



Enfoque sistémico de la investigación en Física Educativa

Silvia G. Maffey García^{ac}

^aInstituto Politécnico Nacional. Manz. II, Edif. 24 A-202, U. Lindavista Vallejo. C.P: 07720. México, D.F.

ARTICLE INFO

Received: 4 December 2013

Accepted: 15 September 2014

Keywords:

Enfoque sistémico.
Física educativa.
Enseñanza de la Física.

E-mail: smaffey@ipn.mx.

ISSN 2007-9842

© 2014 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

Research in Physics Education has many dimensions: instructional design, teacher training, teaching methods, didactic materials, etc. All these yield useful results for discipline and for educational practice in general. However, each educational phenomenon is the result of the interaction of several variables: knowledge, the teacher, the student, the education system, plans and curricula, didactic resources, etc. Making decisions about educational issues determined from studies of any of these variables will yield partial results in not considering the interaction thereof. In response, the proposal for this work, in educational phenomena of physics, is the study of the situations under a systemic approach that considers the many variables involved in it, starting from the very epistemology of knowledge where the aspect is implicit given the experimental nature of the science in question.

La investigación en Física Educativa tiene muchas vertientes: diseño didáctico, formación del profesorado, metodología didáctica, materiales didácticos, etc. Todas estas arrojan resultados útiles para la disciplina y para la práctica educativa en general. Sin embargo, cada fenómeno educativo es el resultado de la interacción de diversas variables: el saber, el profesor, el estudiante, el sistema educativo, los planes y programas de estudios, los recursos didácticos, etc. La toma de decisiones respecto a determinada problemática educativa a partir de estudios de cualquiera de estas variables arrojará resultados parciales al no considerar la interacción de las mismas.

Ante ello, la propuesta del presente trabajo, en los fenómenos educativos de la Física, es el estudio de las situaciones bajo un enfoque sistémico, que considere las diversas variables involucradas en el mismo, partiendo de la propia epistemología de los saberes en donde el aspecto experimental está implícito dada la naturaleza de la ciencia en cuestión.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la Física Educativa como campo propio de investigación ha sido el resultado del trabajo y esfuerzo de físicos, educadores y esencialmente de físicos educativos de todo el mundo en las últimas décadas. Los resultados de estos trabajos sugieren la presencia de muy diferentes factores que influyen en la enseñanza de la Física y por ello esta tarea es compleja (Guisasola, *et. al.*, 2004).

Si bien, no hay una coincidencia total entre los diversos autores sobre lo que son las líneas de investigación prioritarias, sí existen ciertas problemáticas que son reconocidas como fundamentales por la generalidad de los investigadores, entre las que se encuentran: “la resolución de problemas” y las “prácticas de laboratorio”. La investigación en general también ha prestado atención a cuestiones como “diseño curricular”, “relaciones ciencia/tecnología/sociedad”, “la evaluación”, “la formación de profesores” y “las cuestiones axiológicas” que plantean las diferencias de género, la diversidad cultural, etc. (Guisasola, *et. al.* 2005).

El trabajar desde estas líneas de investigación es tan útil que sus resultados constituyen el cuerpo de conocimientos de la Física Educativa como una disciplina independiente y sólida. Sin embargo, cada uno de tales resultados, al haberse obtenido a partir del estudio de un aspecto específico del quehacer educativo de la Física,

difícilmente resuelve por sí solo alguna problemática existente en un problema educativo particular, puesto que cada uno es la interacción de varios elementos. Por lo cual, en este trabajo se propone un abordaje de cada problemática desde un enfoque sistémico, es decir, considerando las partes que lo conforman y sus relaciones como un todo estructurado.

II. EL FENÓMENO EDUCATIVO

Yves Chevallard (1991) presenta la idea de sistema didáctico constituido por tres entidades: profesor, alumnos y saber; entendiendo este último como el conocimiento en que debe ser aprendido. Desde esta perspectiva, hay un sistema didáctico para cada saber con estos elementos, de tal forma que el funcionamiento de éste dependerá tanto del propio saber, como del estudiante y del profesor, involucrados.

