

(C-35)

**PROPUESTA DE UNA ETAPA PRE-PROCESO EN LOS
PROYECTOS DIDÁCTICOS
DE MATERIAS DE INGENIERÍA**

José L. Vicéns y Blas Zamora



(C-35) PROPUESTA DE UNA ETAPA PRE-PROCESO EN LOS PROYECTOS DIDÁCTICOS DE MATERIAS DE INGENIERÍA

José L. Vicéns y Blas Zamora

Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

Universidad Politécnica de Cartagena, Dr. Fleming s/n, 30202 Cartagena (Spain). blas.zamora@upct.es

Temas de Interés Didáctico:

- Metodologías didácticas, elaboraciones de guías, planificaciones y materiales adaptados al EEES.
- Actividades para el desarrollo de trabajo en grupos, seguimiento del aprendizaje colaborativo y experiencias en tutorías.
- Desarrollo de contenidos multimedia, espacios virtuales de enseñanza- aprendizaje y redes sociales.
- Planificación e implantación de docencia en otros idiomas.
- Sistemas de coordinación y estrategias de enseñanza-aprendizaje.
- Desarrollo de las competencias profesionales mediante la experiencia en el aula y la investigación científica.
- Evaluación de competencias.

Resumen

El proceso de enseñanza-aprendizaje pretende la adquisición por parte del alumno de habilidades y de conocimientos significativos y relevantes (de competencias, en suma). En el desarrollo de este proceso el alumno experimenta un cambio debido a esta adquisición de competencias, y la evaluación del proceso consiste justamente en la certificación de dicha adquisición. La ejecución del proceso en el tiempo viene regida, ordenada y descrita en la propuesta docente correspondiente. Habitualmente las propuestas didácticas formalizan la incorporación del alumno al proceso, con arreglo a un procedimiento preestablecido y rígido, certificado administrativamente, sin contemplar la condición real del alumno. A la certificación de ciertas competencias, por su ubicación temporal, podemos considerarla como una fase previa dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este trabajo se propone un procedimiento para esta etapa pre-proceso, con una doble misión. Por un lado, detectar carencias de competencias previas y transversales para proceder a su corrección, tanto para procurar la homogeneidad del nivel del alumnado, como para agilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por el otro lado, exponer a la luz los obstáculos epistemológicos previsibles en el aprendizaje específico, con objeto de mejorar el proceso. Como ejemplo de este procedimiento, se presenta una aplicación referida a la docencia de una materia clásica de Ingeniería como es la Mecánica de Fluidos.

Keywords: Etapa pre-proceso, Obstáculo epistemológico, Mapa conceptual, Evaluación de competencias

Abstract

The main objective of the teaching-learning process is the acquisition by students of skills and meaningful and relevant knowledge. In the course of this process, the student experiences a change due to the acquisition of skills, and the evaluation of the process is precisely the certification of the skills acquisition. The implementation of the process is governed by the educational proposal of the teacher. Usually the educational proposal formalizes the incorporation of students into the process, according to a predetermined and rigid procedure, without considering the actual condition of the student. We can consider certification of certain skills as a preliminary stage in the process of teaching and learning, due to its temporary location. In this work, a procedure for the pre-processing stage is presented, with a dual mission. On the one hand, we identify the lacking of preliminary and transversal skills in order to carry out its correction, both to ensure knowledge homogeneity of the students as to expedite the process of teaching and learning. On the other hand, we explain the epistemological obstacles (which will be expected in the learning), to improve the process. As an example, we present an application relating to the teaching of a typical subject in Engineering, the Fluid Mechanics.

Introducción

Mario de Miguel (2006) señala que con arreglo al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) la propuesta didáctica de una materia o asignatura no es una enumeración de contenidos cronológicos computados en términos de ECTS (European Credit Transfer System), sino que debe ser “exponer secuencialmente todo el conjunto de actividades y tareas a realizar para orientar las experiencias que habrán de recorrer los estudiantes a lo largo de su proceso de enseñanza-aprendizaje.” Ello implica definir las competencias pertinentes y detallar tanto las modalidades y metodologías para la ejecución de dicho proceso, como los criterios y procedimientos de evaluación del mismo. No debe ser, pues, una brillante declaración de intenciones previsiblemente inalcanzables. Se exponen a continuación tres problemas básicos detectados, y a continuación una propuesta metodológica.

En torno a la definición de competencia

Hay innumerables definiciones de competencia. Para el EEES es un conjunto de atributos personales, capacidad de respuesta a requerimientos del contexto profesional y habilidades para ejecutar afectiva y eficientemente una tarea ocupacional. Pero se ha detectado que con el tiempo se han ido incorporando atributos y matices hasta alcanzar un tamaño excesivo. Nuestra propuesta, en razón de brevedad y síntesis, es considerar que competencia puede ser toda capacidad personal de actuación autónoma adquirida en un proceso de aprendizaje, y que es identificable y razonablemente delimitable.

