



## Critical Thinking in the Teaching of Physical Sciences in Higher Secondary Education Programs

---

Andrés González García, Luis David Valadez Ponce and  
Beatriz Eugenia Rubio Campos

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

June 14, 2019

# **Pensamiento Crítico en la Enseñanza de las Ciencias Físicas en los Programas de Nivel Medio Superior**

*Andrés González García, Luis David Valadez Ponce*

*Universidad de Guanajuato*

*Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico León*

*Avenida Álvaro Obregón No. 308, Col. Centro, C.P. 37000, León, Gto., México, e-mails:*

[andres.gonzalez@ugto.mx](mailto:andres.gonzalez@ugto.mx), [valdezluisdavid25@gmail.com](mailto:valdezluisdavid25@gmail.com)

*Beatriz Eugenia Rubio Campos*

*Universidad de Guanajuato*

*Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato*

*Alameda No.100, Colonia Centro, C.P. 36000, Guanajuato, Gto, México, e-mail:*

[be.rubiocampos@ugto.mx](mailto:be.rubiocampos@ugto.mx)

**Abstrac.** En este trabajo se muestra una metodología para la enseñanza de las ciencias fisicomatemáticas, para los cursos impartidos en los Niveles de Educación Media Superior y Educación Superior. Se muestra el desarrollo de una clase empleando las tecnologías de bajo costo como las tarjetas programables de fácil uso y programación por profesores y alumnos. Tecnologías que ayudan a llevar una clase más amena para los estudiantes. Se muestran algunas prácticas empleadas para tal fin por su modelo académico y de fácil entendimiento por parte de los alumnos.

**Keywords.** *Pensamiento crítico, educación por competencias, modelos educativos.*

## **1. Introducción**

Muchos de los profesores del Nivel Medio Superior y superior, se contratan por su nivel de conocimientos, que tienen en algunas disciplinas, implicando una mayor parte de profesionales que no tienen experiencia docente. Esta experiencia en la mayoría de los casos la adquieren con el transcurso de los años que dura el profesional contratado o por el contrario el profesional por propia voluntad se actualiza tomando cursos, diplomados o posgrados en la enseñanza de la educación de Nivel Medio Superior o Superior. Muchos de estos docentes toman esta actividad como su actividad central y ya no quiere abandonarla. El presente trabajo se pretende la implementación de la tecnología actual, en la enseñanza de las ciencias físicas, para profesores del Nivel Medio Superior y Superior si es el caso, sin dejar atrás las metodologías de las actuales prácticas pedagógicas que fueron implementadas por la Secretaría de Educación Pública.

## **2. Antecedentes**

¿Cómo enseñar física?, es lo primero que un docente de ciencias físicas de los niveles de educación Media Superior se pregunta, ¿se aprende física en las clases tradicionales?, para dar respuesta a esta pregunta se debe de realizar exámenes introductorios de forma oral o escrita del nivel de conocimiento con que cada alumno llega a un curso en particular, de esta manera el profesor tendrá una idea general del curso y la forma como deberá plantear cada clase. Pero respondiendo la pregunta, ¿es posible aprender con las clases tradicionales?, para ello se debe tener en cuenta el interés de cada alumno y la madurez con que toman sus cursos, con este tipo de estudiantes la enseñanza tradicional resulta muy eficiente, para los alumnos, y en el caso de alumnos apáticos, la metodología debe ser contraria a la forma tradicional, así, hay que buscar formas de cómo acoplar a estos alumnos y hacerles entender que no sólo se aprende física para llegar a ser estudiantes de alguna carrera de ingeniería o de ciencias exactas, este aprendizaje les servirá para ayudar a sus propios hijos cuando estos, lleguen con tareas y preguntas. En fin es muy

contradictorio la forma de la enseñanza tradicional y los nuevos métodos pedagógicos de enseñanza actuales. Muchos docentes tienden a decirles a sus alumnos “cuando estén estudiando una carrera profesional, se darán cuenta de que él profesor tuvo la razón y será demasiado tarde por no darles el interés necesarios para aprender”. Las frases por parte de los profesores como “estos estudiantes no son capaces de aprender física bajo ninguna circunstancia” se deben de dejar a un lado y mejor pensar que los estudiantes no son el problema es la forma como algunos profesores llevan sus cursos.

