

Mapas de Experto Tridimensionales. Resumen y Comentario.

Ana Bornadiego Suárez

Resumen

La calidad de la educación se sustenta hoy en el Constructivismo. Estos principios aparecen recogidos en la legislación a partir de la LOGSE. No obstante, los profesores siguen aplicando métodos intuitivos a la hora de dar clases. La teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein dota al profesorado de estrategias, gracias al análisis riguroso de los procesos de enseñanza-aprendizaje, el diseño de secuencias instruccionales (reúne diversos aspectos de las teorías de Gagnè, Ausubel, Bruner y Piaget), y la psicología del procesamiento de la información. Pero existen pocos trabajos sobre su aplicación en distintas áreas del currículo.

Los objetivos del libro son complementar la teoría de Reigeluth y Stein con la aportación de nuevos elementos psicopedagógicos que faciliten la enseñanza de la Física (fenómenos físicos, preconcepciones, observaciones) y estudiar las posibilidades de los mapas de experto tridimensionales para el diseño de secuencias instruccionales que mejoren la calidad del aprendizaje en la ESO.

Desde la psicología de la instrucción se han desarrollado dos alternativas para organizar cualquier secuencia de aprendizaje: análisis interno del contenido, o bien, análisis de las tareas que se deben aprender.

Ausubel fue el primer impulsor de la primera con su teoría del aprendizaje significativo: la organización lógica de los contenidos de una materia difiere con la organización que hace el alumno a partir de sus conocimientos. Por tanto resulta fundamental: 1) la identificación de los elementos fundamentales en la estructura lógica del contenido; 2) establecer un puente cognitivo entre los conocimientos que ya posee el alumno y los nuevos conceptos; 3) jerarquización conceptual.

La segunda teoría parte de las destrezas de ejecución. Para Gagnè se debe comenzar con tareas más básicas e ir aumentando la complejidad de las mismas.

Sin embargo estas dos teorías presentan limitaciones, y se han propuesto otras, como la teoría de elaboración de Reigeluth y Stein. En ella se propone un método de secuenciación que marque una vía de lo general a lo detallado, al mismo tiempo que de lo simple a lo complejo. Es un proceso cíclico en espiral que combina varias secuencias de aprendizaje: 1) procesos de subordinación entre ideas de un nivel y el superior; 2) procesos de coordinación entre ideas del mismo nivel; 3) procesos que integren ideas entre sí y con otras superiores (supraordenación); 4) procesos de aprendizaje experimental.

Lo principal es tener en cuenta un punto de partida (concepto, ley, ...). **Se consideran cuatro tipos de instrumentos didácticos que facilitan la secuenciación y el aprendizaje de los conocimientos: los epítomes, los niveles de elaboración, prerequisites de aprendizaje y estrategias didácticas de apoyo.**

El epítome es un contenido de enseñanza que representa el nivel más general e inclusivo y un punto de referencia para realizar una jerarquización. Los niveles de elaboración serán tantos como queramos profundizar en los procedimientos o contenidos. Esto debe estar determinado

por los conocimientos previos del alumno y por los diferentes procesos que se deben facilitar para el aprendizaje significativo.

Los procesos de aprendizaje más importantes son responsables de **cuatro tipos de estructuras de conocimiento**: 1) **Subordinado**. Parte de una idea y se incluyen otras nuevas más particulares que ejemplifican o redefinen, subordinación derivativa y correlativa. Es decir, el conocimiento se construye de las ideas más generales a las más específicas (Ausubel). El aprendizaje que resulta es significativo. 2) **Supraordinado**. El sujeto genera nuevas relaciones entre ideas que permiten su integración en otra idea más inclusiva. Se da un aprendizaje supraordenado. Esto ocurre por la percepción de semejanzas y diferencias de vínculos entre conceptos, o bien, por la aportación de algún elemento nuevo. 3) **Coordinado**. Los conceptos tienen el mismo grado de inclusividad, y la relación entre ellos da lugar a otro significado (por ejemplo, leyes en Física). 4) **Experiencial**. Se elabora a partir de los hechos o sucesos. Se facilita a partir de dos estrategias: propiciando la generalización a partir de un ejemplo aislado y aumentando el número de ejemplos relacionados con un concepto.

