

**PRECONCEPCIONES
EN CIENCIAS EXPERIMENTALES.
ALGUNOS EJEMPLOS EN FISICA.
RECURSOS DIDACTICOS**

**AMADOR GONZALEZ VICENTE
JOSE CARLOS CHAVERO BLANCO**

I.B. "EUGENIO FRUTOS" GUAREÑA (BADAJOZ)

RESUMEN

En la actualidad se dedica una atención creciente al origen, persistencia y modificación de los esquemas alternativos de los alumnos, junto a las implicaciones que conlleva para el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje y para la formación del profesorado de ciencias. Investigaciones recientes muestran que las ideas intuitivas de los alumnos difieren significativamente del contenido formal de las asignaturas, interfiriendo en su aprendizaje.

En este trabajo pretendemos dar una visión global del estado en que se encuentra el problema de las preconcepciones según el modelo constructivista. Centraremos nuestro estudio en el aprendizaje de las ciencias, particularmente para el área de física.

SUMMARY.

Nowdays we devote an increasing attention to the origin, persistence and modification of the pupils'alternating esquemes and also to the implications related to the design of theaching-learning pupils'intuitive ideas differ meaningfully from the formal contents of the subjects, interfering in their learning.

Whit this work we try to give a global vision of how the problem of misconceptions remains according to the constructivist model. We will sim our investigations to the learning of science and particulary in the physics field.

INTRODUCCION

Recientes desarrollos en el campo de la psicología cognoscitiva, sugieren que el aprendizaje por los alumnos de materiales complejos tiene lugar mediante la organización y reestructuración imaginativa de experiencias anteriores, más que a través de la asimilación de nueva información.

Antes de iniciar el estudio formal de la ciencia los alumnos tienen ideas intuitivas acerca del mundo; este hecho se acepta desde diferentes posiciones: Ausubel (Ausubel, 1968), Kelly (Kelly, 1971), Piaget (Piaget, 1965). Desde la perspectiva de la psicología constructiva, estas ideas son, según Driver (1981), elaboraciones activas de la realidad a partir de :

- Un proceso combinado de inducción, intuición e imaginación del alumno.
- El uso de términos científicos en el lenguaje común.
- La influencia del entorno.

Los resultados de las investigaciones coinciden en varios aspectos sobre las características e importancia de las ideas intuitivas (Osborne y Wittrock, 1983):

1º No son, en general, congruentes con los conceptos, leyes y teorías que los alumnos tienen que aprender.

2º Constituyen un esquema conceptual coherente, con amplio poder explicativo.

3º Son muy resistentes al cambio; a veces no cambian en absoluto incluso después de varios años de contacto formal con las asignaturas. Cuando se produce el cambio, como resultado del estudio, puede no coincidir con lo previsto por el profesor.

4º Interfieren en el aprendizaje de las ciencias, siendo responsables, en parte, de la dificultad que encuentran los alumnos en estas asignaturas y de su bajo rendimiento comparado con otras áreas.

MODELO PSHG

Posner y col. (Posner, 19892) proponen un modelo (PSHG) que concibe el aprendizaje como un cambio paradigmático revolucionario en el sentido de Kuhn (Kuhn 1975); aprender significativamente el contenido formal de las ciencias equivale a sustituir un paradigma (ideas intuitivas), familiar, inteligible y útil, por otro nuevo; éste será difícil de aceptar a menos que sea igualmente inteligible que el antiguo y sea capaz de explicar hechos y resolver problemas que el anterior no resuelve.

El modelo PSHG parte del hecho de que los alumnos tienen un marco conceptual al que se refieren cada vez que se les presenta información nueva (ideas, experiencias, problemas). Estos conocimientos previos son inteligibles y útiles; inteligibles porque forman una estructura coherente internamente consistente, representada en la memoria semántica del alumno y elaborada de acuerdo con su experiencia pasada; útiles porque sirven para interpretar la realidad presente y predecir lo que ocurre a su alrededor.

El aspecto central del modelo es analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje como una interacción entre las ideas previas del alumnos y la información nueva. Para Posner y col., el aprendizaje es una actividad racional muy parecida al proceso de investigación científica, tratándose en los dos casos de un proceso de cambio conceptual.