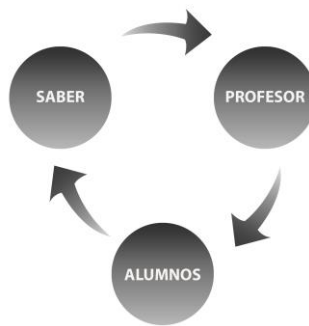


FIGURA 1. El sistema didáctico, conforme a la concepción de Chevallard.

Además de estos elementos constitutivos del sistema didáctico es necesario considerar lo que se encuentra en el exterior del mismo, pero interactúa con el interior, favoreciendo, condicionando o dificultando el aprendizaje:

- Los materiales didácticos que entran al sistema, siendo los más empleados, los libros de texto.
- El laboratorio, elemento inherente a los saberes propios de una ciencia experimental.
- Los métodos y teorías educativos, tanto generales como específicos de la ciencia a la que pertenece el saber.
- Los programas de estudios y el mapa curricular.
- La institución educativa en que se encuentra inmerso el sistema didáctico.
- La política educativa que rige el quehacer de la institución en cuestión y que influye o determina el modelo educativo bajo el que se trabaja.

El presente trabajo considera que estos factores, entre otros y su interrelación constituyen el *fenómeno educativo* en la Física, conceptualizado éste como: *el sistema didáctico de saberes de la Física, los diversos factores que en él intervienen y la interrelación entre éstos.*

El tomar en cuenta a los elementos del fenómeno educativo y la forma en que se relacionan entre sí, además de su efecto en el logro del aprendizaje es una aproximación al llamado enfoque sistémico.

III. ENFOQUE SISTÉMICO

Un sistema es un todo cuyas partes están en permanente interacción, en condiciones o no para su funcionamiento (Hamel & Pérez, 2012).

En el sentido estricto de la palabra, un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí, que constituyen una determinada formación integral, no implícita en los componentes que la forman. No es la suma de

elementos, sino un conjunto de elementos que se encuentran en interacción, de forma integral, que produce nuevas cualidades con características diferentes, cuyo resultado es superior al de los componentes que lo forman y provocan un salto de calidad (Rosell & Más, 2003). Todo sistema tiene 4 propiedades fundamentales que lo caracterizan:

- Los componentes que son todos los elementos que constituyen el sistema.
- La estructura, que comprende las relaciones que se establecen entre los elementos del sistema.
- Las funciones, que son las acciones que puede desempeñar el sistema.
- La integración que corresponde a los mecanismos que aseguran la estabilidad del sistema.

La concepción sistémica consiste en suponer que los objetos bajo estudio, son sistemas o partes de sistemas y que a su vez, un sistema es un objeto complejo que tiene propiedades globales y se comporta como un todo debido a que sus componentes están unidos entre sí (Bunge, 2009).

Las ideas del enfoque sistémico no son nuevas, ya desde la antigüedad greco-romana se intentó establecer las leyes a que obedece la formación de un sistema de conocimientos. En el transcurso del tiempo, muchos autores han empleado el enfoque sistémico para estudiar los elementos que conforman determinados procesos (Rosell *et al.*, 2003).

El pensamiento sistémico (PS) nace como reacción contra el reduccionismo, es decir, el método que se caracteriza por estudiar los fenómenos o situaciones parte por parte, de manera fragmentada (Herrscher, 2005; citado por Hamel *et al.*, 2012). La razón es obvia, si se estudian las partes por separado, se omiten las relaciones entre ellas y no se vislumbra la totalidad de la cosa, el individuo, la situación o la organización. (Hamel *et al.*, 2012).

La propuesta de este trabajo consiste en estudiar al fenómeno educativo como un todo para cada situación particular, es decir, para cada saber dentro del sistema didáctico, estudiar cada una de los aspectos relacionados, para detectar las congruencias o posibles incongruencias existentes, para de esta manera, diseñar la estrategia didáctica adecuada a cada caso.

El estudiar los elementos de un fenómeno educativo con las interacciones existentes entre ellos así como los resultados que se logran a partir de ello es una propuesta se acerca al enfoque sistémico y a los planteamientos de Campanario y Moya (1999) acerca de las teorías sobre enseñanza de las ciencias en que manifiesta que éstas deben considerar *factores tales como lo que el alumno ya sabe, la especial naturaleza de las disciplinas científicas, la organización social de la enseñanza, las características sociales y cognitivas de los alumnos, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, las relaciones psico-sociales en el aula, los factores motivacionales, los recursos y medios disponibles, etc.* que muestra una concepción claramente integradora.