El modelo tradicional de aprendizaje de las ciencias, se basa en una serie de pasos que indirectamente los docentes recurren como; pedirle a los alumnos que escriban todas las ecuaciones del curso y que las memoricen, dejarles mucho problemas del libro guía de estudio para poner en práctica las ecuaciones, escribir en los exámenes el formulario para resolver las preguntas, etc., pero con esto el profesor hace que los alumnos caigan en una sobre carga de conocimiento cognitivo. Entonces la pregunta final es ¿Cómo enseñar ciencias fisicomatemáticas?, para responder el profesor debe preguntarse primero ¿Cómo aprendemos ciencia?, entonces llegara a la mente de cada profesor; los procesos y representaciones mentales, las experiencias anteriores, las formas de razonamiento y algunas teorías de aprendizaje. El profesor debe tener presente los principios cognitivos para enseñar ciencias; debe saber entender que pasará en el aula de clases, por ejemplo cómo los alumnos emplearan los procesos de memorización, esto significa, cómo los alumnos almacenan su información, si, lo hacen mediante memoria rápida o limitada, llamada también memoria de trabajo. Con el empleo de la memoria a largo plazo en los alumnos, el profesor deberá de definir si toda la información será almacenada por periodos muy largo de tiempo, debido a que esta no es accesible inmediatamente, conlleva un proceso para traerse a la memoria de trabajo y ser utilizada; este procedimiento es automático e inconsciente. Otro procedimiento es como los alumnos asociaran y estructuran el conocimiento, si lo hacen mediante cadenas de activación de conocimientos asociados, si la estructura del conocimiento lo hace mediante redes conceptuales ya que el patrón de asociación depende de la estructura del conocimiento de cada alumno; el contexto del alumno, su estado mental y su experiencia. Finalmente otro proceso es la aplicación de los modelos mentales y conceptuales, esto quiere decir cómo los alumnos aprenden ciencias significativamente implicando que sean capaces de recrear las teorías en sistemas de representación internos de conceptos relacionados y no como simples listas de hechos y formulas, que es lo habitual en los materiales curriculares y más en las clases de ciencias fisicomatemáticas. Esto debe de llevar al profesor a pensar en; Las formas de razonamiento del aprendizaje de las ciencias, donde se presentan ideas ingenuas comunes, las cuales se definen como líneas de pensamiento robusto y frecuente en los alumnos cuyo contenido es generalizar inapropiadamente, y fusionar distintos conceptos en uno. Los elementos primitivos del conocimiento, indican las líneas de razonamiento articuladas como situaciones específicas de la vida cotidiana y en algunos casos como cognición situada. Todo profesor de ciencias físicas debe de reflexionar en las siguientes preguntas ¿Cuáles son las confusiones típicas?, ¿Qué conceptos son más difíciles de entender a los alumnos?, ¿Relacionan algunos conceptos con otros?, ¿La generalización la realizan de forma incorrecta?, ¿Tienen bien claras las ideas lo que ocurre en la realidad?, ¿Plantean y resuelven los problemas cómo lo hacen en la vida diaria, sin tener nociones generales y específicas? Todo esto conlleva al empleo de las teorías del aprendizaje de las ciencias, cómo; la construcción del pensamiento, donde se da búsqueda de respuestas a una pregunta significativa para el alumno. En este caso el alumno reutiliza el conocimiento de experiencias anteriores, cómo; las clases anteriores y la experiencia con su entorno. Aquí el contexto, se construye en la mente, es decir depende del contexto de cada persona, cómo su estado mental y la situación donde se inserta el problema. El cambio conceptual, donde es fácil aprender algo que concuerda o extiende un conocimiento previo, además de ser complejo aprender algo que es totalmente desconocido y no se asocia a conocimiento previo, se debe contextualizar y permitir hacer una conexión de un nuevo concepto y tener presente el uso de términos desconocidos para los alumnos los cuales pueden dificultar el entendimiento. Substancialmente es complejo cambiar a una estructura o esquema bien establecido, donde se debe asegurar que los alumnos aprendan bien los

