



BASES PSICOPEDAGÓGICAS DEL NUEVO MODELO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y DE LA INGENIERÍA EN EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

**MIGUEL HERNÁNDEZ, Beatriz; CASCALES PUJALTE, José Antonio; MORENO
SÁNCHEZ, Juan Ignacio; LEÓN ALBERT, Gerardo**

**Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Universidad Politécnica de Cartagena**

RESUMEN

La aplicación de los criterios que derivan del marco formativo que establece y desarrolla el Espacio Europeo de Educación Superior, hace necesario el empleo de un nuevo modelo didáctico cuya aplicación requiere importantes modificaciones metodológicas en la práctica del proceso instructivo. La necesidad de una docencia centrada en el alumno, promoviendo aprendizajes activos, la oportunidad de una actuación del profesor como guía de la adquisición de conocimientos, mediante un proceso de instrucción compartido entre el profesor y el alumno, la necesidad de una nueva organización de las actividades de enseñanza aprendizaje y la búsqueda y el empleo de nuevos recursos docentes, son algunas de estas implicaciones metodológicas. Partiendo de la premisa de que todo modelo educativo tiene sus bases teóricas en las aportaciones de las teorías de aprendizaje, se analiza, en esta comunicación, como las bases psicopedagógicas que proporcionan las teorías psicológicas de aprendizaje subyacen en los principios metodológicos que el Nuevo Paradigma para la Educación Superior aporta a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y de la ingeniería, identificándose además algunas pautas de actuación para la puesta en práctica de ese nuevo modelo didáctico.

1. El Espacio Europeo de Educación Superior. Implicaciones didácticas

Las raíces del Espacio Europeo de Educación Superior se remontan al Tratado de Maastricht de 1992, aunque su nacimiento efectivo se produce con la Declaración de la Sorbona de 1998, firmada por los Ministros de Educación de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido. Esta primera declaración de intenciones se concreta en la Declaración Conjunta de los Ministros de Educación Europeos de Bolonia, en 1999, que establece las principales líneas para el desarrollo de un Espacio Europeo de Educación Superior y que compromete a los 31 países europeos firmantes. En una nueva reunión de los Ministros de Educación Europeos, en mayo del 2001 en Praga, se elabora un documento titulado Hacia un Espacio Europeo de Educación Superior que fija las características de ese EEES y pone como fecha límite para su puesta en práctica el año 2010, y en otras posteriores en Berlín (2003), Bergen (2005) y Londres (2007) se consolida el avance hacia el EEES.

Enmarcado en el proceso de La Sorbona-Bolonia-Praga-Berlín-Bergen-Londres, de reforma de los sistemas educativos europeos, varias Universidades comienzan a desarrollar, en el año 2000, el Proyecto Tuning [1], que se centra en las estructuras y el contenido de los estudios superiores en línea con lo acordado por los Ministros de Educación Europeos, abordando varias de las líneas de acción señaladas en Bolonia.

Nos centraremos aquí en aquellos aspectos que inciden directamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en sus implicaciones metodológicas.

Ante la necesidad de una formación dirigida hacia la gestión del conocimiento, el primer aspecto a considerar es el desarrollo de un nuevo paradigma de educación centrado fundamentalmente en la persona que aprende, promoviendo metodologías que generen un aprendizaje activo. Hasta hace pocos años, el acceso a la información estaba casi exclusivamente restringido a determinados niveles académicos y empresariales. Actualmente, con el impresionante desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, el

acceso a la información se ha generalizado a todos los sectores y capas sociales. Ello hace que el problema actual no sea el de obtener la información, sino el de saber interpretar y utilizar esa información para transformarla en verdadero conocimiento. De ahí que en muchos foros se hable de una evolución desde la sociedad de la información hacia la sociedad del conocimiento.

Todo ello ha de suponer un cambio en el papel del profesor universitario, que debe pasar de poner el énfasis en la obtención, estructuración y transmisión del conocimiento a ser un conductor en la obtención de la información por parte del alumno y en su posterior transformación en conocimiento. En definitiva ello supone un cambio en la organización de los procesos instructivos mediante una nueva formulación de las actividades de enseñanza-aprendizaje y el uso de nuevos recursos docentes.