Otro referente de este planteamiento de estudio integral del fenómeno educativo, está en el trabajo de Cañal y Porlan (1988) que integra a los diferentes actores y objetos presentes en un aula como un sistema constituido por elementos humanos: profesores y alumnos y, por elementos contextuales: aula, mobiliario, material didáctico, etc., en el que se producirán aprendizajes en todos sus elementos humanos como producto de las interacciones que se dan dentro del propio sistema.

En la siguiente sección se explicita el papel que cada uno de los elementos del fenómeno educativo desempeña dentro del mismo, considerando el nivel medio superior en México el cual, conforme a la política de la Secretaría de Educación Pública, trabaja con un modelo de competencias.

IV. ELEMENTOS DEL FENÓMENO EDUCATIVO

IV. 1 El sistema educativo

Un sistema educativo se explica en la forma en la que un país planifica y desarrolla la educación del pueblo en un momento de su historia, por lo que está condicionado por la historia y la estructura de la sociedad a la que pertenece, así como por su mentalidad política, su nivel de desarrollo y hasta las influencias del exterior (Sánchez, 2003). Siendo entonces el sistema educativo el marco general del quehacer educativo de un país, está conformado por el organismo

rector del mismo, las leyes sobre las que se asienta, las políticas que rigen su devenir y las instituciones que ponen éstas en práctica.

IV. 2 Las instituciones

Una institución educativa es una entidad con normas y principios que regulan la acción educativa, siendo así una colectividad organizada que persigue un fin educativo y a la vez el conjunto de normas que regulan la actividad desarrollada en pro de ese fin. A la vez, una institución educativa, se ocupa de la socialización del alumnado y de la transmisión de la herencia cultural de una sociedad, así como del cúmulo de conocimientos científicos de la humanidad, elegidos ex - profeso (Sánchez, 2003).

Para llevar a cabo su misión, las instituciones educativas diseñan su currículum educativo o currículum escolar.

IV. 3 El programa de estudios y el mapa curricular

El currículum escolar es el proyecto en el que se concretan una serie de concepciones ideológicas, socio - antropológicas, epistemológicas, pedagógicas y psicológicas, que expresan la orientación e intencionalidad del sistema y de la institución educativos; está en constante movimiento, pues es permanentemente rebasado por la realidad, en el sentido social, económico, productivo y político (Murillo, s/a).

Del currículum escolar se desprenden el plan de estudios, el mapa curricular y los programas de estudios.

El plan de estudios es un documento que presenta la forma en que se debe realizar la tarea educativa en una institución. Puede estar organizado por asignaturas, áreas o módulos, debe tener una fundamentación derivada del currículum educativo y está integrado por varios elementos, entre ellos: descripción de la finalidad de la carrera o nivel educativo, estructuración por asignaturas, áreas o módulos y objetivos generales y específicos de cada materia, área o módulo, según sea el caso.

El mapa curricular es la representación gráfica del plan de estudios, que permite la visualización total e integral de cada una de las entidades de estudio, con las interrelaciones entre éstas (Murillo, s/a).

Cada entidad de estudios, ya sea una asignatura, un área o un módulo, tiene un programa de estudios, en el cual se marca su organización y planificación.

Así, el sistema educativo determina el quehacer de las instituciones educativas que dependen de éste, las cuales establecen sus planes de estudios y con éstos, sus mapas curriculares.

De los planteamientos del plan de estudios y las interrelaciones mostradas por el mapa curricular se desprenden los programas de estudios que especifican los contenidos a tratar y la manera de hacerlo, de esta forma, el programa de estudios es la herramienta fundamental de trabajo de los docentes.

IV. 4 Modelo educativo

Un modelo educativo es un plan o patrón que se usa para diseñar la enseñanza y para darle forma a los materiales instruccionales, incluyendo libros, apoyos audiovisuales y tecnológicos (Joyce y Weil, 1986; citados por Ramírez, 2010). De esta forma, un modelo educativo es algo diseñado para el logro de un objetivo educativo específico, así como para determinar las acciones seguidas por los participantes del mismo, particularmente, docentes y alumnos (Ramírez, 2010).

