre otros factores; e incluso con valores de fusión de compuestos inorgánicos, donde gobiernan otro tipo de fuerzas, los cuales son discutidos en las horas de teoría.</p>

	Identificar	Que el estudiante obtenga a través del experimento el valor del punto de fusión de sustancias orgánicas desconocidas.	El verbo Identificar pertenece al nivel I (conocer) de la Taxonomía mencionada arriba. Ocurre con esto lo planteado anteriormente, aunque la sustancia problema no es conocida por el estudiante. Puede decirse que, por la redacción del objetivo, el fin último es la obtención de un valor, para luego comprobar que, ciertamente, el Punto de Fusión es una propiedad característica de la materia
1. Determinación del Punto de Ebullición e Índice de refracción	Determinar.	Que el estudiante obtenga a través del experimento el valor del punto de ebullición y del índice de refracción de sustancias orgánicas conocidas.	Al igual que en la práctica 1, este objetivo persigue el mero conocimiento de un hecho, o en este caso, un valor y su respectiva comprobación. Tanto la práctica anterior como la presente, guardan no sólo similitud metodológica, sino de los objetivos que se pretende que el estudiante logre.
	Identificar	Que el estudiante registre, a través del experimento, la identidad de una sustancia desconocida	De forma análoga, se llega al reconocimiento de la identidad de una sustancia orgánica desconocida, a través de una serie de pasos perfectamente descritos. Nuevamente es sólo aplicable a compuestos orgánicos, con ausencia de comparaciones entre las propiedades físicas de la familia de compuestos estudiada.
4. Cristalización	Seleccionar	Que el estudiante aplique los criterios de selección de un solvente para la recristalización de	Este verbo pertenece al nivel I (conocer) del dominio cognoscitivo, Implica conocimientos de formas y medios de tratar con hechos específicos, como es el caso de la recristalización de un sólido. El

		un sólido	que un solvente deba desordenarse térmicamente para poder disolver al sólido problema es una cuestión fundamental que el estudiante debe conocer y aplicar. Sin embargo, se nota ausencia de contextualización para proceso ampliamente utilizado en la industria farmacéutica.
	Purificar	Que el estudiante, a través del trabajo experimental, obtenga un compuesto puro	Este verbo no está contemplado en la Taxonomía de Bloom. Sin embargo, para el logro del mismo, se necesitan las Destrezas, conductas que se realizan con precisión, exactitud, facilidad, economía de tiempo y esfuerzo. Se le relaciona, por tanto, con el dominio psicomotriz en cuanto al manipular.
5. Extracción Líquido-Líquido	Separar	Que el estudiante, a través del trabajo experimental, separe compuestos orgánicos de las soluciones o suspensiones en las que se encuentran	De forma análoga al verbo anterior, se le relaciona con el dominio psicomotriz por cuanto el estudiante debe adquirir ciertas destrezas para lograr el objetivo, entre ellas manipular, montar, mezclar, entre otras.
	Determinar	Que el estudiante obtenga a través del experimento el valor del coeficiente de reparto de un compuesto orgánico	Nuevamente, el verbo determinar se relaciona con el verbo fijar, por cuanto lo que se espera es que el estudiante conozca el valor del coeficiente de reparto, lo que le hace llegar al nivel I, sin trascender a los procesos de orden superior, por cuanto en líneas generales, son datos elementos que deben memorizarse.

	Establecer	Que el estudiante distinga las diferencias entre la extracción simple y la múltiple	Éste verbo puede relacionarse, por su aspiración, con el verbo Distinguir, un objetivo del nivel II del dominio cognoscitivo, donde el estudiante no se queda en el conocimiento, sino que trasciende a la comprensión del hecho que, como aspecto más simple del entendimiento, consiste en captar el sentido directo de un fenómeno como la percepción de lo ocurrido en el hecho particular de ambos tipos de extracción.
6. Destilación Simple	Purificar	Que el estudiante, a través del trabajo experimental, obtenga un compuesto puro	Se ha englobado el análisis de ambas prácticas por cuanto persiguen el mismo objetivo, mas, sin embargo, la técnica de destilación varía de una en otra. Tal como ocurrió anteriormente, este verbo no está contemplado en la Taxonomía de Bloom, pero como para el logro del mismo se requieren ciertas Destrezas, se le relaciona con el dominio psicomotriz en cuanto al manipular, montar equipos, mezclar, fijar, atar, entre otros.
7. Destilación Fraccionada			
14. Análisis Elemental Cualitativo	Determinar	Que el estudiante identifique en una muestra orgánica, la presencia de halógenos, nitrógeno, azufre, carbono e hidrógeno por medio de ensayos cualitativos	En este caso, el verbo determinar se ha relacionado con el verbo Identificar, propio del nivel I (conocimiento) del dominio cognoscitivo, por cuanto al realizar ciertas pruebas cualitativas identificará en la muestra problema una serie de elementos químicos.