Un segundo aspecto a considerar deriva de las necesidades de una sociedad actual con continuos cambios en las exigencias profesionales, lo que hace necesaria una actualización y re-especialización permanentes en la que el profesional necesita ser capaz de encontrar la información actualizada, seleccionar de entre ella lo que es apropiado para su contexto particular y transformarla, por tanto, en conocimiento útil y aplicable. Ello supone aprender continuamente, comprender lo aprendido y saber utilizarlo, de tal manera que pueda adaptarse a situaciones nuevas y cambiantes.

El tercer aspecto a considerar deriva de la necesidad de evaluar el trabajo total necesario para el logro de los aprendizajes. Mientras el sistema de créditos actual mide el número de horas que dedica el profesor a impartir la materia, el nuevo sistema de créditos ECTS mide el volumen de trabajo que el alumno debe realizar para alcanzar los objetivos educativos. La acción tutorial, aparece como elemento básico para la puesta en marcha y desarrollo de esta valoración global del trabajo del alumno, mediante una utilización estratégica de la evaluación formativa.

Los tres aspectos anteriores deben implicar cambios en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en el empleo de metodologías docentes que, sin perder su rigor académico, proporcionen oportunidades más abiertas y flexibles.

El objeto de esta comunicación es poner de manifiesto como las bases psicopedagógicas que aportan las teorías psicológicas de aprendizaje subyacen en los principios metodológicos que el Nuevo Paradigma para la Educación Superior aporta a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia y de la ingeniería.

2. Teorías psicológicas de aprendizaje

Una teoría de aprendizaje es un conjunto de principios mediante los que se pretende explicar los cambios que tienen lugar en el comportamiento humano, proporcionando un conjunto de estrategias instructivas, estableciendo cómo y cuándo integrar y utilizar esas estrategias y previendo sus resultados [2]. Durante el último siglo han sido tres las escuelas que han tenido una mayor influencia en la educación: el conductivismo, el cognitivismo y el constructivismo. Cada una de ellas incluye un marco teórico en el que se conceptualiza el aprendizaje y proporciona instrucciones para la práctica educativa.

El conductismo se preocupa tan solo de datos observables y medibles, excluyendo las emociones e ideas explícitas, y la consideración de las experiencias y actividades mentales internas, no estando interesado en los procesos de control consciente. El cerebro se considera como una "caja negra" que al recibir un estímulo reacciona de una manera determinista. Para el pensamiento conductista, lo importante en el aprendizaje es modelar adecuadamente las respuestas del que aprende. El problema teórico y didáctico consiste en encontrar el estímulo apropiado y reforzar la respuesta correcta mediante una adecuada retroalimentación. Por ello el proceso de aprendizaje debe dividirse en un gran número de etapas muy pequeñas y el refuerzo debe depender de los logros alcanzados en cada una de esas etapas. Haciendo las

etapas de aprendizaje lo más pequeñas posible, se incrementará la frecuencia del refuerzo, reduciéndose, en consecuencia, la posibilidad de equivocación [3].

La cognición incluye todos aquellos aquellos procesos conscientes mediante los que se construye el conocimiento, incluyendo aspectos como la concepción, percepción, reconocimiento y razonamiento. El cognitivismo enfatiza los procesos internos del cerebro humano y trata de conocer y relacionar su funcionamiento. Lo importante no es aprender la respuesta a ciertas cuestiones o problemas, sino aprender las formas o métodos utilizados para resolverlos [4].

El cognitivismo distingue entre aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico [5]. El aprendizaje significativo implica un esfuerzo consciente por parte del que aprende por relacionar, de una manera no arbitraria, el nuevo conocimiento con los conceptos y experiencias, relevantes para el mismo, que ya existen en la estructura cognitiva del que aprende. Por el contrario, el aprendizaje memorístico es el resultado de la incorporación arbitraria del nuevo conocimiento en la estructura cognitiva.