IV. 5 Métodos de Enseñanza de la Física

Antes de hablar de competencias, en el ámbito de la Física Educativa, ya había un interés por encontrar métodos, tendencias y estrategias que logran eficientar el aprendizaje de la Física, por lo que los investigadores, se dieron a la tarea de reformular el quehacer del docente y el papel del propio estudiante en los procesos de enseñanza aprendizaje

de esta ciencia, lo que dio lugar a la aparición de diversas propuestas tendientes a superar los resultados ya mencionados.

Entre los métodos, corrientes y diseños de que se habla se encuentran los siguientes: aprendizaje activo (Sokolov, 2006), disertación de demostración interactiva (Sokolov, 2006), tutoriales (Benegas, 2007), aprendizaje como proceso de investigación dirigida (Campanario, 1999), desarrollo de las capacidades metacognitivas (Campanario, 1999), diseño de unidades didácticas (Campanario, 1999), y aprendizaje basado en problemas (PBL) (Lacuesta y Catalán, 2004).

La elección del método a emplear deberá realizarse considerando la opción mas acorde al modelo educativo con que se trabaja y que favorezca el logro de los aprendizajes marcados por el programa de estudios.

Eficacia del método.

Después de la elección del método y su aplicación al quehacer educativo, es necesario medir la eficacia de lo realizado. Para ello, en particular en el ámbito de la Física Educativa, Richard Hake, profesor de la Universidad de Indiana, brinda un recurso estadístico, conocido como “factor de Hake”, o mas propiamente dicho, *factor de ganancia de Hake*.

Su obtención requiere el uso de una prueba estandarizada que se aplica a los estudiantes antes del trabajo didáctico (pre-test) y se aplica después de realizado éste (post- test). Con los resultados obtenidos de la prueba en los dos momentos se procede al análisis, empleando la fórmula (Barbosa *et. al.*, 2011):

$$g = \frac{\% \langle post - test \rangle - \% \langle pre - test \rangle}{100 - \% \langle pre - test \rangle}$$

Donde los porcentajes mencionados se refieren a los aciertos obtenidos en las prueba pre-test y post-test. El propio Hake, brinda un indicativo para interpretar el valor obtenido (Hake, 1998):

TABLA I. Eficacia vs. factor de Hake.

Valor de g	Eficacia
$g > 0.7$	Alta
$0.3 > g > 0.7$	Media
$g < 0.3$	Baja

IV. 6 Materiales didácticos

IV. 6.1 Los libros de texto

El libro de texto es el principal recurso didáctico usado por los docentes, además, claro está del pizarrón. Varios autores han afirmado al respecto:

“... el libro de texto sigue utilizándose en ciencias como un recurso didáctico básico en países y situaciones educativas distintas, aunque de todos modos bien diferentes” (San José, 1993).

“El libro de texto es considerado una herramienta poderosa de uso generalizado en las clases de ciencias” (Otero, 1990, citado por Concari, 2000).

“La transformación de un modelo científico consensuado en un modelo pedagógico es realizada, en general, por los autores de los libros de texto. Siendo el libro de texto el recurso didáctico por excelencia y ...” (Islas y Pesa, 2004).

Es claro que el libro de texto es un recurso, sumamente socorrido en el quehacer docente. Es un elemento auxiliar tanto para profesores como para alumnos, es la vía de comunicación entre los expertos en la disciplina que se trabaja y el ámbito escolar y es el medio por el cuál los saberes llegan al fenómeno educativo.

IV. 6.2 Gis y pizarrón. Computadora, proyector, pantalla

La necesidad de contar con un recurso que permita la explicación escrita y/o dibujada de los conceptos a tratar, la anotación de conclusiones, el desarrollo de la solución de problemas, etc. es innegable. Funciones que cumplen eficientemente gis y pizarrón, o bien plumón y pintarrón. Los equipos modernos, pueden hacer mas versátiles las tareas, permitiendo la inclusión en clase de videos, sitios web interactivos, software especializado, etc.