En la actualidad las competencias parecen desempeñar un papel preponderante, pero según analiza Gimeno et al. (2008) el concepto y término “competencia” apenas sí aparecen en el grueso inicial de la documentación propositiva fundacional del EEES, incorporándose tardíamente como componente de la acreditación y, en no poca medida, con referencia a la empleabilidad. A este respecto es interesante referirse al estudio efectuado para el Informe Tuning (González y Wagenaar, 2003) En este informe, la palabra “Tuning” hace referencia a la sintonía deseable entre las instituciones educativas del EEE. En él y como paso inicial, se sometió al criterio de académicos, graduados y empleadores el establecer la relevancia de una lista de 17 competencias genéricas. Como resultado, se obtuvo una alta correlación, de 0,9, entre las valoraciones de graduados y empleadores, pero bastante baja, de 0,45 y 0,55 respectivamente, entre éstos y los académicos. Como ejemplo, para el mundo académico los conocimientos generales básicos sobre el área ocupan el primer lugar, en tanto que los empleadores colocan en cabeza la capacidad de aprender. Esto sugiere el carácter de flexibilidad que debe usarse con las competencias en esta primera fase de su implementación.

Para la identificación y estructuración de las competencias específicas, el Informe Tuning considera ocho Grupos, siendo los de las áreas temáticas de Matemáticas y Física del informe los que tienen mayor interés en el ámbito de la Ingeniería. Si bien el origen de la competencia en el sentido actual arranca del Informe citado, en donde se advierte que una competencia no es trasversal o específica con carácter absoluto, dependiendo del entorno de conocimientos que se considere (por ejemplo, 1º o 2º ciclo, país, etc.), lo cierto es que el troquelado de las competencias no está cerrado en absoluto y, junto al Informe Tuning, se está desarrollando el Proyecto DeSeCo (Definition and Selection of Competences. Theoretical and Conceptual Foundations), auspiciado por la OCDE desde 1997, alambicado y compacto, y muy centrado en el contexto laboral (por añadidura, práctico), lo que lo convierte en atractivo, aunque quizá equívoco para la concepción más tradicional de la Universidad. Por último cabe añadir que la sucesiva parcelación de un perfil profesional en áreas de conocimiento, y la de éstas en materias o asignaturas tiene un mero valor administrativo que en no pocas ocasiones resulta claramente disfuncional.

Alcance de una propuesta didáctica

Una propuesta didáctica debe ser percibida como una “unidad natural” de estructuración de competencias, y debe presentarse como un todo complejo y estructurado, mostrando la estructura sistémica de las competencias que contempla. En este sentido debe responder a criterios de planificación estratégica, operativa y contextualización (Mayor, 2003): Este trabajo parte de la base de que una planificación didáctica debe contemplar el antes y el después del proceso de enseñanza-aprendizaje, como referentes de su realidad, reuniendo, además, cierta unidad temporal y

espacial que la hagan operativa.

Peligro de némesis didáctica

“El objetivo de la docencia es que el alumno aprenda” (Morales, 2008) Esta frase resume cualquier proceso docente. Nos recuerda que el foco debe concentrarse sobre los resultados de la enseñanza, esto es, en el aprendizaje, y no sobre la complejidad y perfección del sistema de enseñanza. Pero lo cierto es que la inicial autocrítica del sistema ante su evidente fracaso, está generando una “némesis docente”, anticipada en parte por Illich (1970). La docencia institucional se ha volcado sobre sí misma, convirtiéndose en el objeto de estudio con un furor cartesiano que atenaza su renovación. El hecho didáctico se está convirtiendo en un “asunto de expertos”, frecuentemente inasequible a quien consume todo su tiempo justamente en dar clases. Toda actividad nuclear o periférica al hecho docente se presenta con clasificaciones y subclasificaciones, divisiones y subdivisiones, con un afán extensivo y totalizador más allá de su utilidad práctica para ese humilde objetivo consistente en que el alumno aprenda. Como ejemplos, pueden citarse “Las cinco mentes de Gardner”, “Los siete saberes de E. Morin” o “Las Constelaciones de Barnett” (Pérez, 2008).

Propuesta liberalizadora de material y métodos

El debate didáctico está agostándose en sus prerequisites formales. Se distingue lo que son mapas conceptuales de mapas mentales, de mapas cognitivos, mapas dinámicos, mapas de conocimiento o redes conceptuales. Se diferencian estrategia, método o recurso en los mapas. Y así hasta donde pueda pensarse. En este trabajo se utilizan los mapas conceptuales sin pretender una “pureza de la sangre” sino la sencillez operativa. Los mapas son una herramienta. De igual modo se obviarán las distinciones “genealógicas” entre errores, carencias y obstáculos epistemológicos, salvo en lo que implique una distinción de actuación. Por último, acorde al punto 6 de la línea 1 del Informe Tuning, dado que no hay competencias sin saberes o conocimientos, en el texto se podrá utilizar indistintamente estos términos en aquellas ocasiones en que la claridad lo aconseje.