Las teorías cognitivas enfatizan el logro de aprendizajes significativos, ayudando al que aprende a organizar y relacionar la nueva información con el conocimiento ya existente en su estructura cognitiva. La enseñanza, para ser efectiva, debe estar basada en el conocimiento de las estructuras o esquemas mentales ya existentes. De acuerdo con ello, el docente debe organizar la información de tal manera que posibilite que el alumno sea capaz de relacionar, de una manera significativa, la nueva información con el conocimiento ya existente. Dicho énfasis cognitivo implica que la mayor parte de las actividades deben incluir:

- comprensión de que los estudiantes acuden al proceso instructivo con diferentes conocimientos y experiencias de aprendizaje, lo que determinara sus logros en el mismo

- búsqueda de la forma más efectiva de organizar y estructurar la nueva información para conectar con las experiencias, habilidades y conocimientos previamente adquiridos por el alumno
- adaptación de la práctica y la realimentación, de manera que la nueva información sea efectiva y eficientemente asimilada y/o acomodada en la estructura cognitiva del alumno.

El constructivismo se centra en el aprendizaje como proceso de construcción y negociación de significados y se manifiesta cuando un grupo de alumnos logra un modelo mental compartido sobre un concepto mediante la integración de sus experiencias personales con las de los otros [6]. Frente a la simple absorción de ideas mediante la práctica memorística repetitiva, el constructivismo busca que los alumnos creen sus propias ideas, de manera que el aprendizaje es considerado como una reconstrucción más que como una transmisión del conocimiento. Los estudiantes asimilan la nueva información a partir de las nociones preexistentes modificando su comprensión a la luz de los nuevos datos. La reformulación de las estructuras preexistentes se produce sólo si la nueva información o nuevas experiencias se relacionan con el conocimiento ya existente. Los estudiantes generan, de manera personalizada, inferencias y relaciones entre las percepciones ya existentes y las nuevas ideas, de manera que éstas se conviertan en una parte integrada y útil de su estructura cognitiva. Los hechos y conceptos memorizados, que no han sido relacionados con las experiencias y conocimientos previos de los alumnos, serán rápidamente olvidados. Por tanto, para que se produzca un aprendizaje significativo, el alumno debe construir activamente la nueva información sobre su estructura mental ya existente.

Tomando en consideración las ideas cognitivo-constructivistas, se ha descrito un modelo generativo de aprendizaje de las disciplinas científicas e ingenieriles [7]. El aspecto fundamental de este modelo es que la mente no es una consumidora pasiva de información, sino que, por el contrario, construye activamente sus propias interpretaciones a partir de la

información que recibe, extrayendo inferencias de las mismas; es decir, el aprendizaje es un proceso de construcción activa del conocimiento que está fuertemente influido por las ideas previas de los estudiantes. De acuerdo con ello, el aprendizaje de los contenidos científicos debe ser considerado como un proceso de reestructuración del conocimiento relevante existente en la estructura cognitiva del que aprende, más que como un simple proceso de adición de información. La forma en la que construimos nuestro conocimiento depende de lo que ya sabemos, de nuestras experiencias previas, de cómo organizamos esas experiencias en estructuras de conocimiento tales como esquemas y modelos mentales y de las creencias que utilizamos para interpretar nuestra interacción con el mundo que nos rodea.

Las diferentes teorías de aprendizaje que acabamos de reseñar suponen diferentes puntos de vista relativos al proceso de enseñanza y a la forma en que el conocimiento debe ser impartido y las capacidades adquiridas. Debe tenerse en cuenta que aunque cada teoría contiene aspectos e ideas que pueden resultar muy útiles en contextos educativos determinados, existen algunos principios que pueden ser útiles en casi todas las situaciones. Entre ellos podemos destacar el refuerzo (de la perspectiva conductista), la organización de la información a transmitir (de la perspectiva cognitivista) y el aprendizaje colaborativo (de la perspectiva constructivista). Por tanto, y aunque estas perspectivas teóricas se centran en diferentes aspectos del proceso de aprendizaje, es posible utilizar una combinación de tales principios teóricos que dependerá de las necesidades específicas de cada situación educativa particular.