IV. 6.3 Laboratorio de Física

Al ser la Física una ciencia experimental, el uso de un laboratorio donde poder experimentar con los fenómenos bajo estudio resulta prácticamente indispensable, como lo manifiesta Riveros (1995):

El salón de clases se presta para comunicar una gran cantidad de información en poco tiempo, algunos temas se pueden inducir a partir de demostraciones cualitativas o películas; en cambio el laboratorio se presta para la demostración cuantitativa de datos experimentales, aclara conceptos, verifica leyes o las induce, y es por lo tanto el lugar ideal para aprender a utilizar sus conocimientos en situaciones reales.

Sin embargo, en muchas ocasiones el uso de un laboratorio, es decir, de un espacio específico para la experimentación no es posible en diferentes instituciones educativas, lo que no obsta para recurrir a lo que algunos autores denominan “demostraciones prácticas” (Vázquez, 1994), “experimentos de aula” (Marulanda, 2006), e incluso son parte del método de “demostraciones interactivas en aula” (Sokolov, 2006). Independientemente del nombre que se le asigne o de la metodología en que se encuentre inmerso, la experimentación en aula consiste en una acción que permita al alumno obtener una visualización directa y sencilla de conceptos o fenómenos físicos con que se ha de trabajar (Vázquez, 1994).

IV. 7 El profesor

El papel que juegan los profesores en el fenómeno educativo es variable dependiendo del modelo educativo imperante en la institución donde presten sus servicios, pudiendo ir desde el de profesor en el sentido tradicional del término o el de facilitador del aprendizaje, con algunas variaciones entre estos dos roles.

En lo tradicional, la educación sigue un método de enseñanza de exposición de clase por el profesor y la memorización de textos por el alumno con el fin de presentar exámenes. En este proceso, el conocimiento es administrado por el maestro, y transmitido a los alumnos por diferentes medios por lo general en forma pasiva (Mora, 2006). En modelos como el de competencias, se concibe al profesor como guía, facilitador del aprendizaje y coaprendiz, que debe distribuir su tiempo de dedicación entre la planeación y el diseño de experiencias de aprendizaje. (Villa, 2004).

En cualquiera de las posturas que el modelo educativo en que se trabaje asigne al profesor de Física, éste debe ser capaz de realizar una planeación didáctica eficaz de su trabajo, por lo que debe ser versátil, capaz de pasar de la mención de conocimientos a inducir o deducir a partir de ellos, de hacer demostraciones, diseñar experimentos, realizarlos e interpretarlos, organizar grupos de trabajo, etc. (Riveros, 1995).

IV. 8 Los alumnos

Los alumnos llegan al fenómeno educativo como lo que son: individuos con su problemática personal, sus capacidades, sus expectativas, sus conocimientos previos y su propio estilo de aprendizaje.

Los aprendizajes previos están constituidos por una parte por los conocimientos empíricos adquiridos a través de la vida y el contexto en que se han desenvuelto los estudiantes y por la otra, por los estudios escolares previos realizados.

El estilo de aprendizaje es un rasgo de individualidad de quien aprende formado por diversas características, para efectos del presente trabajo, entenderemos *estilo de aprendizaje* como: *la suma de: el mecanismo de percepción, los procesos mentales y las acciones conscientes que un alumno realiza para adquirir un conocimiento*. Existen diferentes clasificaciones que permiten agrupar a su vez a los individuos bajo un rubro de estilo de aprendizaje, algunas de ellas son según Gómez (2004): Modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrman, Modelo de Felder y Silverman, Modelo de Kolb, Modelo de programación neurolingüística de Bandler y Grindes, Modelo de Hemisferios Cerebrales y Modelo de Inteligencias múltiples de Gardner.

IV. 9 El saber

El saber, el elemento del sistema didáctico sobre el que trabajan los otros dos: los alumnos para adquirirlo y los profesores para los estudiantes lo hagan suyo, participa en éste con una serie de características que debieran determinar su forma de participación: la disciplina a la que pertenece, su desarrollo histórico o contextual y su epistemología.

La ubicación del saber, en la ciencia o disciplina a la que pertenece determina muchos de sus atributos, para el caso de la Física, ha de considerarse que se trata de una ciencia natural, factual, experimental y exacta; lo cual implica que los saberes a considerar son relativos a fenómenos naturales, demostrables de forma experimental, que pueden ser estudiados y modelados por medio de la matemática.