Proceso de enseñanza-aprendizaje

Manejo de competencias

Un esquema aplicable para el desarrollo del aprendizaje basado en competencias es la translación al ámbito docente del enfoque de la cualificación laboral para el empleo, en que las competencias se identifican, se estandarizan o normalizan, se evalúan y se certifican formalmente.

En primer lugar las competencias que configuran una propuesta didáctica deben identificarse con arreglo a criterios empresariales, profesionales o curriculares, con todas las salvedades ya expuestas. En segundo lugar se procede a la normalización o estandarización de dichas competencias, tanto en contenidos como en los requerimientos temporales para su adquisición por parte del alumno. Estos estándares están comparativamente establecidos y admitidos para todo el EEES. Con este corpus se construye la propuesta didáctica que constituye la praxis del proceso de enseñanza-aprendizaje concreto. Es justamente éste el momento crítico de la elaboración de la “guía docente” el hecho que mayor trascendencia va a tener en todo el proceso formativo. Esto es así entre otras razones porque su modificación está sujeta a auditorías de diversas instancias. En tercer lugar se lleva a cabo la certificación del resultado del proceso, que no es sino la formalización de la evaluación del alumno, que se lleva a cabo al concluir dicho proceso. Esta evaluación-certificación constituye una verdadera etapa post-proceso.

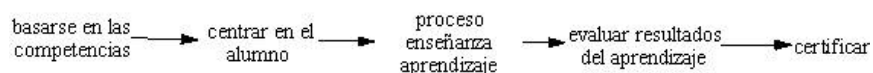


Figura 1. Procedimiento lineal en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje

Esta descripción del proceso de enseñanza-aprendizaje aparenta presentarse como secuencialmente lineal. Es lo que se representa en la Figura 1. En ella las actuaciones que conducen desde la definición de competencias hasta la certificación son sucesivas.

Pero en este esquema se detecta un problema. El desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje se presenta como independiente del estado del alumno cuando se incorpora al proceso, por lo que la evaluación se lleva a cabo sobre el resultado del proceso, sin contemplar la condición del alumno a su incorporación a dicho proceso. Por ello, debe contemplarse el estado inicial de los conocimientos del alumno en su incorporación al proceso didáctico (Figura 2). Cabe efectuar la siguiente discusión: al hablar de contemplar, ¿contemplar para “afinar” las certificaciones? O bien ¿contemplar para, a la vista de lo advertido, normalizar al conjunto de alumnos y legitimar la adecuación de la propuesta didáctica y el resultado de la evaluación? Lo segundo sin duda.

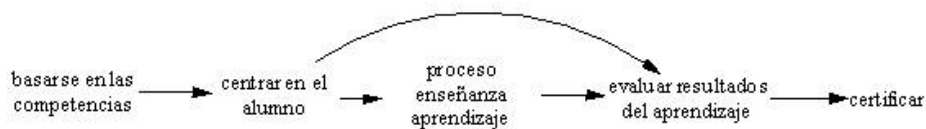


Figura 2. Procedimiento contemplando la condición inicial del alumno, que repercute en la certificación.

La etapa pre-proceso

En la Figura 3 se expone la estructura propuesta del proceso de enseñanza-aprendizaje. El desarrollo del proceso propiamente dicho (la implementación de la propuesta docente) se expresa finalmente en una certificación de sus resultados que no son sino cambios producidos en el alumno. Estos cambios dependerán tanto de la propuesta docente, como de los conocimientos y herramientas de que esté dotado el alumno en el momento de su incorporación. De este modo cabe distinguir tres etapas de actuación.

- 1 Etapa pre-proceso, en la que se inicia la actividad sobre el alumno a los efectos de evaluar, normalizar y acondicionar su actitud y aptitud previamente al desarrollo del proceso didáctico.
- 2 Proceso de enseñanza-aprendizaje propiamente dicho.
- 3 Etapa post-proceso, es la evaluación del alumno a efectos de proceder a la certificación del proceso. Habitualmente se tratan en profundidad el proceso y el post-proceso, pero se presta escasa atención al pre-proceso.

En este trabajo se propone un modelo de etapa pre-proceso para asignaturas de Ingeniería. Más adelante se expondrá como ejemplo una aplicación a las materias relacionadas con el Área de Mecánica de Fluidos.

Actuaciones y componentes de la etapa pre-proceso

La Figura 4 muestra la secuencia de actuaciones habitual, sin contemplar la etapa pre-proceso. En ella la incorporación del alumno es directa, confiando en las certificaciones administrativas previas. La actuación sobre el alumno se centra en el desarrollo de la propuesta didáctica concreta.

Nuestra propuesta se muestra en la Figura 5, en donde la etapa pre-proceso se intercala en el paso de “alumno inicial” a “proceso académico”.

Desarrollo de la etapa pre-proceso

El desarrollo de la etapa propuesta (véase la Figura 6) consiste en tres actuaciones, que se describen a continuación.

