Tarea 3. Mapas de experto tridimensionales

# Aplicaciones al diseño de Secuencias Instruccionales de Física, basadas en la Teoría de la Elaboración

Elena Fernández Delgado

Esta obra, realizada por Ángel Luis Pérez Rodríguez, María Isabel Suero López, Manuel Montanero Morán y Manuel Montanero Fernández, consiste en un resumen de un proyecto de investigación educativo llamado *“Propuesta de un método de secuenciación de contenidos basado en la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein. Aplicación a contenidos de Física de diferentes niveles del Sistema Educativo”.* Entre el material didáctico elaborado se incluían 165 mapas de experto interconectados entre sí (*mapas de experto tridimensionales*).

La teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein supone una aportación muy interesante para dotar al profesorado de nuevas estrategias, fundamentadas en un análisis más riguroso de los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como para el diseño de secuencias instruccionales, tanto en el segundo como en el tercer nivel de concreción curricular. El objetivo es facilitar al profesor la estructuración, organización y secuenciación de los contenidos que va a enseñar a lo largo de un periodo largo de tiempo. Sin embargo, el problema principal es que, por ejemplo en el caso de la Física, esta teoría no tiene en cuenta aspectos decisivos en el proceso de enseñanza/aprendizaje como son la importancia de los fenómenos físicos y del desarrollo perceptivo o la necesidad de combatir preconcepciones. Por ello, fueron necesarias innovaciones que permitan la adaptación de la teoría a estos requerimientos. Así, se plantearon dos objetivos principales para el trabajo:

* Completar la teoría de la elaboración con la aportación de elementos psicopedagógicos que faciliten su aplicación a la enseñanza de la Física.
* Estudiar las posibilidades de los “mapas de experto tridimensionales” para el diseño de secuencias instruccionales que mejoren la calidad de los aprendizajes en Educación Secundaria.

Este estudio teórico plantea:

* Considerar los fenómenos físicos como contenido organizado de las secuencias de aprendizaje de la Física
* Confrontación de los causal y lo legal de las teorías científicas se aborda como referencia para la delimitación de diferentes niveles de elaboración del aprendizaje
* Posible interferencia de las preconcepciones en el explicación causal

En el capítulo 1, se aborda una propuesta de modificación de la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein para la enseñanza de la Física. Desde la Psicología de la Instrucción se desarrollaron dos alternativas para organizar cualquier secuencia de enseñanza-aprendizaje:

* A partir del análisis interno del contenido a enseñar (Ausubel, Teoría del aprendizaje significativo): defiende que la organización de los contenidos específicos de una materia *(estructura lógica)* difiere de la organización de los mismos en la estructura mental de los conocimientos del alumno *(estructura psicológica).* Por tanto, el objetivo del aprendizaje sería la transformación de la *estructura psicológica* de los conocimientos del alumno, lo cual ocurre a través de 3 momentos:

1º) Identificación de los elementos de la *estructura lógica*

2º) Establecimiento de un “puente” cognitivo entre los nuevos contenidos y los previos del alumno.

3º) Estructuración de una *jerarquía conceptual,* descender desde los conceptos más generales a los más específicos.

* A partir del análisis de las tareas que se pretende que el alumno realice al finalizar el proceso (Gagnè): la *jerarquía de aprendizaje* ha de ser ascendente, desde las habilidades más básicas hasta las estrategias más complejas

Las limitaciones de ambas teorías se deben al carácter excesivamente teórico y orientado a la enseñanza de contenidos sólo conceptuales. Debido a estas limitaciones surge una tercera vía, la *Teoría de la elaboración de* Reigeluth, que propone un método en el que el “descenso” que supone la elaboración detallada de los contenidos generales debe alternarse con frecuentes “subidas”. Así se asegura la reformulación de las ideas iniciales y la consolidación de las relaciones “significativas” entre ideas. Se trata de una especie de *proceso cíclico en espiral* que combina diversos procesos y estrategias de aprendizaje: Estrategias de **“subordinación”**, de **“Coordinación”**, de **“supraordenación”** y de tipo **“experiencial”**.