IV. 9.1 La historia del saber

Por las características propias de la Física, los saberes que la constituyen, han sido observados, estudiados y explicados a lo largo de la historia, lo que ha determinado su conceptualización, a la luz de otros conocimientos que han permitido adecuar, corregir y/o precisar la visión y el conocimiento que se tiene de éstos.

A decir de Navarro (1997), al enseñar Física mediante el uso de su historia es plausible que se logre una mayor "humanización" de aquella, de tal forma que aparecerá como una faceta más de nuestra cultura, lo que debe representar un elemento de motivación para el estudiante medio, que percibirá a la ciencia como una elaboración humana, y llegará así a una comprensión más adecuada de las ideas y de los conceptos analizados en el contexto de su aparición y desarrollo. El estudio de la historia de un saber, contribuye también a su tratamiento didáctico (Slisko, 2008) contribuyendo a desarrollar un modelo de enseñanza /aprendizaje como investigación que brinde a los alumnos una idea más adecuada sobre la naturaleza de la ciencia.

IV. 9.2 La epistemología del saber

La epistemología de los saberes se ocupa de su génesis, de la forma en que se han generado los conocimientos al respecto y con ello, resultan una guía para su generación en la mente de los aprendices. (Sánchez, 2003). En el caso del conocimiento científico se tienen dos génesis:

- La histórica, es decir, la generación de tal conocimiento en la humanidad.
- La educativa, es decir, la generación de ese conocimiento en la mente del educando.

Por tanto, es conveniente analizar la epistemología de un saber cuando se estudia el fenómeno educativo relacionado a él desde las dos vertientes mencionadas. (Furió y Guisasola, 1997).

IV. 10 La evaluación

La evaluación del aprendizaje forma parte del fenómeno educativo como un elemento que debiera ser un indicador de la efectividad del mismo y con ello una guía para conocer si se están haciendo bien las cosas o no, con la finalidad de corregir, adecuar, cambiar o eficientar según sea el caso.

Sin embargo, en la realidad tiene otros efectos:

- Para las instituciones es un instrumento de acreditación, reduciendo así la evaluación a un mero proceso de calificación.
- Para los profesores es un mecanismo de control y presión.
- Para los estudiantes la atención está en la calificación, pues ésta es un parámetro que les puede ser útil o causarles un perjuicio, por lo que es común que circunscriban sus esfuerzos a lo que requieren hacer para obtener una calificación conveniente a sus intereses y no a lograr un genuino aprendizaje.

Ante esta situación, la evaluación, vista simplemente como calificación, se convierte en algo que permea todo influyendo en el quehacer de los principales actores: estudiantes, profesores y representantes autoridades de las instituciones.

Las definiciones de evaluación de los aprendizajes son múltiples y variadas, pero López e Hinojosa (2002) afirman “es una etapa del proceso enseñanza-aprendizaje que se utiliza para detectar el progreso del alumno. La información debe servir al profesor y al alumno para tomar decisiones”. Más aún, resulta un recurso útil para la valoración de la efectividad e idoneidad de profesores, medios y recursos didácticos, modelo educativo e incluso mapa curricular.

Dicho todo lo anterior, el fenómeno educativo en Física, bajo un enfoque sistémico debe considerar el papel que juegan sus elementos participantes, la efectividad de los mismos en lo individual y en la interrelación existente entre éstos, concebida esta como en el caso que se ilustra con la esquila de la Figura 2.

V. CONCLUSIONES

Tanto los diferentes elementos que intervienen en un fenómeno educativo de la Física como las interrelaciones entre ellos son factores que influyen sino es que determinan el éxito o fracaso del mismo. El abordaje didáctico que se haga para un fenómeno fácilmente como el movimiento de proyectiles será diferente del que se emplee para uno que requiera una abstracción como es la naturaleza dual de la luz, algo similar ocurre si se trabaja en un modelo educativo tradicional en el que el profesor es un “dictador de cátedra” o en un modelo constructivista en donde su papel es el de facilitador, promotor del aprendizaje. Tampoco puede abordarse el aprendizaje de un mismo fenómeno con un estudiante que posea conocimientos previos de cálculo que con uno que solo cuente con álgebra o trigonometría como herramienta. A la vez, el logro de un aprendizaje no se dará de la misma manera cuando existe una concordancia entre modelo educativo, currículo académico y programas de estudio que cuando no hay coherencia entre éstos pese a que la teoría afirme que debe haberla. Un método didáctico que incluya actividades experimentales no dará el mismo resultado que uno que carezca de ello por cuestiones del sistema educativo, existencia o carencia de recursos etc.