La primera actuación consta de una autoevaluación de conocimientos, efectuada por el alumno mediante un mapa conceptual en que se recogen lo que se supone debe reunir para integrarse adecuadamente en ese proceso de enseñanza-aprendizaje. Le sigue el trazado sobre los mapas de las carencias de conocimientos detectadas.

La segunda actuación se inicia con la recepción por parte del alumno de los contenidos suficientes como para subsanar las carencias detectadas, identificadas y explicitadas sobre los mapas. Concluye con la auto-certificación del alumno de que ha incorporado dichos conocimientos a su bagaje personal (lo que se verifica de nuevo sobre el mapa).

La tercera actuación abarca la recepción de la información referente a los obstáculos epistemológicos más frecuentemente detectados en esa área de conocimiento. El alumno debe confirmar la recepción de esta información, la verificación de su entidad y el detalle de las actitudes que adoptará respecto a ellos.

Estas tres actuaciones, así como los resultados se integran en el portafolio del alumno, al que consideramos, antes todo, como instrumento integrador (Colen et al., 2006)

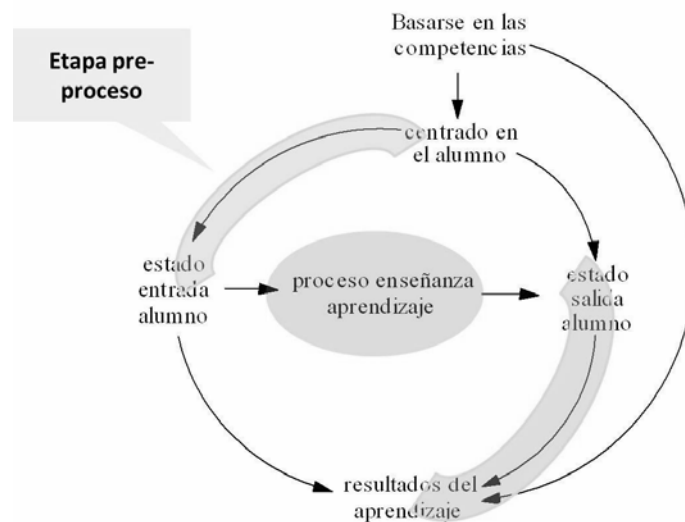


Figura 3. Identificación de la etapa pre-proceso.

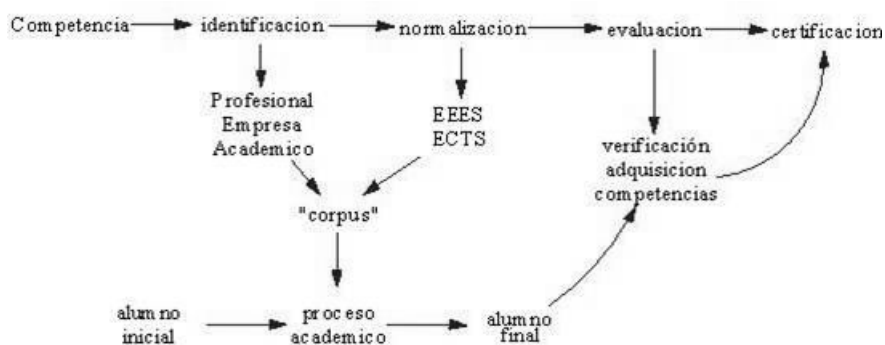


Figura 4. Diagrama del proceso habitual de enseñanza-aprendizaje.

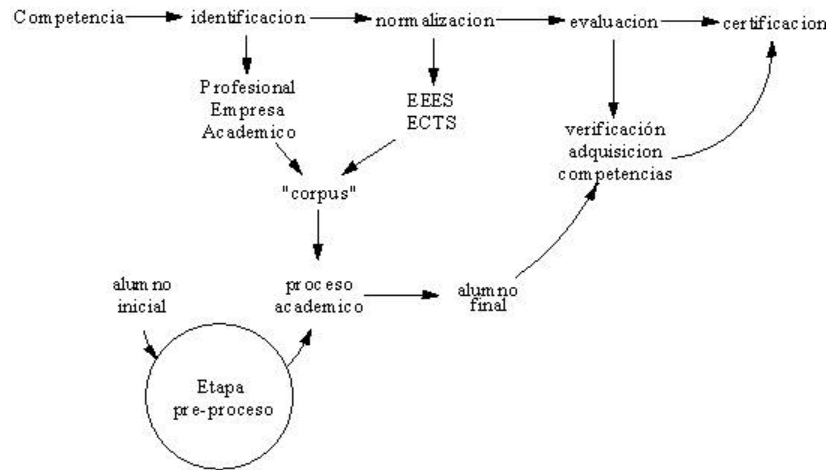


Figura 5. Diagrama del proceso propuesto de enseñanza-aprendizaje, con ubicación de la etapa pre-proceso.