La ventaja de esta tercera teoría es que no se circunscribe a la enseñanza de un solo tipo de contenido. Pero lo que más interesa respecto a su utilidad, es la consideración de cuatro tipos de instrumentos didácticos que facilitan la secuenciación y el aprendizaje de los contenidos:

* Los **epítomes**: se parte de un *epítome inicial*, que es una primera visión panorámica de los contenidos más generales y debe estar estructurado por un *contenido organizador*. Este contenido puede ser:
	+ De tipo conceptual: cada *nivel de elaboración* implicará una ampliación sucesiva de los conceptos y detalles subordinados
	+ De tipo procedimental: cada paso del procedimiento general puede ahora dividirse en pequeños “subprocedimientos”, estrategias y habilidades específicas

Cada una de las de acercamiento al contenido específico de la materia supone pues un nivel mayor de elaboración del epítome inicial, *epítome ampliado*.

* Los niveles de elaboración
* Los prerrequisitos de aprendizaje
* Las estrategias didácticas de apoyo.

Reigeluth propone una serie de procesos que deben confluir para potenciar la adquisición, organización y almacenamiento del nuevo conocimiento. Los procesos de aprendizaje antes mencionados, son a su vez responsables de la generación de cuatro tipos de estructuras de conocimiento:

1. ***Procesos y estructuras de conocimiento subordinado:***

Parte de una idea ya existente en los conocimientos del individuo y se incluyen en ella otras nuevas más particulares. Estas ideas nuevas pueden ser:

* Subordinación derivativa: casos que ejemplifiquen la idea previa, pero *sin modificarla* sustancialmente
* Subordinación correlativa: extensiones de la idea anterior, pudiendo *enriquecer o modificar* incluso los “atributos de criterio” que la definen

Esta forma de aprendizaje proposicional, se caracteriza por un proceso de *diferenciación progresiva*, por el que la estructura cognitiva crece desde las ideas más generales a las más específicas.

1. ***Procesos y estructuras de conocimiento supraordinado:***

Se produce cuando, entre varios conceptos o proposiciones, se captan por el individuo nuevas relaciones que permiten su integración en una idea más inclusiva. Ausubel llama a este proceso *reconciliación integradora,* y puede ocurrir de dos maneras:

* Como resultado natural de la misma diferenciación progresiva: el individuo percibe vínculos que le permiten relacionar entre sí los conceptos.
* Cuando en el material a estudio *se añade algún elemento nuevo* que hace aflorar la cadena de relaciones con los otros de la misma categoría,
1. ***Procesos y estructuras de conocimiento coordinado:***

En este también se da la 'reconciliación integradora', y es complementario del aprendizaje subordinado. En él los conceptos o proposiciones antiguos y la nueva idea no guardan entre sí dependencia de subordinación o supraordinación porque tienen el mismo grado de inclusividad, pero aparecen relaciones entre ellos que dan lugar, a modo de *generalización* de dichas relaciones, a otra organización conceptual con nuevo significado.

En Física, se da al deducirse las leyes que establecen relaciones numéricas entre varias magnitudes.

1. ***Procesos de aprendizaje experiencial:***

Se elabora a partir de los hechos o sucesos que enriquecen la información episódica. El acceso a este conocimiento puede facilitarse mediante dos estrategias:

* Propiciando la generalización a partir de un ejemplo aislado
* Aumentando el número de ejemplos específicos relacionados con un concepto conocido

Para la adquisición, organización y recuperación del nuevo conocimiento en un nivel de aplicación es imprescindible que exista una relación de las nuevas ideas con la base de datos experienciales del alumno. La secuencia de aprendizaje elaborativa debe hacer converger varios vectores elaborativos:

*1. De lo general a lo detallad, de lo simple a o complejo*

Es especialmente útil para el aprendizaje de conceptos y a procedimientos. Lo *general* es lo más amplio e inclusivo, mientras que lo *detallado* es menos amplio y corresponde a subdivisiones de lo general. Igualmente lo  *complejo* se caracteriza por tener un gran número de componentes.

Las ventajas que se obtienen son las siguientes:

* La formación de estructuras cognitivas más sólidas: favorece la asimilación y retención a largo plazo
* La creación de contextos significativos donde se adquieren los contenidos instruccionales: mejora la motivación.
* La provisión al estudiante de un primer conocimiento general del contenido instruccional: lo que le facilita cierto control sobre la selección del contenido.