En principio van a ser dos los factores que van a determinar la selección de una determinada teoría de aprendizaje: el nivel de conocimiento del alumno y la complejidad de la materia que va a ser aprendida [8]. Así, si el estudiante tiene muy poco conocimiento sobre el tema, posiblemente sean las estrategias conductistas las que puedan resultar más eficaces. Conforme el estudiante va aumentando su conocimiento sobre un tema particular, se debe poner un mayor énfasis en los principios cognitivistas, en primer lugar, y constructivistas,

posteriormente, como estrategias más eficaces [9]. Este mismo criterio es aplicable cuando la cantidad de razonamiento y reflexión requerido por las tareas aumenta.

Dentro de las distintas teorías que han desarrollado los enfoques cognitivo-constructivistas, tres son las que merecen especial mención por su incidencia en la enseñanza de las ciencias y de la ingeniería durante los últimos años:

1. La teoría del desarrollo cognitivo de Piaget [10-12], que enfatiza la importancia de los niveles o estadios de desarrollo para el aprendizaje y comprensión de los conceptos científicos.
2. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel [5,13], que enfatiza la importancia de las ideas que el estudiante posee antes de la enseñanza y las toma en cuenta para diseñar estrategias de instrucción.
3. La teoría del aprendizaje social de Vygotsky [14-16], que enfatiza los aspectos relacionados con la interacción social en el proceso de aprendizaje.

2.1. Teoría del desarrollo cognitivo de Piaget

En su teoría del desarrollo cognitivo, Piaget identifica diversos estadios que caracterizan la forma de pensar y enfrentarse a los problemas que tienen los individuos de distintas edades. Piaget entiende el desarrollo de la inteligencia como una prolongación del desarrollo biológico, estando gobernado por el mismo tipo de reglas de funcionamiento. A partir de un conjunto muy limitado de pautas de actuación con las que el ser humano nace, se inicia un desarrollo continuo hasta llegar a las potencialidades intelectuales del adulto. El motor de ese desarrollo es la búsqueda de un equilibrio mental con el mundo que le rodea, ser capaz de comprender lo que ocurre a su alrededor, es decir, actuar sobre su entorno, transformarlo, comprender el proceso de transformación y, por tanto, comprender como está construido.

La mente humana, de acuerdo con Piaget, opera en términos de dos funciones invariantes: organización y adaptación. Sus procesos psicológicos están muy organizados en sistemas

coherentes y estos sistemas están preparados para adaptarse a los estímulos cambiantes del entorno. La función de adaptación en los sistemas psicológicos y fisiológicos opera a través de dos procesos complementarios: la asimilación y la acomodación. La asimilación se refiere al modo en que un organismo se enfrenta a un estímulo del entorno en términos de organización actual, mientras que la acomodación implica una modificación de la organización actual en respuesta a las demandas del medio. Mediante la asimilación y la acomodación vamos reestructurando cognitivamente nuestro aprendizaje a lo largo del desarrollo (reestructuración cognitiva).

Para Piaget, asimilación y acomodación interactúan mutuamente en un proceso de equilibración. El equilibrio puede considerarse cómo un proceso regulador, a un nivel más alto, que gobierna la relación entre la asimilación y la acomodación. Cuando el equilibrio cognitivo establecido se rompe, fundamentalmente como consecuencia de algún nuevo estímulo externo, se produce en el individuo un conflicto cognitivo que le dirige hacia la búsqueda de un nuevo equilibrio mediante el estudio o la investigación, lo que genera el conocimiento suficiente para alcanzar el deseado equilibrio.

El mecanismo de comprensión del entorno, o de la adquisición de conocimientos, no se produce por acumulación de información con la que se razona posteriormente, sino que la posibilidad de comprender la información exterior depende de que se disponga de las estructuras intelectuales adecuadas para asimilarlas. Estas estructuras sufren un proceso de evolución ampliando su potencia y el campo donde actuar. En esa evolución de las estructuras se pueden distinguir, aún cuando el proceso sea continuo, una serie de peldaños o etapas, aunque la transición de unas etapas a otras es gradual y a veces confusa.