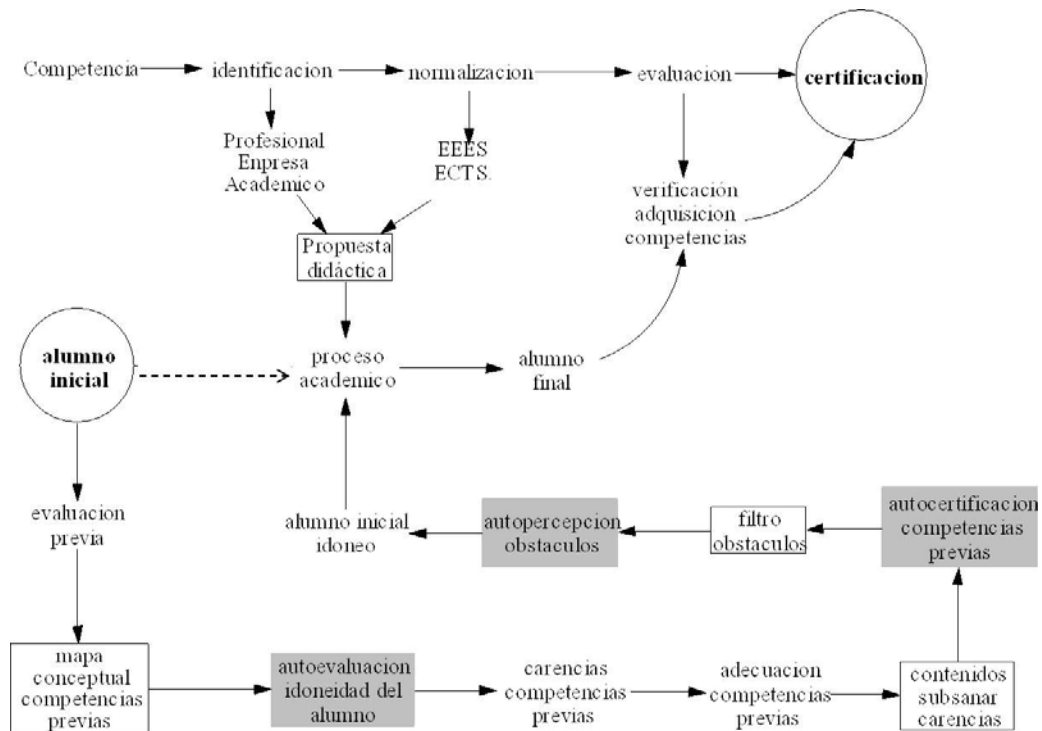


Figura 6. Diagrama de la etapa pre-proceso. Con círculo, origen y final. La línea discontinua indica el camino habitual de incorporación del alumno al proceso. La línea continua indica el recorrido propuesto. En fondo gris se indican las actuaciones de propias del alumno. En enmarcado, los materiales facilitados por el tutor.

Herramientas utilizadas en el pre-proceso

Herramienta de autoevaluación inicial (Mapa conceptual de competencias previas)

Consiste en una colección de mapas conceptuales en que se despliegan los contenidos que el alumno debe conocer previamente a integrarse en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la propuesta didáctica concreta. Este uso de mapas conceptuales se basa en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, que tiene fundamento psicológico porque se ocupa de los procesos mismos que el individuo pone en juego para aprender (Rodríguez, 2004).

El aprendizaje significativo abarca tanto el proceso por el que un nuevo conocimiento se integra con la estructura cognitiva del alumno con orden y contenido enriquecido, como el propio nuevo conocimiento. Para que tenga lugar un aprendizaje significativo, deben cumplirse dos requisitos. Por un lado, una predisposición por parte del alumno a aprender de un modo significativo (relacional), y, por otro, la existencia de una herramienta de naturaleza significativa. Para esto último el material incluido debe presentarse compatible con la estructura cognitiva del alumno, y debe coincidir que en el alumno existan ideas de referencia y “contacto” para que tengan permeabilidad y capacidad de relación con las nuevas.

El alumno aprecia el carácter significativo de los conocimientos previos, a pesar y precisamente por provenir de diversas áreas, y anticipa el sentido relacional que van a tener de inmediato al aplicarse a nuevos conocimientos. Ello va aportando, al tiempo, elementos metacognitivos a la capacidad del alumno.

En la práctica, el alumno debe navegar por los mapas identificando los conocimientos previos precisos, así como la secuencia de aplicación e implicación entre ellos hasta quedarse en puertas de los contenidos que integran la propuesta didáctica. Este recorrido permite que el alumno perciba si posee el bagaje personal adecuado para el programa didáctico en cuestión o si por el contrario, tiene carencias importantes en sus conocimientos. En este segundo caso, el alumno traza sus “itinerarios de ignorancia” en la arborescencia de los mapas, a los efectos de identificar y acotar exactamente las carencias. Para ello es conveniente que el mapa se remonte conceptualmente “hacia atrás” hasta que el alumno sitúe el “suelo” de su desconocimiento.