De tal forma que el enfoque sistémico para el análisis de cada fenómeno educativo, considerando a sus partes e interrelaciones como un todo dará lugar a un diagnóstico realista de la problemática y permitirá el planteamiento de soluciones de la misma naturaleza y con ello más eficientes que un trabajo centrado en solo alguna de las partes.

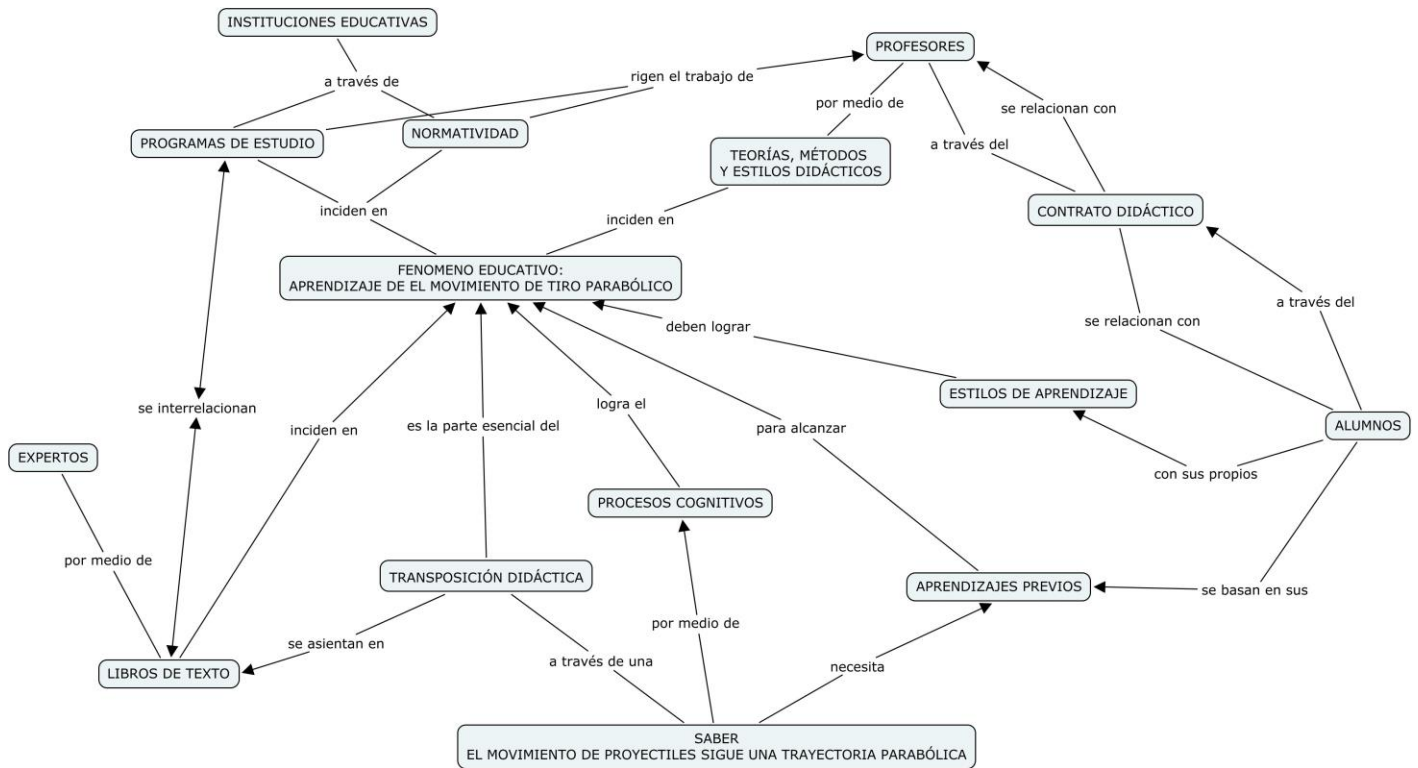


FIGURA 2. Interrelación entre elementos de un fenómeno educativo.