*2. De lo concreto a lo abstracto*

Lo que hace concreto un concepto, principio o procedimiento es el conocimiento experiencial de ejemplos específicos. La definición constituye el mayor grado de abstracción y no posee significado si no existe algún tipo de conocimiento experiencial al que sea aplicado. Por lo tanto, la secuencia elaborativa está basada en *epitomizar*, antes que en sintetizar o resumir. Pueden destacarse dos modalidades de tipo no verbal:

* Las *ejemplificaciones* (ejemplos, analogías y digresiones)
* Las *recapitulaciones* (el “resumen” y la “síntesis”)

Reigeluth, al igual que Gagnè, confiere gran importancia a los “prerrequisitos” de los alumnos que posibilitarán que el aprendizaje sea efectivo. El profesor debe tratar de proporcionar o activar los *conocimientos previos* y las *estrategias* necesarias para que el alumno pueda asimilar el contenido al que se enfrenta. Para Reigeluth cada uno de los contenidos organizadores da lugar a varios tipos de secuencias con una *estructura de contenido* específica:

**a)** Contenido organizador de tipo procedimental: da lugar a una secuencia con dos posibles estructuras internas:

* De “orden”: el paso de un estado a otro en la resolución del procedimiento es completamente mecánico
* De “decisión”: proceso de toma de decisiones

**b)** Respecto a los principios nos podemos encontrar:

- Estructura “descriptiva”: del modelo teórico y causal

- Estructura “prescriptiva”: propio de un procedimiento

**c)** “Listado”: estructura subyacente en una enumeración de hechos. Dos tipos de estructuras conceptuales:

* “Taxonomía”: organización de los elementos que estructuran semánticamente un concepto
* “Matriz”: comparación *transversal* entre conceptos

De este análisis se extrae la necesidad de tener en cuenta algo más que los conocimientos previos del alumno. Ello conduce a reconsiderar los *componentes críticos* que, según Reigeluth, el profesor debe enfatizar:

**a)** Si el eje vertebrador es *procedimental*, el profesor debería tratar de desglosar cada *operación básica* que el alumno debe dominar por separado.

**b)** Si lo constituyen *principios* el profesor deberá esforzarse en explicitar las relaciones lógico-causales que explican: El cambio, de las *causas* a sus *efectos,* o bien, la argumentación desde unas *premisas* fundamentales a las *deducciones* que conforman esa Teoría.

**c)** Si es un contenido *conceptual*, los componentes críticos en este caso serían sus *atributos* esenciales, los *elementos funcionales* o en su caso las *partes* conectados por relaciones semánticas de pertenencia a cada uno de esos conceptos generales.

La teoría de la elaboración ofrece un sólido marco teórico para el diseño de secuencias instruccionales en la Educación Secundaria. Sin embargo debe complementarse con un estudio de su aplicación a la idiosincrasia de cada área de conocimiento.

La propuesta de modificación que se presenta aquí se centra en la importancia de considerar los *fenómenos físicos como contenidos organizadores* para la enseñanza de la Física. Defienden que para conseguir un mejor aprendizaje, las secuencias instruccionales en la Física *deben vertebrarse* en torno a la jerarquización de los fenómenos físicos. Esta afirmación se fundamenta teóricamente en tres razones:

* Justificación *epistemológica:* la observación de la realidad es el punto de partida fundamental de las teorías científicas.
* Justificación *psicológica:* necesidad del alumno de obtener explicaciones causales en el aprendizaje de la Física.
* Justificación *pedagógica*: este cambio favorece la utilización de diversas estrategias de aprendizaje experiencial y por descubrimiento.

Sobre los presupuestos, se pueden plantear una serie de conclusiones con una doble pretensión, teórica y práctica. Desde el punto de vista teórico, debemos entonces considerar tres aspectos fundamentales en la aplicación de la teoría de la elaboración a la enseñanza de la Física:

* Primacía que deben adquirir los fenómenos en el desarrollo del epítome
* Consideración de dos grandes niveles de elaboración, *causal* y *legal*, en las macrosecuencias didácticas de la Física
* Importancia clave de considerar actividades de detección y el tratamiento de las teorías implícitas en torno a los contenidos de nuestra secuencia de aprendizaje

Desde el punto de vista práctico, estas cuestiones pueden concretarse en una serie de orientaciones didácticas para el diseño de los elementos fundamentales de la secuencia elaborativa.