conceptos básicos, para construir estructuras sólidas donde puedan integrar conocimientos nuevos. La resolución de problemas no se deben de correlacionar con el entendimiento conceptual, para esto se requiere de preguntas que involucren distintos modos de pensar, y no el aprender por repetición. La individualidad del aprendizaje, donde cada alumno construye sus propios modelos mentales que tienen diferentes respuestas y aproximaciones al aprendizaje, los individuos que tienen distintos estilos de aprendizaje, tales como; el ser pasivo o dinámico, el ser abstracto o concreto. Se debe de tener presente que no hay una mejor forma de enseñar, lo mejor es usar distintas formas o enfoques de enseñanza para los conceptos, usando experiencias propias como; una guía, para preguntar y escuchar a los alumnos. El aprendizaje social, se basa en la interacción de los alumnos mediante interacciones sociales, donde se hace uso de la comunicación, las preguntas y respuestas, los obstáculos y los intercambios conflictivos. Se debe tener en cuenta que el aprendizaje es más efectivo cuando se interactúa socialmente con otros individuos. Los físicos y científicos tienden a ser personas autosuficientes en el proceso de aprendizaje, pero es necesario considerar otros puntos de vista, para explicar los propios. Todas estas teorías conllevan a métodos instruccionales derivados de estas teorías, tales como; Los conflictos conceptuales, que implican conflicto entre los conocimientos anteriores y los nuevos conocimientos, donde hay una destrucción de conocimientos mal constituidos y se presentan una construcción de nuevas estructuras. Aquí el alumno debe de aprender el modelo de evocar, hacer preguntas y escuchar su predicción, y confrontar, donde el alumno aprende a experimentar y observar los fenómenos, resolver conflictos, aprender a discutir con sus pares, y finalmente a reflexionar las implicaciones de sus conclusiones. La construcción de puentes, se debe de comenzar con lo correcto del razonamiento del alumno desde este punto se extrapola para transformar el modelo mental y usarlo como un ancla, el cual debe ser concreto más que abstracto y estar muy seguros del resultado. La restricción del marco, en este caso no es fácil distinguir lo importante de lo irrelevante cuando hay mucha información, se debe simplificar el problema para que se comprendan los conceptos fundamentales donde los alumnos deben aprender a ignorar las partes no importantes, y elegir a qué poner atención. Las representaciones múltiples, indican distintas representaciones que ayudan a utilizar mejor la memoria de trabajo, estas son más efectivas generando asociaciones con diferentes aspectos de la situación.

Los principios cognitivos del aprendizaje se deben de presentar a los alumnos que se pueden situar en dos niveles; estado binario y estado constructivista. El estado binario consiste en que los alumnos esperan saber si las cosas están bien o mal, si algo es correcto o no. El estado constructivista consiste en que los alumnos se hacen cargo de su propio aprendizaje, y se enfocan más en el proceso que en los resultados. Es importante que se favorezcan las actitudes positivas en clases con respecto a la independencia que implica una responsabilidad en lo que se aprende, la coherencia, el marco conceptual coherente, el concepto definido como el entendimiento de los conceptos fundamentales. La metacognición, hace reflexionar del propio proceso de aprendizaje, además de desarrollar el entendimiento acerca de lo que significa aprender ciencias y qué se necesita y que el alumno necesita aprender a evaluar y estructurar su conocimiento. La afectividad, que implica una motivación, para aplicar más a sus profesiones o a la vida real, además de mostrarse interesado en que ellos aprendan y tener empatía y carisma con los alumnos, donde ellos tengan que interactuar con sus compañeros si es necesario. En esta parte hay que tener presente el autoestima si, se presenta una alta autoestima, los alumnos se equivocan sin darse cuenta, cuando es el caso contrario es decir una baja autoestima los alumnos saben que se van a equivocar, y se atreven poco. Las emociones donde se desarrollan en un ambiente seguro, donde los alumnos saben que se pueden equivocar, además de tener avances y que pueden mostrar progresos, finalmente el escenario donde no se debe de perder la disciplina.

### **3. Modelo Propuesto.**

En el proceso de enseñanza los profesores deben de presentar una evaluación extendida, entendiéndose con esto la importancia de la retroalimentación bidireccional. Se debe tener presente el avance de los