Puede notarse que en la práctica 1 hay una correlación directa entre las experiencias 1 y 2, ya que una vez que los estudiantes son capaces de realizar el montaje del aparato de thiele y otras operaciones para determinar el punto de fusión de una sustancia conocida y emplear este dato como criterio de

identificación y/o pureza, están capacitados para re-hacer el montaje para identificar una muestra desconocida, ya que ésta es una propiedad característica de la materia. Así, se logran los objetivos propuestos, se nota un lenguaje en tercera persona, donde todo lo que el alumno debe hacer está perfectamente explícito. Asimismo, la Práctica 2 evidencia el mismo fenómeno: el logro de los objetivos propuestos siempre y cuando las tres experiencias sean cumplidas en su totalidad, ya que si el estudiante logra determinar el punto de ebullición de la sustancia conocida y verificar el resultado y caer en cuenta de la temperatura de ebullición experimental de esa sustancia coincide con el tabulado, así como determinar el índice de refracción para luego comparar, estará en la capacidad de Identificar parcialmente sustancias orgánicas a través del punto de ebullición e índice de refracción, que es objetivo N°2 de esta práctica.

Sin embargo, para la Práctica 4, las experiencias 1, 2 y 3 dan respuesta a los objetivos planteados, pero la experiencia 4 no logra dar cumplimiento a ninguno de ellos, por cuanto se trata de un procedimiento denominado “siembra de cristales” el cual resulta útil como nucleador para acelerar la recristalización de sólidos cuando el descenso térmico no es suficiente para ello. Siendo que los Objetivos han sido reconocidos como una estrategia cognitiva que coadyuva al proceso de enseñanza-aprendizaje, se considera como una debilidad tal como plantean Díaz y Hernández (2001).

En lo concerniente a las Prácticas 5, 6 y 14 se aprecia de igual forma congruencia entre las experiencias planteadas y los objetivos a lograr, mas sin embargo, la Práctica 7 no presenta coherencia entre el título, objetivo y experiencia, dado que su título es Destilación Fraccionada y el objetivo Purificar líquidos orgánicos a través de la técnica de destilación simple. Sin embargo, la única experiencia de ésta actividad experimental es Destilación fraccionada de la acetona comercial, lo que lleva a interpretar que se trata de un error de transcripción del texto.

Expuesto todo lo anterior, es evidente que de las siete prácticas de laboratorio analizadas, cuatro de ellas persiguen el alcance de más de un objetivo, por lo que su concepción se ha considerado mejor estructurada que aquellas en donde se pretende el logro de un solo objetivo. Puede notarse además, que el verbo Determinar está presente en un 33,3% de los casos, ya que de un total de doce objetivos, cuatro de ellos se inician con tal palabra. Como se expuso anteriormente, este vocablo no se encuentra dentro de la Taxonomía de Bloom, por lo que hubo la necesidad de, atendiendo a la aspiración de cada objetivo, darle otra connotación. Sin embargo, tales connotaciones se limitaron al nivel I (conocimiento) del dominio cognitivo. En el mismo orden de ideas, el verbo Purificar, que se encuentra en un 25% de los casos dado que tres de los objetivos de inician con él, hubo también que relacionarlo con el dominio psicomotriz, dado que para el logro de los mismos se necesitan destrezas específicas. Lo mismo ocurrió con el verbo Separar, que se encuentra en un menor porcentaje (8,3%).

Para los otros verbos, Identificar (16,6%) y Seleccionar (8,3%), se notó que se quedan igualmente en el nivel I del dominio cognoscitivo, mientras que, el verbo Establecer (8,3%), se relacionó con la acción de Distinguir dada la aspiración inicial, la cual se ubica en el nivel taxonómico II del dominio cognoscitivo, el de Comprender. Lo anterior sugiere lo siguiente:

1. El 74,8% de los objetivos contemplados en las siete prácticas de realización semestral en la asignatura Química Orgánica I persiguen el dominio cognoscitivo, del cual sólo el 8,3% de ellos conduce a los estudiantes a la comprensión, aspecto más mero del entendimiento que consiste en captar el sentido directo de una comunicación o de un fenómeno, como la comprensión de una orden escrita u oral, o la percepción de lo que ocurrió en cualquier hecho particular; mientras que el restante 66,5% se limita al conocimiento de hechos específicos, de formas y vías de tratar con tales hechos, así como el conocimiento de lo universal y de las abstracciones específicas de un determinado campo del saber, en este caso particular, el de la Química. Son en líneas generales, elementos que deben memorizarse.
2. Sólo un 25% de los objetivos mencionados están referidos a las destrezas.
3. Hay ausencia de objetivos del dominio del campo afectivo, ya que ninguno de los que persiguen las prácticas de laboratorio analizadas conlleva al estudiante a la interiorización de una actitud, de un valor o apreciación, de la toma de conciencia sobre algún tópico.
4. Se puede inferir que las prácticas son, según sus objetivos, de Verificación, o de comprobación, ya que se utiliza para comprobar en la práctica una teoría, ley o hipótesis ya conocida por el estudiante. Sirve de consolidación para el contenido teórico.