Asimilación. Tiene lugar cuando los alumnos utilizan sus ideas previas para tratar la información nueva. Aprender un concepto, resolver un problema, interpretar una experiencia son diversas formas de tratar información nueva; para ello el alumno acude a su esquema conceptual previo; si el concepto le parece inteligible respecto a los que constituyen su esquema previo, si éste le permite resolver el problema/o interpretar el experimento, el conocimiento que resulta queda incorporado (asimilado) a su esquema conceptual previo.

Acomodación. Tiene lugar cuando el esquema conceptual previo es inadecuado para tratar la información para tratar la información nueva. Un concepto nuevo que no parece inteligible respecto al esquema conceptual previo, un problema que se puede resolver o un experimento que no se puede interpretar constituyen un reto para el esquema conceptual previo, lo que Kuhn denomina una anomalía. La aparición de anomalías crea en el alumno una insatisfacción con sus ideas previas y como necesita un marco conceptual de referencia busca una solución, que pueda consistir en una reestructuración o una sustitución de los conceptos existentes (acomodación), produciéndose el cambio conceptual.

– La reestructuración consiste en una reorganización de los conceptos previos; utilizando una analogía se diría que se conservan los elementos que forman la red pero cambian las relaciones entre ellos.

– La sustitución consiste en cambiar todas o partes de las ideas previas por otras nuevas. Posponer que esta forma de acomodación constituye el verdadero cambio conceptual, aunque no es necesario que se sustituyan todos los conceptos previos; parte de ellos pueden mantenerse y servir de guía en el cambio de unas ideas por otras.

Los procesos de asimilación y acomodación pueden darse al mismo tiempo. Así, parte del esquema conceptual previo se reorganiza, parte se constituye por ideas nuevas y parte se modifica por simple incorporación (asimilación) de otras ideas nuevas. Ello equivale a considerar la estructura

cognitiva de un alumno, no como un conjunto único y estático de conceptos, sino como una serie de subunidades internamente coherentes, relacionadas entre sí, aunque a veces estos lazos de unión pueden ser muy débiles o incluso no existir, por obstar los procesos de asimilación y acomodación no son instantáneos, requieren tiempo, en general la acomodación por las condiciones que este cambio supone.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS IDEAS DE LOS ESTUDIANTES.

A continuación nos centraremos en algunas de las ideas de los estudiantes que puedan identificarse; ello no quiere decir, no obstante, que los adultos, e incluso los científicos, no piensen de maneras similares cuando se abordan problemas cotidianos.

Las ideas de los estudiantes como esquemas activos.

Los niños tratan de entender situaciones nuevas viéndolas como algo que conocen o reconocen. Esta imagen dinámica del razonamiento del niño se pone claramente en evidencia cuando situaciones novedosas se asimilan dentro de esquemas inapropiados.

Las ideas de los estudiantes son coherentes dentro de su modo de pensar.

Una característica importante para la comprensión del pensamiento de los niños es apreciar que las concepciones que usan pueden ser coherentes desde su perspectiva. En este sentido, no están equivocados, simplemente interpretan de un modo diferente.

El razonamiento está ligado a un contexto específico.

Es un rasgo característico que las ideas de los niños son limitadas en su generalidad y tienden a estar relacionadas con contextos específicos. Situaciones que pueden ser vistas desde un punto de vista científico como similares pueden ser interpretadas por los niños utilizando nociones diferentes. Otra característica más que advertimos sobre las ideas de los niños es que un individuo puede responder a la misma situación usando diferentes ideas en diferentes ocasiones.

Diferencia de ideas.

Las ideas que usan los niños pueden reflejar nociones relativamente no diferenciadas. Este carácter indiferenciado de algunas nociones permite que los niños pasen de un significado o aspecto a otro sin ser necesariamente conscientes de ello (un factor que explica de alguna manera las inconsistencias en su pensamiento).

Del pensamiento perceptivo al conceptual.

En los niños más jóvenes se advierte que sus nociones tienden a estar dominadas por las percepciones; en cambio, cuando los niños son mayores, incorporan más ideas que se refieren a entidades que no se perciben directamente.