Piaget distingue cuatro periodos generales en el desarrollo de las estructuras cognitivas de los individuos. Las primeras dos etapas, el periodo sensoriomotor y preverbal y el periodo preoperacional, son de escaso interés para el tema que nos ocupa, por lo que prestaremos una

mayor atención a las dos últimas etapas, conocidas como periodo de las operaciones concretas y periodo de las operaciones formales.

Durante el periodo de las operaciones concretas se logra precisión a la hora de comparar y contrastar objetos de la realidad concreta. El individuo tiene representaciones cognitivas de la realidad, pero solo puede manipular relaciones entre los objetos de esa realidad cuando se hallan presentes.

El individuo que ha alcanzado el periodo de las operaciones formales puede comparar y contrastar alternativas que sólo existen en su mente. Así, mientras el pensamiento concreto es una respuesta a situaciones reales, el pensamiento formal supone hipótesis y predicciones. El desarrollo del pensamiento formal se relaciona pues con la adquisición de habilidades para el control y la exclusión de variables, la utilización de relaciones y proporciones, con la consiguiente composición de variables, y la introducción al razonamiento combinatorial y probabilístico.

Las operaciones concretas son acciones mentales realizadas sobre objetos concretos que el sujeto tiene ante sí u objetos con los que está suficientemente familiarizado. Con estos objetos el individuo puede realizar operaciones de lógica de clases y operaciones de lógica de relaciones. Entre las operaciones de clases disponibles en la etapa concreta se encuentran la composición y descomposición de clases de una jerarquía, y con respecto a las operaciones de relaciones, el sujeto concreto es capaz de establecer correspondencias uno a uno o pueden ordenar los objetos de una serie de acuerdo con el valor de una propiedad.

Las operaciones formales constituyen la fase más avanzada del desarrollo del razonamiento lógico-matemático según la escuela piagetiana. El sujeto formal indaga en la realidad utilizando, en primer lugar las operaciones concretas, con las que construye proposiciones. Estas proposiciones las combina de todas las formas posibles como paso previo a la búsqueda de las que son compatibles con los datos que la realidad le ofrece. Es decir, el gran salto

intelectual consiste en considerar lo real como una parte de lo posible. Si además se tiene en cuenta que no necesita tener físicamente delante los objetos sobre los que actúa, podrá apreciarse que el dominio sobre el que puede reflexionar se abre enormemente. El razonamiento hipotético-deductivo le permite, finalmente, poner a prueba un gran número de hipótesis y proposiciones sin necesidad de compararlas empíricamente. Todo ello posibilita la construcción de teorías, operación imprescindible para la comprensión de los contenidos científicos y técnicos.

La mayor parte de los conceptos científicos y técnicos que se estudian en los primeros cursos de las titulaciones científicas e ingenieriles necesitan de la capacidad de razonamiento formal para su adecuada asimilación.

Esto no tendría más importancia para nosotros si, como Piaget pensaba, un individuo comenzara a operar en la etapa de las operaciones formales a los 12 años y completase su desarrollo intelectual aproximadamente a los 15. Sin embargo, estudios posteriores [17-20] han puesto de manifiesto que esto no es así y que un porcentaje importante de alumnos que cursan los primeros cursos universitarios no han consolidado la etapa de razonamiento formal.

2.2. Teoría de aprendizaje significativo de Ausubel

En la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, la adquisición de información nueva depende de las ideas pertinentes que ya existen en la estructura cognitiva del individuo. La idea central de esta teoría puede resumirse en el epígrafe que su autor incluye en su libro: *"el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe; averígüese esto y enséñese en consecuencia"* [5].

Ausubel distingue dos formas en las que puede tener lugar un aprendizaje, de manera memorística y de manera significativa.