En el capítulo 2, analiza cómo afectan las anteriores aportaciones en cuanto al diseño del epítome y los niveles de elaboración a todo este proceso.

En primer lugar, destaca la importancia de la *percepción* de los fenómenos, que es el proceso mediante el que se obtiene información de primera mano sobre el mundo que nos rodea. “Es conveniente distinguir dos enfoques a la hora de analizar los cambios cognitivos que produce esta percepción en el sujeto:

*1. Aspectos descriptivos*: producen una mayor habilidad para conseguir información del entorno gracias a práctica con la estimulación dada por dicho entorno. Permitirá que el sujeto adquiera una sensibilidad perceptiva que le permita discriminar unos rasgos informativos de otros y, la capacidad de captar aspectos que se mantienen invariantes aquello que se percibe*.*

*2. Aspectos explicativos*: base cognitiva que se manifiesta mediante tres procesos:

* La abstracción de rasgos y relaciones *invariantes*.
* La filtración de los otros rasgos secundarios o irrelevantes.
* La utilización de los mecanismos de atención a los rasgos importantes que ofrezca el objeto percibido.

Como conclusión práctica, es necesario tener en cuenta la forma de potenciar en el alumno una percepción selectiva que le ayude a captar los rasgos y las relaciones invariantes que se dan en los fenómenos físicos. Esta postura es defendida por el Modelo de Aprendizaje Generativo de Osborne y Wittrock, el cual se fundamente en la premisa de que el sujeto tiende a generar percepciones y significados que sean consistentes con sus aprendizajes previos, es decir, que los enlaces deben ser *generados* entre el estímulo y la información almacenada.

En el caso del aprendizaje de la Física la dependencia de los hechos es definitiva, ya que en ciencia interesan las condiciones que definen las relaciones causales.

Como hemos visto en otros documentos, un mapa conceptual es un procedimiento gráfico para explicitar el conocimiento sobre conceptos y relaciones entre los mismos en forma de proposiciones verbales. Es un instrumento potente que puede emplearse como *estrategia de aprendizaje*, *estrategia de evaluación procesual* y como *estrategia para facilitar y operativizar el análisis de la estructura lógica* de un contenido. Hasta entonces, habíamos visto que los mapas conceptuales cuentan con dos dimensiones, la vertical y la horizontal. Sin embargo, en este documento nos introducen una nueva dimensión, que va a permitir paliar algunas de las limitaciones que pueden presentar dichos mapas, la profundidad. Éstos se conocen como *mapas tridimensionales.* En ellos se utilizan dos tipos de enlaces: las tradicionales líneas que unen los diferentes contenidos entre sí y, en segundo lugar, algunos de esos mismos contenidos que se convierten en un enlace de “profundidad” que conecta con otro mapa. En cada mapa tridimensional los contenidos fundamentales del epítome sirven de “nódulo de enlace” con un segundo mapa que reorganiza y desarrolla los mismos contenidos en sucesivos niveles de elaboración. Las ventajas que presentan es que permiten jerarquizar varios mapas en niveles sucesivos de complejidad, y que esta versatilidad le convierte en el “mapa de experto” por antonomasia.

Una de las dificultades que el profesor suele encontrarse es la de cómo diseñar un epítome que además de ofrecer una visión panorámica de los contenidos fundamentales, lo haga en un nivel suficientemente experiencial y de aplicación. Para confeccionarlo deben seguirse 3 pasos:

1. Representación del EPÍTOME (Mapa de fenómenos): estrategia orientativa. Dos pasos: Desarrollar al máximo las diferentes ramas del mapa de principios y determinar un “nivel de vertebración”

2. Determinación de la explicación Causal Básica (ECB)

3. Diseño de Contenidos de apoyo y planteamiento

- *Contenido de apoyo:* conocimientos previos de los que el alumno necesitará hacer uso para abordar las diferentes actividades.

*- Contenido de planteamiento*: actividades que se proponen al alumno que deben abocarle a plantear las relaciones causales pertinentes entre los conceptos.

En el capítulo 3, se trata la causalidad y legalidad como criterio para establecer la secuencia elaborativa. Es importante tener en cuenta la necesidad cognitiva de establecer explicaciones causales de los fenómenos físicos. Existe una *relación causal* cuando un primer hecho (causa) *transmite* algo de sí mismo a otro segundo (efecto), pero la existencia de un *nexo* es fundamental en la relación de causación. Este nexo explica qué es lo que se transmite.