Atención a las propiedades más que a las interacciones.

El pensamiento de los niños pequeños se caracteriza también por una tendencia a dar interpretaciones en términos de propiedades de los objetos antes que en términos de interacciones entre sistemas.

Razonamiento casual.

Estudios realizados en varias áreas señalan el hecho de que el razonamiento de los niños se centra sobre estados cambiantes más que en estados de equilibrio. La idea de que es el cambio lo que requiere explicación está en la raíz del razonamiento casual de los niños. Al dar explicaciones, su razonamiento tiende a seguir una secuencia causal lineal. Una consecuencia de esta manera direccional de pensar es que los procesos que un científico considera de una manera reversible, no son necesariamente vistos de esta manera por los niños.

EJEMPLOS DE PRECONCEPCIONES

En este apartado pretendemos pasar revista a algunas de las preconcepciones detectadas en Física; en particular, serán tratadas las siguientes áreas temáticas: mecánica, óptica, termodinámica, fluidos y electricidad.

Mecánica.

1. Un bloque permanece en reposo en un plano inclinado porque hace fuerza para no caer.
2. La fuerza es algo que hay dentro del objeto que se mueve.
3. Un objeto necesita una fuerza continua para mantenerlo en movimiento.
4. Un móvil continúa con el mismo tipo de movimiento a menos que sobre él se realice una fuerza.
5. Si un cuerpo no cambia su posición al transcurrir el tiempo las fuerzas que actúan sobre él están equilibradas.

Optica.

1. El rayo de luz parte de la fuente luminosa, llega hacia el ojo y de éste parte hacia el objeto.
2. El rayo luminoso parte del ojo del observador, llega hasta el objeto y se refleja regresando al ojo.

Termodinámica.

1. Conciben el calor como una clase de "sustancia". Al explicar lo que ocurre cuando se calienta un extremo de una varilla de metal, un alumno dijo: "El calor se acumula en una parte hasta que no puede caber más y entonces se mueve a lo largo de la varilla".
2. "Calor" y "frío" pueden ser considerado como distintos. Hablando sobre lo que ocurre cuando se echa un cubito de hielo al agua, una alumna dijo: "Parte del frío dejó el cubo del hielo y pasó al agua".
3. La "energía" es una clase de combustible que se gasta.
4. Calor y temperatura pueden ser considerados sinónimos.

Fluidos.

1. Las burbujas de agua hirviendo son burbujas de aire.
2. Algunos niños piensan en el aire como algo que flota a nuestro alrededor y por tanto sin peso.
3. Cualquier líquido transparente lo identifican con el agua.

Electricidad.

1. La corriente eléctrica circula solamente desde un polo de la pila hasta la bombilla, siendo el otro cable de seguridad.
2. La corriente eléctrica circula desde la pila hasta la bombilla a través de los dos cables, produciéndose la luz como consecuencia del encuentro de ambas corrientes.
3. La corriente eléctrica que fluye de la batería se va gastando.

RECURSOS DIDACTICOS

En esta sección revisaremos como podrían promoverse los cambios entre las ideas de los niños y el pensamiento científico.

El aprendizaje como cambio conceptual.

Como fomentar el cambio conceptual es actualmente un asunto de interés y objeto de investigación. Examinaremos brevemente algunas opciones.

La primera opción, practicada ampliamente, es ignorar las ideas previas de los estudiantes y basar la enseñanza en la propia estructura de la materia. La idea es que si la estructura de un tópico se presenta de un modo bien organizado en término de relaciones formales entre los conceptos científicos, esto permitirá que los alumnos desarrollen esta estructura conceptual por sí mismos. Los investigadores advierten, que las ideas previas pueden persistir a lo largo del nivel universitario a compartimentación del pensamiento de los estudiantes; el conocimiento escolar está separado del conocimiento cotidiano y solamente se usa para contestar problemas escolares o preguntas de examen. Puede haber también un grupo de estudiantes para quienes las ideas enseñadas son tan diferentes de las propias que no ven ningún valor a tomarse el estudio en serio.