El profesor debe tratar de proporcionar o activar tanto los conocimientos previos (prerrequisitos) como las estrategias para que el alumno asimile los elementos fundamentales del contenido.

Las **estructuras de contenido** pueden ser: 1) **procedimentales** de orden o de decisión; 2) estructura **descriptiva o prescriptiva**; 3) **listado**.

Según Reigeluth, existen unos componentes críticos que el profesor debe enfatizar como prerrequisito que asegure el aprendizaje significativo: si es procedimental desglosar las operaciones, entrenamiento de toma de decisiones y resolución; si es por principios se debe esforzar en explicar las relaciones lógico-causales (de las causas a sus efectos, premisas que lleven a deducciones); contenido conceptual (tener en cuenta los atributos y elementos funcionales).

En el libro se propone considerar los fenómenos físicos como contenidos organizadores para la enseñanza de la Física. Esto se justifica en el pensamiento científico, la observación y análisis de fenómenos, necesidad de obtener explicaciones causales, favorece estrategias de aprendizaje experiencial y por descubrimiento.

Se consideran tres aspectos fundamentales para la enseñanza de la Física aplicando la teoría de la elaboración: 1) primacía de fenómenos para desarrollar epítomes; 2) consideración de dos niveles de elaboración, causal y legal en las macrosecuencias didácticas; 3) actividades de detección y tratamiento de las teorías implícitas.

La percepción supone una respuesta discriminativa, selectiva a los estímulos del entorno: discriminar rasgos informativos de otros y captar aspectos invariantes en el objetivo percibido. Las operaciones cognitivas implicadas son: 1) la abstracción de rasgos y relaciones invariantes; 2) filtración de rasgos secundarios o irrelevantes; 3) focalización de rasgos relevantes.

Los significados se generan entre los estímulos y la información almacenada (Modelo de Aprendizaje Generativo).

La teoría de la elaboración concede una gran importancia a los conocimientos experienciales para elaborar instrucciones de conocimiento. En Física la dependencia de los hechos es definitiva, ya que en Ciencias interesan las condiciones que definen las relaciones causales más que las relaciones lógicas. Pero, sin embargo, en la aplicación de Reigeluth no se observan

prescripciones que jerarquicen el conocimiento experimental para desarrollar la percepción de los hechos físicos.

Este trabajo se centra en la adaptación de los mapas conceptuales que representan los fenómenos físicos. Un mapa conceptual es un procedimiento gráfico para explicar nuestro conocimiento sobre conceptos y las relaciones entre ellos mediante proposiciones verbales. El mapa tiene dos dimensiones: vertical (relación de dependencia jerárquica) y horizontal (relaciones de conceptos del mismo nivel de generalidad y enlaces cruzados).

Para realizar un mapa se deben realizar cuatro operaciones básicas: 1) desglosar los contenidos en una columna de mayor inclusividad a menor; 2) distribuirlos de forma arbórea unidos por líneas; 3) relacionar los conceptos con palabras de enlace; 4) señalar los enlaces cruzados.

Los mapas conceptuales poseen tres grandes aplicaciones: es una **estrategia de aprendizaje** (técnica de estudio, facilita la lectura comprensiva), es una **estrategia de evaluación procesual** (detectar conocimientos previos o errores y visualizar el aprendizaje significativo bajo tres criterios: calidad y cantidad de relaciones, cuantificar niveles de jerarquía y número de nexos) y es una **estrategia que facilita el análisis de la estructura lógica** (muy útil en los planes docentes donde se detectan lagunas y se diseñan caminos didácticos, además de ser una herramienta de trabajo en equipo).

No obstante, presenta la limitación de la representación del epítome y la secuencia elaborativa. Resulta interesante en Física una distinción entre conceptos y principios. Este es el prerrequisito para construir un epítome con un mapa de fenómenos.

Los mapas de experto pueden amplificar su utilidad con la tridimensionalidad. Ahora se tienen tres dimensiones: **vertical, horizontal y profundidad** (diferentes niveles de elaboración). Se añaden conceptos recuadrados y sombreados para representar esta última dimensión. Los mapas de experto tridimensionales constituyen ante todo una nueva herramienta didáctica para diseñar secuencias de enseñanza-aprendizaje desde la teoría de la elaboración.