En el aprendizaje memorístico, los conocimientos se adquieren a través de unos procedimientos repetitivos que conducen a asociaciones arbitrarias de los conceptos sin una

relación sustancial y sin significado lógico; no existe intención, por parte del que aprende, de asociar el nuevo conocimiento (los nuevos conceptos) con la organización de conceptos que ya posee en su estructura cognitiva.

En el aprendizaje significativo, por el contrario, se intenta establecer relaciones entre los nuevos conceptos o nueva información y los conceptos y conocimientos relevantes que ya posee el alumno; la nueva información se relaciona de modo no arbitrario con las ideas y conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva del alumno, produciéndose la comprensión y la asimilación. El aprendizaje significativo no es tan solo una acumulación del nuevo conocimiento sobre los conceptos ya existentes, sino que, por el contrario, el nuevo conocimiento interacciona con los conceptos relevantes ya existentes y se asimila a través de ellos, modificándose así la forma tanto de los viejos conceptos como la del nuevo conocimiento asimilado. Este segundo tipo de aprendizaje es el que genera una verdadera comprensión y utilidad de los conceptos aprendidos y es el que, de acuerdo con esta teoría, debe buscarse en el proceso instructivo.

Los resultados del aprendizaje no sólo dependen, por tanto, de la situación de aprendizaje y de las experiencias que se proporcionen a los alumnos, sino también de sus conocimientos previos, de sus concepciones y de sus motivaciones. Las ideas previas de los alumnos no sólo influyen en sus interpretaciones de los fenómenos y en las explicaciones que dan a los mismos, sino que determinan la dirección de su observación, focalizan su atención, orientan las actividades que realizan y condicionan la adquisición de sus conocimientos. Se sugiere, en consecuencia, que más que extraer conocimientos de la realidad, esta realidad sólo existe en la medida en que la construimos. La construcción de significados implica un proceso activo de formulación de hipótesis o realización de ensayos, que son contrastados mediante experiencias sensoriales. Si hay acuerdo, decimos que entendemos; en caso contrario, intentamos con nuevas construcciones o abandonamos la situación como carente de sentido. En algunas situaciones las construcciones

ya existentes son utilizadas para encontrar el sentido de las experiencias sin que sean necesarios grandes cambios en la estructura conceptual del sujeto. En otras, el acto de dar sentido a las nuevas experiencias implica un proceso durante el cual las ideas existentes deberán ser utilizadas de una nueva forma.

El aprendizaje supone, por tanto, reestructuración de la estructura cognitiva del que aprende, proceso al que se conoce como cambio conceptual. Se han identificado cuatro condiciones para que tenga lugar el cambio conceptual [15]:

- se ha de producir insatisfacción con los conceptos existentes
- ha de existir una concepción mínimamente inteligible
- dicha concepción debe llegar a ser plausible, aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno
- ha de ser potencialmente fructífera, dando explicación a las anomalías encontradas y abriendo nuevas áreas de investigación.

2.3. Teoría de aprendizaje social de Vygotsky

Vygotsky propone una nueva forma de concebir los procesos psicológicos postulándolos como el resultado de la interacción del individuo con su medio social y cultural en un momento histórico determinado.

Destaca la importancia del lenguaje, que es para él la actividad cognitiva fundamental, como base de esa interacción social. El lenguaje cumple una doble función: comunicativa y reguladora del resto de procesos cognitivos superiores. El desarrollo cognitivo del ser humano supone una regulación externa, social, intersubjetiva, que se convierte en una regulación interna, individual, personal, todo ello a través de la actividad del individuo, entendida como acción con finalidad.

Vygotsky introdujo un concepto de gran trascendencia para explicar las diferencias entre el nivel de desarrollo real y el nivel de desarrollo potencial del individuo, el concepto de zona de

desarrollo próximo, que ha resultado muy útil para explicar las diferencias en el aprendizaje y en el desarrollo intelectual entre individuos que, siendo de la misma edad cronológica, muestran conocimientos y habilidades superiores a las de otros compañeros.

Para Vygotsky, desarrollo y aprendizaje están estrechamente relacionados desde los primeros días del individuo. Para describir estas relaciones plantea que es necesario delimitar dos niveles de desarrollo, el real que se establece como resultado de ciclos evolutivos, y el potencial. La diferencia entre estos dos niveles es lo que concibe como la zona de desarrollo próximo: "distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz".