El Carácter de Realización y Organizativo de las Prácticas desarrolladas en la asignatura Química Orgánica I

Las prácticas en estudio siguen una ejecución Frontal por parte del estudiante, ya que todos ingresan al laboratorio a realizar la misma actividad experimental lo que, tal como señalan Crespo y Álvarez (2001), requiere de una cantidad de los mismos materiales y reactivos superior a que si las prácticas entre grupos experimentales fueran diferentes.

Generalmente todos los tipos de prácticas de laboratorio se planifican dentro de un período de tiempo, pero en este caso se refiere a las concebidas dentro del horario docente. Por lo expuesto, se tiene que las prácticas de laboratorio son de tipo Temporal, dado que se realizan en un espacio de tiempo de estricto

cumplimiento mas, sin embargo, no se le brinda al estudiante la clase práctica del contenido teórico de la misma.

Finalmente, los trabajos experimentales que se aplican en la asignatura Química Orgánica I tienen la particularidad de ser actividades conducentes a la verificación de postulados teóricos, lo que hace suponer que lo escrito es una verdad sin posibilidades de modificación por lo que no hay tendencia a incentivar en el estudiante la determinación de la exactitud de la información (datos tabulados, cantidades de muestra a emplear, entre otros valores y/o procedimientos). Asimismo dan la noción de que con tan sólo seguir las instrucciones de la práctica, las posibilidades de equivocación no existen, por lo que el laboratorio es un espacio para medir y obtener resultados. Todo lo anterior repercute en un trabajo experimental entendido como la mera ejecución, con muy poco –o nulo- énfasis en el análisis e interpretación, y mucho menos en la aplicación. Asimismo, como la ejecución de las experiencias es guiada en su totalidad, el estudiante no se ve comprometido con la planificación y diseño de la misma; es decir, con la búsqueda de alternativas o complementos para el logro de la parte experimental.

Además, adolecen estas prácticas de un contexto o marco referencial sobre el cual el estudiante pueda construir conocimientos, algo necesario en la educación superior, y más aún en la formación de futuros docentes. Dado que el programa de la mencionada asignatura no incluye un componente experimental definido, presenta deficiencias y necesidades en el hacer ya que como componente experimental no le permite al estudiante alcanzar una visión dinámica de la Química de los Compuestos del Carbono, más acorde con el mundo y sus realidades.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1990). *Psicología educativa. Un Punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Barberá, O y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, XIV (3). 365-379.
- Bloom B. et al. (1972). *Taxonomía de los objetivos de la educación, la clasificación de las metas educacionales*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Briceño, J. (2005). *Manual de Laboratorio Química Orgánica Técnicas Básicas*. Maracay, Venezuela: IMPREUPEL.
- Crespo, E. y Álvarez, T., (2001). *Clasificación de las Prácticas de Laboratorio de Física*. Disponible:



<http://www.upsp.edu.pe/descargas/Docentes/Antonio/revista/01/2/189401206.pdf>. Consulta: 2006, octubre 25.

Díaz, F. y Hernández, G. (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Fraga, J. (1996). *Estrategia metodológica para la enseñanza del método experimental en la Física*. en Temas Escogidos de Didáctica de la Física. Ed. Pueblo y Educación, 1996. pp 65-71.

Galindo, F. (2005). *La Universidad como la Industria del Conocimiento*. [Documento en línea], Disponible: www.fgalindosoria.com. Consulta: 2006, marzo 26.

García, M. (1991). Tendencias sobre la enseñanza de la ciencia en manuales de laboratorio de química. *Investigación y Posgrado*. VI (2) 81-104.

García, M. (2000). Desarrollo de habilidades, destrezas y hábitos, objetivo del laboratorio de química en la educación media diversificada. [*Boletín CENAMEC Multidisciplinario*] 9, 27-63.

García, M. y Nebreda, M. (2002). El laboratorio: Un espacio para reflexionar. [*Boletín CENAMEC Multidisciplinario*] 11, 11-15

Good, T. y Brophy, J. (1995). *Psicología educativa contemporánea*. Mexico McGraw-Hill Interamericana.

Gómez, A. (1999). *Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento de la formación de habilidades experimentales en los futuros Licenciados en Educación de la carrera Física y Electrónica*. Disponible:<http://www.inder.co.cu/portal/bibvirt/web/Trabajo%20Biblioteca%20Virtual/Archivos%20Tesis/Tesis%20Amanda%20G%C3%B3mez%20Zoque/Amanda%20G%C3%B3mez%20Zoque.htm>. Consulta: 2006, octubre 25.

Marín Martínez, N. (2003) Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra, 43-55.

Shuell, T.J. (1990) Phases of meaningful learning. *Review of Educational Research*, 60, 531-547.

UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. España: Autor.