En toda relación causal podemos distinguir tres componentes:

***1.*** *Principios de transmisión generativa: el nexo causal.*

Hay una transmisión real de algo entre la causa y el efecto (*nexo* causal). El nexo cumple tres condiciones universales:

* La *constancia*: las mismas causas provocan siempre los mismos efectos.
* La *condicionalidad*: la correlación causa-efecto no afirma nada sobre la naturaleza de los hechos.
* La *asimetría*: no se puede intercambiar la secuencia causa-efecto, tanto en el sentido *existencial* como en el *temporal*.

***2.*** *Teorías causales.*

Pueden distinguirse dos tipos de elementos:

* Los aspectos *semánticos:* hacen referencia a la naturaleza fáctica de las transmisiones causales. Son conceptos, preconcepciones y esquemas que el sujeto aplica en la explicación.
* Los aspectos sintácticos: ideas que se organizan en una estructura causal que puede ser de varios tipos según el número y la relación que se establece entre las.

Por tanto, se distinguen dos tipos de razonamiento causal:

* *Razonamiento causal lineal*: la modificación de una variable del sistema físico provoca la de otra, la cual, a su vez, puede modificar una tercera, y así sucesivamente.
* *Razonamiento causal cíclico o recíproco*: la modificación de una o más variables del sistema físico provoca el reajuste simultáneo de todas las variables para obtener un nuevo equilibrio.
	+ *Razonamiento causal simple*: modificación de una variable, depende exclusivamente de otra única variable
	+ *Razonamiento causal múltiple*: la condicionalidad puede ser “suficiente”, en caso de que baste con que varíe una de las variables para que se produzca una modificación en la variable, o “necesaria”, si la variable depende de la acción *conjunta* de todas las variables.

***3.*** *Reglas de inferencia*

En la inferencia causal los objetos se dejan tratar sin imponer al sujeto una operación. Estas operaciones son *aplicadas* a los objetos, en cambio, en el pensamiento causal, son los *objetos* los que actúan y el sujeto se somete a los hechos observados, atribuyéndoles una determinada relación. Pero, tanto las operaciones como la causalidad proceden de las *acciones* que el sujeto realiza con o en presencia de los objetos.

Es importante aprovechar el paralelismo existente entre operaciones lógicas y causalidad para potenciar la enseñanza de la Física.

Existe una diferencia importante ente lo «legal» y lo «causal». Por una parte, la legalidad comporta únicamente la verificación de lo observable, mientras que la explicación causal va más allá de lo observable y trata de inferir cuál ha sido el comportamiento de los objetos que, necesariamente, ha dado lugar a aquellas transformaciones.

Las teorías físicas poseen una construcción perfectamente jerarquizada en los siguientes pasos:

*1. El sistema físico:* primer escalón la jerarquía, formado por los objetos físicos.

*2 El objeto modelo:* representación esquemática de aquel sistema, formado mediante la abstracción de ciertas características del mismo.

*3. El sistema teórico:* asignar al objeto modelo unos estados, determinados por unas magnitudes claramente definidas.

*4. El modelo teórico:* formado por el sistema teórico unido a un conjunto de enunciados legales obtenidos a partir de la inducción propia de los hechos generales.

*5. La teoría general:* marco en el cual se relacionan distintos modelos teóricos que poseen supuestos básicos comunes.

El modelo teórico no es la realidad, en todo caso posee una estructura isomórfica con esa realidad, que incluso, puede ser interpretada de distintas formas. La cuestión didáctica que se plantea es qué tipo de modelo es el más apropiado en cada momento para ser utilizado en la instrucción.

Es importante que toda secuencia instruccional de Física esté dirigida a la formación de los conceptos científicos, de forma que debe comenzar por una fase *espontánea* que evoluciona de lo concreto a lo abstracto, para llegar luego a una fase *científica* en la que se parte de su relación jerárquica con las leyes que los contienen para luego ser aplicados a situaciones concretas Uno de los problemas, en el caso de la Física, es que se suele centrar excesivamente en las últimas fases.