Según Vygotsky, esta zona comprende funciones que aún no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración. En este sentido, el nivel de desarrollo real caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente, mientras que la zona de desarrollo próximo caracteriza el desarrollo mental prospectivamente. Por tanto, para Vygotsky, el proceso evolutivo va a remolque del proceso de aprendizaje

3. Las teorías de aprendizaje en el nuevo modelo didáctico para la enseñanza de las Ciencias y de la Ingeniería en el Espacio Europeo de Educación Superior

Decíamos anteriormente que el nuevo paradigma promovido por el Espacio Europeo de Educación Superior implicaba una serie de cambios en las metodologías docentes a aplicar en los procesos instructivos. Algunos de los cambios los concretábamos de la forma:

- Docencia centrada en el alumno, promoviendo aprendizajes activos
- Profesor como guía de la adquisición de conocimientos, con un proceso de instrucción compartido entre profesor y alumno

- Nueva organización de las actividades de enseñanza aprendizaje
- Búsqueda y utilización de nuevos recursos docentes

Indicamos a continuación, de forma esquemática, algunas ideas de cómo llevar a cabo las modificaciones metodológicas que la aplicación de esos cambios requiere y como la base teórica que las apoya, se sustenta en las teorías psicológicas de aprendizaje que acabamos de reseñar.

- **Docencia centrada en el alumno, promoviendo aprendizajes activos**

- ▣ Conocer las características con las que el alumno se presenta al proceso instructivo
 - determinar el nivel de desarrollo cognitivo del alumno (Piaget)
 - detectar las ideas y los conocimientos previos de los alumnos (Ausubel)
 - fomentar la actividad del alumno a través de la motivación (Vygotsky)
- ▣ Diseñar procesos instructivos buscando el logro de aprendizajes significativos (Ausubel)

- **Profesor como guía de la adquisición de conocimientos**

- ▣ Organizar la información de manera que posibilite que el alumno sea capaz de relacionar, de una manera significativa, la nueva información con el conocimiento ya existente (Ausubel).
- ▣ Estructurar la información para avanzar desde lo concreto a lo abstracto (Piaget)
- ▣ Ayudar al que aprende en la organización y relación de la nueva información con el conocimiento ya existente en su estructura cognitiva. (Ausubel)
- ▣ Fomentar la acción tutorial (Vygotsky)
- ▣ Evaluar de manera continua (evaluación formativa) proporcionando la adecuada realimentación (Piaget, Ausubel, Vygotsky)

- **Nueva organización de las actividades de enseñanza aprendizaje**

- Diseñar actividades que ilustren de manera concreta los conceptos abstractos (Piaget)
- Utilizar actividades favorezcan el desarrollo cognitivo (aprendizaje basado en problemas) (Piaget)
- Seleccionar actividades que generen aprendizajes significativos (Ausubel)
- Emplear actividades relacionadas con aspectos de la vida diaria de los alumnos (Vygotsky)
- Diseñar actividades colaborativas o de interacción social que complementen las actividades individuales (Vygotsky)
- Fomentar las actividades relacionadas con la acción tutorial tanto individual como colectiva (Vygotsky)

- **Búsqueda y utilización de nuevos recursos docentes**

- Utilizar materiales y recursos didácticos que ilustren de manera concreta los conceptos abstractos (Piaget)
- Seleccionar materiales y recursos didácticos que favorezcan el desarrollo cognitivo de los alumnos (Piaget)
- Emplear materiales y recursos didácticos con estructuración significativa de los contenidos (Ausubel)
- Seleccionar materiales y recursos didácticos que relacionen los contenidos con aspectos de la vida diaria de los alumnos y recursos que favorezcan la interacción social (Vygotsky)

■ Ampliar el empleo de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación como recurso didáctico, al objeto de favorecer un amplio acceso a información de distinto tipo (nivel, grado de abstracción, tipo de estructuración, forma de ilustración, etc.), la posibilidad de utilización de materiales didácticos multimedia, la flexibilidad, en espacio y tiempo, del proceso de enseñanza-aprendizaje, la realización de actividades tanto individuales como colaborativas y la ampliación de las posibilidades de la acción tutorial (Piaget, Ausubel, Vygotsky).