REFERENCIAS

- Barbosa, L., Mora, C., Talero, P. & Organista, J. (2011). El soplador mágico: un experimento discrepante en el aprendizaje de la ley de presión hidrodinámica de Bernoulli. En: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(4), 4309.
- Benegas, J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: una experiencia exitosa de aprendizaje activo de la Física. *Latin American Journal of Physics Education*, 1(1), 32-38.
- Bunge, M. (2009). Dos enfoques de la Ciencia: Sectorial y Sistémico. *Rev. Real Academia de Ciencias*, 64, 51–63.
- Campanario, J. M. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Cañal, P. & Porlan, R. (1988). Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las ciencias*, 6(1).
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Aique. Argentina.
- Concari, S. & Giorgi, S. (2000). Los problemas resueltos en textos universitarios de Física. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 381 – 390.
- Furió, C. & Guisasola, J. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. *Enseñanza de las ciencias*, 15(2), 259-271.

Gómez, L. (dir). (2004). *Manual de estilos de aprendizaje*. DGB, SEP. México.

Guisasola, J. (2005). La investigación en la enseñanza de la Física. De la anécdota a la producción de conocimiento científicamente fundamentado. *Investigacoes em ensino de ciencias*, 10(1), 103-127.

Guisasola, J., Gras-Mart, A., Martínez-Torregrosa, J., Almudí, J. M. & Becerra, C. (2004). *¿Puede ayudar la investigación en enseñanza de la Física a mejorar su docencia en la universidad?* *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(3).

Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1).

Hamel, Y. & Pérez, I. (2012). Pensamiento sistémico: una respuesta a la escuela de la sociedad del conocimiento. *Revista EDUCARE*, 16(1).

Islas, S & Pesa, M. (2004). Concepciones de los profesores sobre el rol de los modelos científicos en clases de Física. *Revista de enseñanza de la Física*, 17(1).

Lacuesta, R. & Catalán, C. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas: una experiencia interdisciplinar en ingeniería técnica en informática de gestión. *En: X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática JENUI*. Alicante.

López, S. & Hinojosa, E. (2002). *Evaluación del aprendizaje*. México: Trillas, ITESM, ILCE.

Marulanda, J. I. & Gómez, L. A. (2006). Experimentos en el aula para la enseñanza de la Física. *Revista colombiana de Física*, 38(2).

Mora, C. (2006). *LAPEN y la formación de profesores de Física*. IX Conferencia Interamericana sobre Educación en Física. San José de Costa Rica.

Murillo, H. (s/a). *Currículum escolar, planes y programas de estudio*. Recuperado de: http://www.cuaed.unam.mx/puel_cursos/cursos/d_fded_m_dos/modulo/unidades/u1/curri_plan.pdf. Consultado: el 20 de diciembre de 2012.

Navarro, L. (1997). Historia de la Física y enseñanza de la Física. *En: Taller iberoamericano de enseñanza de la Física universitaria*. Universidad de la Habana. Cuba.

Ramírez, M. S. (Coord.). (2010). *Modelos de enseñanza y método de casos: estrategias para ambientes innovadores de aprendizaje*. México: Trillas.

Riveros, H. (1995). El papel del laboratorio en la enseñanza de la Física en el nivel medio superior. *Perfiles educativos UNAM*, 68.

Rosell, W. & Más, M. (2003). El enfoque sistémico en el contenido de la enseñanza. *Educación Médica Superior*, 17(2).

San José, V., Solaz, J. & Vidal-Abarca, E. (1993). Mejorando la efectividad instruccional del texto educativo en ciencias: primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 137-148.

Sánchez, S. (Dir.). (2003). *Diccionario de las ciencias de la educación*. México: Santillana.

Slisko, J. (2008). La historia de la Física en la enseñanza. Desde los objetivos curriculares hasta a práctica docente. En: *El Cronopio*, 16-21.

Sokolov, D., et. al. (2006). *Active Learning in Optics and Photonics*. París: UNESCO.

Vázquez, J. B., García, E. & González, P. (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias*, 12(1), 63–65.

Villa, E. (2004). *Un nuevo modelo educativo para el IPN*. Materiales para la reforma. México: IPN.