La estrategia didáctica que sugieren consiste en que, una vez obtenido la representación jerarquizada de los fenómenos que constituyen los contenidos básicos del epítome, el profesor debe tratar de explicitar una *Explicación Causal Básica* (ECB) que subyace a los diferentes fenómenos, para poder orientar posteriormente a los alumnos hacia la inducción de un hipotético nexo causal que pueda abstraerse de las invariantes perceptivas a partir de las observación de los mismos. Las actividades para desarrollar esto consisten en experiencias de laboratorio y demostraciones realizadas por el profesor con un fuerte componente de aprendizaje por descubrimiento, que guían al alumno hacia la elaboración de hipótesis sobre la ECB.

Po último, el capítulo 4 trata sobre la relevancia de las teorías implícitas en la secuencia elaborativa. Una teoría es una descripción que muestra algunos aspectos de la realidad, pero sobre una misma realidad pueden darse distintas descripciones. La construcción de estas teorías responde a necesidades funcionales de organización de nuestro mundo.

La razón por la cual en las teorías espontáneas se da una preferencia por lo causal es de índole psicológica. Es necesario *predecir* acontecimientos para la supervivencia, pero también existe una necesidad de *controlarlos y conocer* las causas de esos acontecimientos. Lo causal encierra, por tanto, dos aspectos: la predicción y el control.

En lo que respecta al análisis de las concepciones espontáneas existen tres tendencias:

* La de aquellos que consideran las ideas espontáneas como ideas aisladas, sin coherencia al pasar de unos ámbitos a otros
* La de aquellos que admiten el modelo piagetiano como marco general de explicación
* La vía intermedia: admiten que estas concepciones se agrupan formando “teorías implícitas” con un cierto grado de coherencia

Una de las carencias más evidentes e importantes de la Teoría de la Elaboración es no tomar en cuenta la existencia de teorías espontáneas para el diseño de secuencias de instrucción. No tienen en cuenta las importantes interferencias que las teorías implícitas producen en el proceso de aprendizaje. Esto conduce al replanteamiento de los fenómenos físicos como requisito inicial para la elaboración de una secuencia de instrucción en la enseñanza de la Física, así como a la consideración de los *sesgos inferenciales* que intervienen en la observación y análisis inicial de los mismos, y más específicamente, en la elaboración de la Explicación Causal Básica. Consideran que este es el enclave estratégico de la secuencia elaborativa donde las teorías implícitas ejercen una interferencia más dañina. Se pueden distinguir cuatro tipos de sesgos, estando los tres primeros fuertemente condicionados por dificultades *cognitivas* para el empleo de un razonamiento lógico formal, mientras que el último se fundamenta en hábitos funcionales que impregnan gran parte de nuestras inferencias espontáneas en contextos pragmáticos.

* Sesgo “perceptivo”: dificultad de muchos alumnos para reconocer algo que se conserva, además de lo que se transforma en el fenómeno físico observado. Es el principal obstáculo para la comprensión de las relaciones “legales”.
* Sesgo “de procesamiento”: sobredimensionamiento o distorsión de esos factores perceptivos y espacio-temporales que influyen en la representación episódica del fenómeno. Están influidos por:
	+ La accesibilidad: la causa más probable aquella que es más accesible a nuestra memoria
	+ La contigüidad: apreciar una relación causal entre dos fenómenos continuos en el tiempo.
	+ La semejanza: la causa más posible es aquella más semejante a los efectos observados.
* Sesgo “operacional”: actuaría en un último momento, durante el proceso de reelaboración y ampliación de la ECB.
* Sesgo “predictivo”: se debe a una exigencia de tipo funcional.

Todos estos factores deber ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar los contenidos de planteamiento de la ECB.

Para realizar una evaluación de la existencia y configuración de las teorías espontáneas, el profesor cuenta con diferentes técnicas de evaluación tales como los mapas conceptuales, os cuestionarios, los coloquios, el torbellino de ideas, la realización de dibujos, etc.

En un mismo alumno pueden coexistir dos tipos distintos de conocimiento sobre un mismo fenómeno: el académico y el personal. Por tanto, se trata de partir de los conocimientos de los alumnos para modificarlos mediante la presentación y el análisis de un conocimiento científico más elaborado. Así, el “cambio conceptual” no consiste en la sustitución de unos conocimientos por otros, sino en un proceso de evolución de las ideas de los alumnos. Este “cambio conceptual” requiere la facilitación de “conflictos cognitivos”. Esto se producen en el momento en el que alumno comprueba que su teoría previa lleva a predicciones que no se cumplen.