4. Referencias

- [1] J. GONZÁLES, J.; WAGENAAR, R. *Tuning Educational Strategies in Europe. Informe Final. Fase Uno*. Universidad de Deusto, Bilbao, (2003).
- [2] YANG, Y. "Learning Theories - Synthesis and Comparison". *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 2004, vol. 13, núm. 4, p. 343-370.
- [3] SKINNER, B.F. "The Science of Learning and the Art of Teaching", *Harvard Educational Review*, 1954. vol. 24, p. 86-97.
- [4] SHUELL, T.J. "Cognitive Conceptions of Learning", *Review of Educational Research*. 1986, vol. 56, núm. 4, p. 411-436.
- [5] AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas, Méjico, 1983, pp. 46-71.
- [6] BODNER, G.M. "Constructivism: A theory of knowledge". *Journal of Chemical Education*, 1986, vol. 63, núm. 10, pp. 873-878.
- [7] OSBORNE, R.J.; Wittrock, M.C. "Learning science: A generative process". *Science Education*, 1983, vol.67, núm. 4, pp. 489-508.
- [8] NEWBY, T.J; STEPICH, D.A.; LEHMAN, J.D.; RUSSELL J.D. *Instructional Technology for Teaching and Learning*. Prentice-Hall, New Jersey, 1996, pp. 24-43.
- [9] BAUMGARTNER, P., In Dietinger, T. Aspects of e-learning environments. www.iicm.edu/thesis/tdieting_diss.doc, 2003,76(visitada 28/06/2006).
- [10] PIAGET, J. "Development and learning". *Journal of Research in Science Teaching*, 1964, vol. 2, pp. 176-186.

- [11] PIAGET, J. "Intellectual evolution from adolescence to adulthood". *Human Development*, 1972, vol. 15, pp. 1-12.
- [12] INHELDER, B.; PIAGET, J. *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Paidós. Buenos Aires, 1972.
- [13] AUSUBEL, D.P. "The use of advanced organizers in the learning and retention of meaningful verbal material". *Journal of Educational Psychology*, 1960. vol. 51, pp. 267-272.
- [14] VYGOTSKY, L.S. *Mind and society: The development of higher mental processes*. Harvard University Press, Cambridge, U.S., 1978.
- [15] WERTSCH, J. V. *Vygotsky y la formación social de la mente*. Paidós, Barcelona, 1985.
- [16] COLE, M. (1985). "The zone of proximal development: where culture and cognition create each other". En J. Wertsch. (Ed.). *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives*. Cambridge University Press, Cambridge, 1985, pp. 146-161. Cambridge, MA..
- [17] CHIAPPETTA, E.L. "A review of Piagetian studies relevant to science instruction at the secondary and college level". *Science Education*, 1976, vol. 60, núm 2, pp. 263-261.
- [18] LAWSON, A.E. "A review of research on formal reasoning and science teaching". *Journal of Research in Science Teaching*, 1985, vol. 22, núm. 7, pp. 569-617.
- [19] GUZMÁN, G.; LEÓN, G.; SOLANO, E.; CASCALES, J.A.; PÉREZ, A.; ROSIQUE, C. "Aproximación inicial al nivel de desarrollo cognitivo del alumno de E.U.P.", III Jornadas de didáctica Universitaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canarias. 1991.
- [20] GARCIA, F.; GUZMÁN, M.A.; LEÓN, G.; MARTÍNEZ, M.A.; MUÑOZ, J.; ROSUA, J.; FERAO, F. "Nivel de desarrollo cognitivo y rendimiento en Ciencias en alumnos de BUP y COU de la Región de Murcia. Implicaciones didácticas". *Enseñanza de las Ciencias*. 1987, vol. 7, núm extra, pp. 25-26.