Una alternativa a la "transmisión verbal", en sus distintas formas-conferencias, libros de textos o demostraciones, es dar oportunidades a los estudiantes para "descubrir por ellos mismos", es decir, basar el aprendizaje de los estudiantes en la experiencia empírica. Desafortunadamente dichos "métodos de descubrimiento" han fracasado; no porque los estudiantes sean incapaces de investigar por sí mismos y extraer inferencias de sus observaciones, sino porque no "descubren" necesariamente los que se pretendía. La experiencia por sí misma no basta. Incluso, en muchos casos la evidencia empírica se usa por los estudiantes para reforzar sus nociones previas más que para estimular el cambio.

Actualmente se está explorando un tercer enfoque del problema. Este supone que las ideas previas de los alumnos son un punto de partida necesario y que se debería diseñar la instrucción para permitir que estas ideas se desarrollen y cambien. Es característico de estos planteamientos la inclusión de oportunidades para que los estudiantes hagan explícitas sus ideas, oportunidades para la clarificación e intercambio de ideas, experiencias que suponen en cuestión las nociones que tienen los estudiantes (situaciones de conflictos), oportunidades para la introducción de nuevas ideas por el profesor y oportunidades para utilizar los conceptos en situaciones variadas. Quizás el rasgo más característico de estos enfoques es el énfasis que supone en que los estudiantes sean conscientes de su propio aprendizaje y amplíen su razonamiento cotidiano para que pueda ser usado con confianza en un rango más amplio de situaciones.

Diseño de programas de aprendizaje.

Se han desarrollado algunos esquemas experimentales en los cuales subyacen algunas características:

a) Una secuencia de enseñanza basada en el cambio conceptual.

La enseñanza esta estructurada en torno a una secuencia de actividades que está diseñada para partir de las ideas de los estudiantes y fomentar el cambio en su pensamiento.

Después de una sesión inicial de orientación destinada a despertar la atención de los estudiantes y su interés por el tema, se destina algún tiempo a que los alumnos revisen y discutan sus propias ideas o modelos. Esta fase de explicitación se inicia generalmente en pequeños grupos. Se pide a cada grupo que represente sus ideas en un póster o por otros medios y que las presenten a toda la clase. Se identifican semejanzas y diferencias en las ideas iniciales de los estudiantes y se señalan aspectos para posterior consideración. Los póster permanecen expuestos como un registro durante el resto de la unidad de trabajo y más tarde pueden ser corregidos o comentados.

La fase de reestructuración ha supuesto el uso de un amplio rango de estrategias. Dichas estrategias pueden incluir:

1. Confrontar las ideas de los estudiantes con contraejemplos. Esto puede promover insatisfacción con las concepciones iniciales, pero por sí mismo no genera concepciones alternativas.

2. Ampliar el rango de aplicación de una concepción. Las ideas de los estudiantes pueden ser un recurso que puede ser extendido.

3. Diferenciación de una concepción. En muchas áreas las concepciones pueden ayudarles a clarificar y diferenciar sus nociones.

4. Levantar puentes de experiencias para una nueva concepción.

5. La construcción de una concepción alternativa. En algunos casos las ideas previas de los estudiantes no guardan relación con la concepción científica y puede ser necesario construir un modelo alternativo.

6. Desarrollar la base para una nueva teoría usando un modelo o analogía.

La secuenciación de la clase ofrece, en su momento oportunidades para que los estudiantes prueben y apliquen sus concepciones revisadas de varias maneras. Esto puede suponer actividades de construcción práctica, escritura libre o solucionar problemas de libros más convencionales.

Al final de la secuenciación del tema se les da a las clases la oportunidad de revisar la extensión y maneras en que ha cambiado su pensamiento. Sus ideas iniciales pueden estar modificadas o pueden haberse construido nuevas y compararse con las iniciales.

b) El contexto de las actividades de aprendizaje.

Las actividades de aprendizaje se han elegido, en la medida de lo posible para que llamen la atención (sorprendentes, divertidas) o para ser planteadas en contextos que tenían sentido para los estudiantes. Si se han de desarrollar esquemas, el contexto en el cual se haga esto puede ser importante para mantener la atención y facilitar más tarde la aplicabilidad de las concepciones.

c) Un ambiente de aprendizaje no amenazante.