El **epítome** sirve de **nódulo de enlace** entre los mapas de distinto nivel de elaboración. A partir del epítome, se debe ir aumentando el nivel de abstracción a medida que se aumenta el nivel de elaboración del mapa. El epítome se reservará para el primer nivel de elaboración donde se planteen conceptos por observación de los fenómenos físicos por relaciones causales. Progresivamente se deben ir facilitando relaciones legales que se formulen matemáticamente.

La mayor dificultad en el diseño es la identificación de un epítome y estructuración sobre una visión panorámica. Resulta útil la explicitación de un conjunto de principios y conceptos nucleares. El método de secuenciación debe tener en cuenta: el mapa de la estructura lógica y el del epítome.

Para el caso de mapa de fenómenos de epítome hay que tener en cuenta: desarrollar al máximo las distintas ramas de principios y determinar el nivel de vertebración.

Cuando un profesor quiera **afrentar el aprendizaje significativo** tiene que reflexionar sobre la **Explicación Causal Básica (ECB) y los conocimientos previos del alumno**. La ECB es la explicación inicial que entiende el alumno a partir de diferentes elementos. Es un punto de partida para **corregir preconcepciones**.

También hay que proponer **contenidos y actividades de planteamiento**, para que el alumno elabore las relaciones causales entre los diferentes conceptos que ha comenzado a entender.

Los contenidos de apoyo constituyen los conocimientos previos que el alumno deberá saber para abordar las actividades y deberán estar proporcionados por el profesor de manera progresiva. Con esto se pretende que el alumno tenga una idea superficial de los fenómenos y vaya buscando él mismo la información y construya significados.

La Física explica hechos en base a un pensamiento causal. La causalidad no se reduce a la construcción de teorías científicas. **En general, las mentes de los individuos, tienen la necesidad cognitiva de establecer explicaciones causales de los fenómenos físicos.**

Por tanto resulta muy importante entender el funcionamiento y mecanismos de las relaciones causales. Un primer hecho (causa) transmite algo a un segundo (efecto), es decir, existe un nexo de unión causa-efecto. En la relación causal existen tres componentes: nexo causal, la teoría causal que el sujeto elabora y las reglas de inferencia que se usan.

El nexo presenta una serie de condiciones: constancia (reproducible), condicionalidad (existen unas condiciones para que se produzca) y asimetría (no son intercambiables causa y efecto).

Las teorías causales constan de dos elementos: semánticos y sintácticos. Existen dos tipos de razonamiento causal: lineal (A modifica B y éste a C) o cíclico/recíproco (se modifica A o un conjunto A y B y se reajustan otros C y D). En función de las variables los razonamientos pueden ser: simple (una variable) o múltiple (condición suficiente o necesaria).

En el pensamiento causal, los objetos actúan y el sujeto que los observa, les atribuye una determinada relación, según las reglas de composición operatoria.

A partir de las acciones, los sujetos observan propiedades observables de los objetos y sus variaciones y establecen una explicación que se llama teoría de lo causal. El conocimiento de ciertos hechos causales favorece la estructura de las operaciones concretas y formales que debe aprovecharse en la enseñanza de la Física.

Cuando las consecuencias de un hecho se repiten muchas veces, produciéndose de la misma manera, se establece un hecho general, es decir, una ley. Una ley es inductiva y no lleva a ninguna inferencia causal. Por tanto, existe una diferencia entre lo legal y lo causal que requiere aclaración. En las **relaciones legales no existe ningún atributo** a objetos que determine una relación causa-efecto, **sino que son relaciones aplicadas a los objetos.**

La construcción del pensamiento científico se da en los siguientes pasos: 1) determinar el hecho observable; 2) obtener ley/es como una expresión de un resultado inducido; 3) reformular a un sistema legal más inclusivo; 4) buscar una explicación causal por construcción de un modelo teórico.

La búsqueda de la explicación causal se apoya en: 1) un sistema físico como un objeto modelo construido por el sujeto por abstracción; 2) conjunto de leyes aplicadas a los objetos; 3) operaciones atribuidas a los objetos y propiedades que explican las transformaciones que originan la teoría causal.