Contenidos para subsanar las carencias detectadas

Los contenidos se facilitan seleccionados y asequibles. Con esta facilitación se pretende resolver un problema, el de las carencias de conocimientos, y no generar un consumo de tiempo por parte del alumno. La filosofía del ECTS como unidad temporal supone, esencialmente, que el tiempo que dedica el alumno a una asignatura debe invertirse en sus contenidos específicos, en la adquisición de las competencias curricularmente consignadas. Por ello:

- 1 Se utilizan textos preferentemente en el lenguaje del alumno.
- 2 Se indican textos que estén disponibles en la biblioteca del Centro.
- 3 Se procura que estos textos dispongan de ejemplares “sólo de consulta en sala”.
- 4 Se presentan las indicaciones bibliográficas superpuestas a las voces del mapa de contenidos con que se ha auto-evaluado el estado de conocimientos.
- 5 Se indica en qué casos Wikipedia proporciona la información precisa.

Exposición de obstáculos. Nociones generales

La detección de las carencias de conocimientos (o competencias) previas y su probable remedio, efectuados como se ha indicado en este trabajo, contribuyen a la eficiencia general del proceso de enseñanza aprendizaje, y al mismo tiempo habitúan al estudiante a actuaciones de índole didáctica y adidáctica, pero no es suficiente. Incluso en el supuesto de que se subsanen con mayor o menor eficacia las carencias de “saberes”, de contenidos o significados, no por ello se dispone ya de una vía expedita para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Existe un segundo escollo, oculto, menos ostensible que la simple carencia, y por ello, por su sigilo, más peligroso. Corresponde al concepto amplio de obstáculo epistemológico. Con respecto a esta amplitud, es preciso efectuar un par de precisiones.

La primera precisión es que en este trabajo la entidad “obstáculo”, comprende tanto a Bachelard y a Brousseau (Barrantes, 2006), como a los errores reseñados por Astolfi (2001), a los conflictos cognitivos e inconsistencias (Sara Scaglia y Coriat, 1990), y a las dificultades derivadas de la escasa identificación de los obstáculos (Grenier, 2007). En síntesis, obstáculo epistemológico “puro” es un conocimiento, válido además en un determinado dominio, que resiste y reaparece en los procesos de aprendizaje de los alumnos, y que constituye saber. Puede radicar en el alumno, en el propio concepto a aprender o en el profesor y el método docente. Finalmente pueden originarse desde una experiencia anterior, a partir de un conocimiento general, o verbal, por uso abusivo de imágenes familiares, y por conocimiento unitario y pragmático.

La segunda precisión es que, en términos generales, atribuimos a la didáctica de la ingeniería una estructura de obstáculos superponible en gran medida a la propia de la matemática. Esto está en la línea de Hoffman et al. (2004) que considera que la distinción didáctica entre matemática aplicada (o con computador) y la matemática “pura” carece de sentido; también resulta ilógico diferenciar la matemática numérica de la resolución de problemas de física, y ésta de la de problemas ingenieriles. Con ello se asumen los obstáculos de la didáctica de la matemática en general; pero sin el carácter de adscripción ciega (Wendt, 2010), pues si bien la ingeniería es matemática, en ésta un problema tiene una solución correcta o incorrecta, en tanto que la solución de un problema ingenieril no necesariamente es definitiva. Finalmente, como obstáculo global cabe considerar la casi inevitable (por biográfica) actitud conductista de gran parte del profesorado (Zuninni, 2007). El emblema de la enseñanza tradicional ha sido el conductismo, la transmisión directa de saberes por inoculación, y difícilmente pueden borrarse actitudes y métodos tras años de ejercicio profesional conscientemente orientado con tal método.

Relación de algunos obstáculos, conflictos y errores relacionados con la Ingeniería de Fluidos

El hecho de que un obstáculo didáctico en un período dado del proceso biográfico pueda fomentar un obstáculo ontogénico (es decir, incorporado y desarrollado) en el alumno, confiere a la clasificación una naturaleza expositiva y no estrictamente conceptual. Lo que sigue es una clasificación obtenida de un detallado estudio bibliográfico.

De carácter didáctico

Persistencia actual de actitudes conductistas

- Transmisión de conocimientos “sueltos” sin interrelaciones
- Omisión de la jerarquización de sistemas particulares a partir de los generales
- Inversión cronológica del aprendizaje del cálculo numérico (Chapra y Canale, 1990)
- Baja valoración del dibujo (croquis, esquemas gráficos)

Derivados de contenidos y enfoques didácticos anteriores

- Sustitución de la geometría por el álgebra (detrimento de la intuición espacial, Armendáriz et al., 1993.)
- Presión administrativa (Hoffman et al., 2004) que impone visión algebraica
- Sobrevaloración del cálculo aritmético
- Problemas derivados de excesos en ciertas analogías (por ejemplo, “hidráulica-electricidad”)
- Disociación de la “regla de tres” propuesta por el Consorcio de Harvard (Stewart, 1998)

De naturaleza ontogénica secundaria

- Carencias de habilidades gráficas. Nula transposición semiótica (signos, símbolos) algebraica a gráfica
- Determinismo analítico. Tendencia a la linealidad (Villareal et al., 2005) y al exceso del ajuste polinomial
- Bidimensionalidad, con exclusión del tiempo como variable, con rigidez simbólica, etc.
- Transposición semiótica “vectorial-escalar”
- Conflicto de identificación matemático-física con “preponderancia de las reglas” (Schneider, 2009)
- Déficit de manipulación espacial mental
- La simetría y la geometría (Bohórquez et al., 2008).