Un ambiente de aprendizaje que requiere que los estudiantes expliciten sus ideas y que prueben nuevos caminos de pensamiento podría ser muy amenazante. Si los esfuerzos de los estudiantes son evaluados demasiado pronto por el profesor tenderán no a experimentar sino que querrán que se les explique cortocircuitando, por tanto, el proceso de construcción de conocimientos.

Se ha intentado crear este ambiente no amenazante desarrollando estrategias que permitan que los estudiantes expresen sus ideas en un modo organizado mediante trabajos en grupo, exposiciones de posters, etc. También se requiere en muchos casos que los profesores cambien sus hábitos de dirección de la discusión en la clase de modo radical, evitando preguntas cerradas, aceptando distintas sugerencias de la clase sin exigir una conclusión prematura sobre un punto.

d) Trabajo en pequeño grupo.

La importancia de la discusión para permitir que quienes aprenden expresen sus ideas a ellos mismos ha sido reconocida desde hace años. Pequeños grupos de alrededor de cuatro estudiantes forman la unidad estructural en torno a la cual tiene lugar el esquema de actividades. Las actividades de grupos suponen discutir ideas sobre un tópico, diseñar experimentos para comprobar sus ideas, diseñar modelos más complejos para presentar experiencias, acometer actividades de construcción práctica en la que se apliquen las concepciones.

e) Metacognición.

Se utiliza este término para discutir el proceso por el cual los estudiantes reflexionan sobre su propio conocimiento y sobre cómo está cambiando. Los estudiantes suelen creer que aprender ciencia es ingerir hechos aislados. Las estrategias que favorecen que los estudiantes reflexionen sobre su propio aprendizaje les ayuda a apreciar que está en juego un proceso de cambio conceptual y también que su conocimiento es estructurado e interrelacionado.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSSON, B. and KARRQUIST, C., 1983, "How swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties". *Eur. J. Sci. Educ.* 5 (4), págs. 387-402.

AUSUBEL, D., 1968, *Educational psychology* (N. York, Holt Rinehart & Winston)

BARANDIARAN, J., 1988, "El modelo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la reforma de las enseñanzas medias". *Enseñanza de las ciencias*, 6 (2), págs 167-178.

BARRON RUIZ, A., 1991, *Aprendizaje por descubrimiento. Análisis crítico y reconstrucción teórica*. Salamanca: Ed. Universidad y Amarú.

CARRASCOSA, J., 1983, "Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: Selección bibliográfica", Enseñanza de las ciencias, vol. 1 págs. 63-65.

CLEMENT, J., 1982, "Students preconceptions introductory mechanics", Am. J. Phys. 50 (1) pp. 66-71.

COLOMBO DE CUDMANI, L. y CUDMANI, C., 1988, "Física básica: Incidencia de la instrucción sobre los errores conceptuales". Enseñanza de las ciencias. 6 (2), págs. 156-160.

DRIVER, R., 1986, "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos", Enseñanza de las ciencias, 4 (1), págs. 3-15.

GARCIA, J. L. y RODRIGUEZ DE AVILA, C. "Ideas previas, esquemas alternativos, cambio conceptual y el trabajo en el aula", Enseñanza de las ciencias. 6 (2), págs. 161-166.

GARCIA, J. E. y GARCIA, F. F., 1989, Aprender investigando, Sevilla: Diada.
KHUN, T., 1975, La estructura de las revoluciones científicas. (F.C.E. Madrid).

OSBORNE, R. & FREYBERG, P., 1985, Learning in Science. Heinemann.

PIAGET, J. 1965, La construcción de lo real en el niño. Protes. Buenos Aires.

POSNER, G. J. et al, 1982, "Acommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change", Sci. Educ., 66 (2), págs. 211-227.

SOLIS, R., 1984, "Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias". Enseñanza de las Ciencias, págs. 83-89.

WEST, L. and PINES, A., 1985, Cognitive structure and conceptual change. Academic Press.