La verdadera responsabilidad de la evaluación procesual del profesor se centra en averiguar si el alumno ha llegado a esa toma de conciencia y, en caso contrario, qué ayuda requiere para mejorar su *capacidad de reflexión* en dos importantes momentos:

* Al producirse un conflicto “factual”
* Al producirse posteriormente un conflicto “conceptual” entre los

Por otra parte, Posner y col. subrayan cuatro efectos psicológicos que debemos provocar en el alumno a lo largo de la instrucción para promover el cambio conceptual:

* Insatisfacción por parte del alumno respecto a las concepciones existentes.
* Explicitación por parte del alumno de sus ideas.
* Una alternativa inteligible que permita una nueva del conocimiento.
* Una alternativa que encaje con otros conocimientos del alumno.
* En el caso de que la idea alternativa y la nueva no sean irreconciliables propone ampliar el modelo de cambio conceptual a dos estrategias más: el intercambio y la integración.

En resumen, afrontar la influencia de las teorías espontáneas en la instrucción requiere tener en cuenta las siguientes orientaciones didácticas para el diseño de la secuencia elaborativa:

* Facilitar la percepción de los rasgos esenciales que se dan en los fenómenos físicos
* Promover, jerarquizar y potenciar el conocimiento
* Ofrecer un mínimo “contexto de descubrimiento”, que motive al alumno
* Jerarquizar la construcción del conocimiento científico
* Tener en cuenta la influencia de las teorías implícitas en la construcción de las teorías oficiales y facilitar en lo posible el *cambio conceptual* de unas a otras.
* No transmitir la idea de que las preconcepciones son cuestión de una mayor o menor “inteligencia”.

Tras el resumen del libro, incluyo un pequeño comentario final:

**Comentario:**

El extracto analizado de este libro corresponde con la parte teórica del mismo, la cual abarca cuatro de los diez capítulos de los que se compone.

Una de las teorías más importantes que se analizan en el libro es la Teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein, que permite superar ciertos aspectos que no tenían en cuenta las de Ausebel y Gagné. Esta teoría defiende que el proceso de aprendizaje debe incluir “subidas y bajadas”, es decir, que además del aprendizaje de nuevos conocimientos, se reformulen los anteriores a partir de este nuevo conocimiento. No es más que insistir en las relaciones que presentan los conceptos menos inclusivos con el plano general. Basándose en esta teoría, el objetivo que plantean es aportar elementos psicológicos y pedagógicos que faciliten su aplicación al campo concreto de la enseñanza de la Física. Por otro lado, como segundo objetivo, proponen comprobar la efectividad de emplear los fenómenos físicos como contenido organizador.

Respecto al ámbito concreto de la Física, vemos que la cuestión se hace altamente compleja, ya que la explicación de los hechos que lleva a cabo la Física requiere como componente básico el pensamiento causal. Esta causalidad se forma y desarrolla a través de las operaciones que el sujeto *atribuye* a los objetos. De ahí la importancia de poner en contacto al alumno, desde los primeros momentos de la secuencia instruccional, con una iniciación a la explicación causal mediante el análisis del comportamiento que presentan los objetos en los fenómenos físicos.

Podemos ver la gran relevancia de esta investigación, no solo de forma personal a través de su lectura, sino observando los logros que ha conseguido, tal como el 2º Premio Nacional de Investigación Educativa en 1998.

Como conclusión, en la educación de los jóvenes debemos tener en cuenta, además de sus conocimientos previos, la gran importancia que presenta mostrarles los hechos y permitirles extraer conclusiones, no sólo transmitirles unos conceptos o una teoría concreta.

Como futuros educadores, podemos encontrar en los mapas conceptuales una gran herramienta, tanto para estructurar el conocimiento de los alumnos, permitiéndoles ver y clarificar relaciones entre conceptos, como para evaluación y comprobación de si están llevando a cabo una asimilación correcta de dichos conceptos. Además, nosotros mismo podemos emplearlas para organizar la materia a impartir durante un curso, ayudándonos a clarificar la estructura de las unidades didácticas.