De carácter epistemológico

Distinción difusa entre determinismo y turbulencia

Revisión del principio de tercio excluso

Cambios sustanciales sin cambio de estado: turbulento o laminar, tixotropismo (geles, coloides), reología

Tránsito y superposición “análítico-numérico-empírico-gráfico-real”

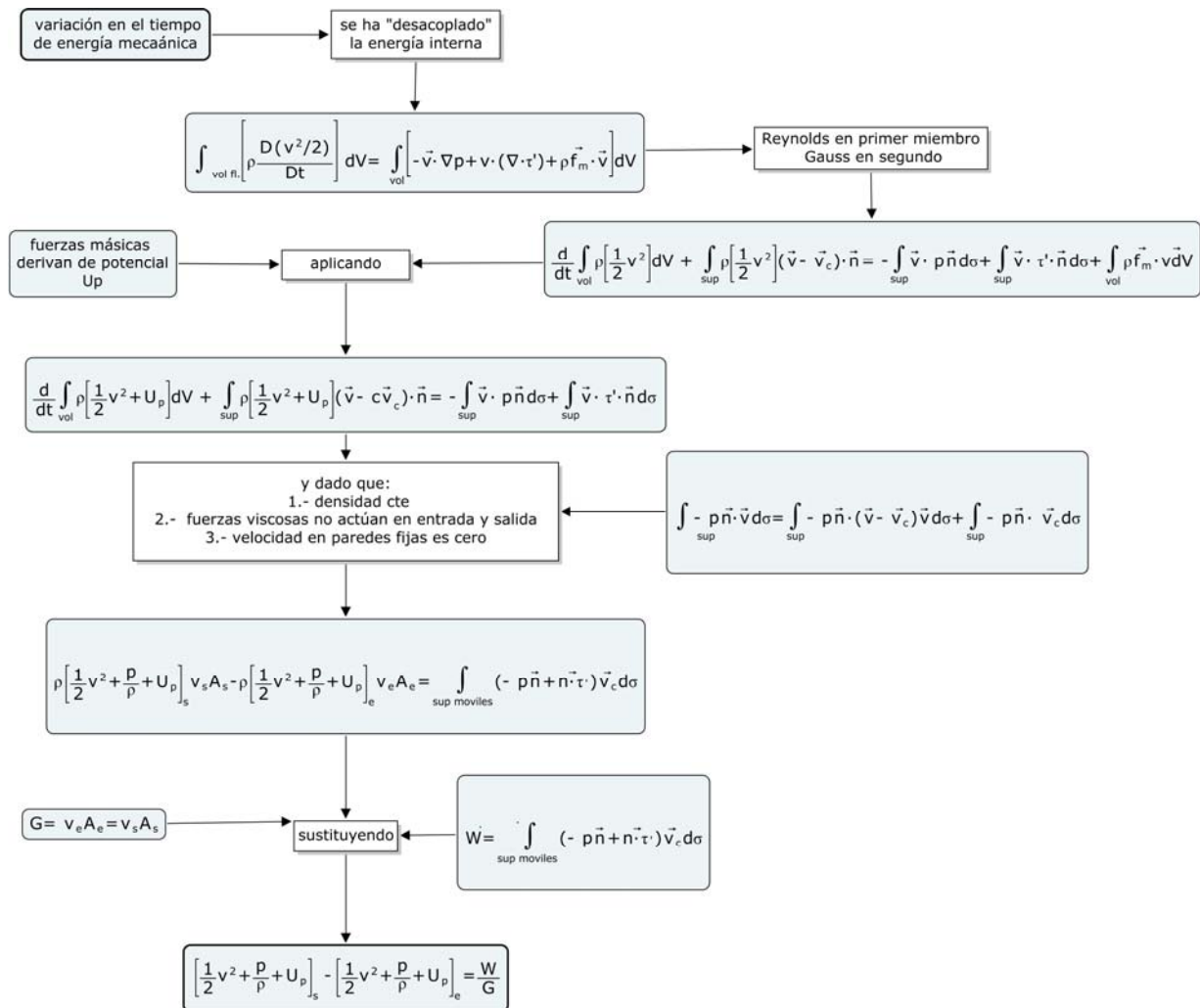


Figura 7. Ejemplo de mapa conceptual de las primeras etapas del aprendizaje.