Las teorías físicas poseen una construcción perfectamente jerarquizada en los siguientes pasos: 1) sistema físico; 2) el objeto modelo (simplificación del sistema físico); 3) sistema teórico (asignar estados, magnitudes, conceptos factuales empíricos y no empíricos, conceptos formales); 4) el modelo teórico (explicación, enunciados legales, conjunto de conceptos); 5) la teoría general (marco general de relaciones).

Es conveniente didácticamente que se busque, en primer lugar, la explicación causal de los fenómenos físicos, aunque sea en un contexto descriptivo de los mismos. Los científicos, como resultado de sus observaciones, primero elaboran una hipótesis explicativa, y definen un sistema teórico. Una vez comprobada la hipótesis el sistema describe el comportamiento y se dan enunciados legales.

Las principales tareas a trabajar para el análisis inicial de los fenómenos planteados son tres: 1) descripción de detalles observados (experiencia de laboratorio, material audiovisual); 2) discusión de hipótesis sobre la ECB; 3) planteamiento inicial de leyes físicas (a partir de los contenidos de planteamiento de epítome).

Además se pueden realizar otras tareas que faciliten la interacción profesor-alumno: 1) comparación de experiencias análogas; 2) introducir conceptos de apoyo; 3) esbozo del sistema teórico; 4) recapitulación del alumno de todos los elementos con la elaboración de un mapa conceptual.

Una teoría es una descripción que muestra algunos aspectos de la realidad. Las explicaciones causales sirven para predecir, controlar y explicar acontecimientos que mejoren nuestra supervivencia.

Dentro de la visión constructivista de la enseñanza de la Física, las ideas previas son el punto de partida en el que ha de basarse la instrucción. En las teorías implícitas ocurre por dos razones añadidas: persistencia de dichas ideas y su resistencia al cambio conceptual y porque el paralelismo entre la génesis de conocimiento espontáneo y científico favorece este último.

Una de las carencias más importantes en la teoría de la elaboración es la existencia de teorías espontáneas, que tienen bastante influencia en Física. Por ello, es importante partir de los fenómenos físicos en la instrucción para evitar las preconcepciones.

Existen sesgos de tipo perceptivo (no conservación), de procesamiento (accesibilidad, semejanza, contigüidad), predictivo (búsqueda de utilidad) y operacional (razonamiento).

Entre las técnicas de evaluación destacan los mapas conceptuales y los cuestionarios. También se pueden utilizar otros instrumentos como coloquios, torbellinos de ideas o elaboración de dibujos para representar un hecho.

Sobre un fenómeno existen dos tipos de conocimiento: el académico (formal y científico) y el personal (informal, predictivo). El aprendizaje debe enfrentar estos tipos de conocimientos con técnicas y recursos.

El cambio conceptual pasa, por tanto, por los conocimientos cotidianos del alumno hasta llevarlos a un conocimiento científico, mediante la creación de conflictos cognitivos (las predicciones llevan a resultados incorrectos). El profesor debe comprobar que el alumno ha tomado conciencia y ha mejorado su capacidad de reflexión.

Para afrontar las teorías espontáneas en la instrucción se recomienda: 1) facilitar la percepción selectiva de los rasgos esenciales en los fenómenos físicos; 2) potenciar el conocimiento experiencial (mejora el conocimiento científico); 3) ofrecer un mínimo contexto de descubrimiento; 4) jerarquizar el conocimiento científico (elementos, formación de conceptos, establecimiento de principios causales y legales); 5) influencia de teorías implícitas; 6) las preconcepciones no son signo de menos inteligencia.

Comentario

Como se muestra en el capítulo número diez (Valoración de la eficacia de una Macrosecuencia Elaborativa) y en reiteradas investigaciones realizadas por el grupo Orion de la Universidad de Extremadura, los mapas conceptuales y los mapas de experto tridimensionales son herramientas muy poderosas para mejorar el aprendizaje significativo de los alumnos. Además, presentan otro tipo de utilidades como son la organización del contenido curricular por parte del profesorado, realizar evaluaciones durante el proceso de elaboración del mapa o detectar errores de concepto y lagunas de contenido o entendimiento. Por todo esto, creo que es una herramienta muy útil para mejorar la enseñanza en la ESO, así como en otros niveles superiores como bachillerato y universidad.