alumnos, su comprensión, y lo que tienen que mejorar. Los profesores por el contrario deben saber el avance de sus alumnos y saber, si sus clases están dando buen resultado, se debe de poner énfasis, qué hay que repasar y cómo mejorar sus clases. Se plantean preguntas formativas, en la cual los alumnos tienen alternativas en respuestas cortas, estas deben de estar basadas en ideas ingenuas para hacer los distractores, los cuales pueden medir el grado de profundidad del entendimiento conceptual y la funcionalidad del entendimiento. Emplear las preguntas de usos múltiples también es una buena opción, para el control de los conceptos involucrados, emplear preguntas representativas, donde las situaciones se representan con objetos o gráficas, las tareas, las cuales son fáciles de evaluar pero muy efectivas para desencadenar razonamientos primitivos. Las preguntas conceptuales, las cuales representan situaciones realísticas donde se usan principios físicos. Las preguntas de estimación, estos son útiles para trabajar con números más grandes, para cuantificar lo que pasa en el mundo real. Las preguntas cualitativas, estas son efectivas en hacer que los alumnos aprendan a pensar acerca de los conceptos, y hacer conexión con el mundo real. Las preguntas de ensayo, estas son las más reveladoras de ideas ingenuas son explicativas. Hasta aquí se ha presentado un resumen de cómo enseñar materias del área de ciencias fisicomatemáticas, para terminar se explicará una parte que se considera muy importante para la enseñanza y entendimiento de las ciencias físicas en alumnos de Nivel Medio Superior, esta se sintetiza en la siguiente expresión; Recursos tecnológicos para la enseñanza de las ciencias físicas. Con el desarrollo e implementación de nuevas tarjetas electrónicas programables se puede hacer uso de estas tecnologías y hacerlas aliadas de los profesores de ciencias. Estas tecnologías pueden ser de bajo costo, donde se pueden desarrollar experimentos con material reciclado, se pueden obtener recursos gratuitos en línea, para ser implementados en simulaciones, animaciones, visualizaciones, videos, etc. El empleo de videos analizables y software gratuitos para su análisis, para estos desarrollos es útil el empleo de un computador y un proyector para la clase. Las tecnologías de costo medio, como los sensores de movimiento, de fuerza, y software de recolección y análisis de datos empleando computadores y desarrollando interfaz de fácil programación el cual no necesita de conocimientos de programación avanzada por parte del profesor y los alumnos. Con las tecnologías de bajo costo se pueden desarrollar clases donde se explique; la actividad en la construcción de gráficos de posición y velocidad en función del tiempo de partículas en movimientos, donde el objetivo, es que los alumnos comprendan la representación gráfica de movimientos reales, aprendan a graficar y a describir el movimiento. Para los materiales, se pueden usar; cinta adhesiva, lápiz, trozo de madera, canicas, balines, cuerdas, etc. Con este tipo de actividades se puede desarrollar el trabajo grupal mediante el uso de los materiales. Con las tecnologías de bajo costo se pueden implementar el análisis de videos de movimientos reales, que para representarlos gráficamente se recurren a los recursos en línea que son gratis. Las tecnologías de costo medio, como se mencionó anteriormente incluyen a los sensores de movimiento y fuerza además del software de recolección y análisis de datos. El profesor puede construir sus propias simulaciones empleando recursos de código abierto gratis en línea.

#### **4. Conclusión**

Como conclusión tenemos que las nuevas prácticas pedagógicas en combinación con la tecnología actual es una mancuerna muy útil en la enseñanza de las ciencias físicas. Todo profesor puede hacer uso de estas herramientas con tecnologías de bajo costo y de costo medio, que con la ayuda de un computador portátil y un video proyector el docente tiene una infinidad de formas para desarrollar sus actividades académicas y que los alumnos puedan hacer uso de esta, implementando y desarrollando nuevas prácticas a las ya desarrolladas en clases. Además de que los dispositivos empleados como sensores de movimiento, de fuerza, de posición, acelerómetros, de temperatura, humedad, corriente, tensión, etc., son baratos y fácil de conseguir. El uso de software pueden aún mejor las actividades en clases ya que estos se pueden conseguir en línea sin costo gracias a que son todos de uso libre. Con esto se quiere que más profesores introduzcan en sus actividades académicas estas tecnologías sin dejar atrás las nuevas prácticas pedagógicas.

## Referencias bibliográficas.

- [1]. Patricia Ducoing Watty, “Pensamiento Crítico en educación”, iisue educación, 2014.
- [2]. Georges Soussan, Andros Limitada, “Enseñar las ciencias experimentales: didáctica y formación”.
- [3]. Redish, et al, Cl., “Teaching Physics: Figuring Out What Works”, 1999.
- [4]. Lombardi et al., “KIN Teaching Kinematics with Real-Time Lab-work: some examples”, 2009.
- [5]. Beichner, “An Introduction to Physics Education Research”, 2007.
- [6]. Francisca Capponi, “¿Cómo enseñar física?”, Ciedu