Ejemplos de aplicación a la Ingeniería de Fluidos

Algunos conceptos de los mapas ejemplo que se adjuntan, destinados a auto-evaluar el nivel de competencias transversales del alumno en esta etapa pre-proceso, pueden aparentar ser muy elementales. Cualquier lector, docente o

discente, podría aportar experiencias reales más detalladas. No se ha atendido entonces a “prejuicios estéticos”. Se pretende que “aguas arriba” y “agua abajo” se delimiten con exactitud los conocimientos. Una faceta de los mapas es que ayudan a poner de manifiesto tanto las carencias, como las concepciones equivocadas (Novak y Gowin, 1984). Los mapas conceptuales empleados se realizan con arreglo a las indicaciones de Afamasaga-Fuata'i (2009), y (Tergan, 2005). En la Figura 7 se muestra un mapa conceptual correspondiente a una ecuación clásica de la Mecánica de Fluidos. En el seguimiento de mapas como el de la Figura 7, pueden ser necesarios mapas conceptuales más particulares vinculados a otros conceptos (que pueden identificarse a su vez como obstáculos o carencias); como ejemplo, se adjunta el mapa de la Figura 8. El alumno señala en su portafolio los conceptos que le suponen problema. Entonces accede a otro mapa, como el de la Figura 9, en que se han ubicado referencias bibliográficas asequibles y rápidas (ovoides de fondo claro), y los obstáculos epistemológicos más comunes al caso (rectángulos fondo oscuro).

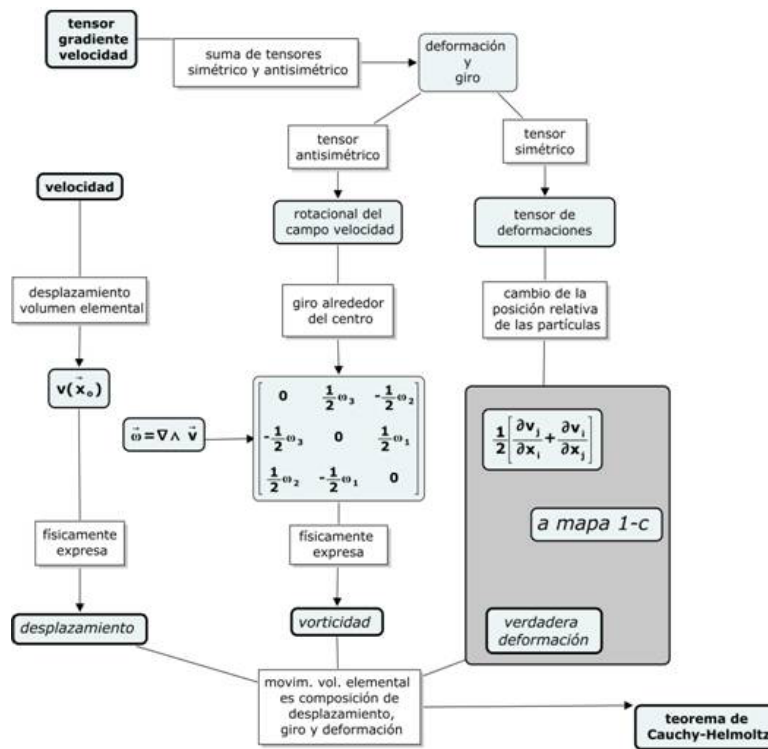


Figura 8. Ejemplo de mapa conceptual para las etapas intermedias del aprendizaje.

Conclusiones

En el presente trabajo, se presenta una propuesta de etapa pre-proceso en los proyectos didácticos vinculados con Ingeniería. Se ha hecho especial hincapié en los distintos obstáculos que pueden aparecer en las fases iniciales del proceso enseñanza-aprendizaje. Se presentan además mapas conceptuales como ejemplo de aplicación a la Ingeniería de Fluidos. Pueden efectuarse las siguientes puntualizaciones:

La evaluación propuesta en nuestra etapa pre-proceso presenta un carácter amistoso, frente a las tradicionales “evaluaciones de comprobación del primer día” que, en no pocas ocasiones, abren un foso alumno-profesor insuperable para el resto del curso.

Tanto la detección como la neutralización del problema se llevan a cabo mediante actuaciones “privadas” del alumno que evita la exposición pública y gratuita de sus lagunas en diversas áreas de conocimientos. El alumno se auto-evalúa, auto-forma y auto-certifica en esta etapa inicial de preproceso.

La transparencia del “estado inicial de la cuestión” contribuye a establecer un mejor contrato de aprendizaje entre docentes y alumnos. El conocimiento de la calidad inicial del “material humano discente” por parte del personal docente es un ejercicio de realismo para el desarrollo del proceso, y debe retroalimentar el propio proceso. Este efecto puede extenderse más allá de la propuesta docente concreta. Creemos que puede repercutir en el proceso global de un Centro, en la medida que revisa, confirmando o cuestionando en su caso, la confianza administrativa en las certificaciones curriculares previas que conforman, entre otras cosas, competencias transversales en la propuesta didáctica en cuestión.

Los efectos retroactivos indicados pueden contribuir a mitigar un problema de la enseñanza de la ingeniería, el abultado fracaso escolar, que en el mejor de los casos, origina una duración del proceso de enseñanza-aprendizaje académica, administrativa y socialmente insostenible.

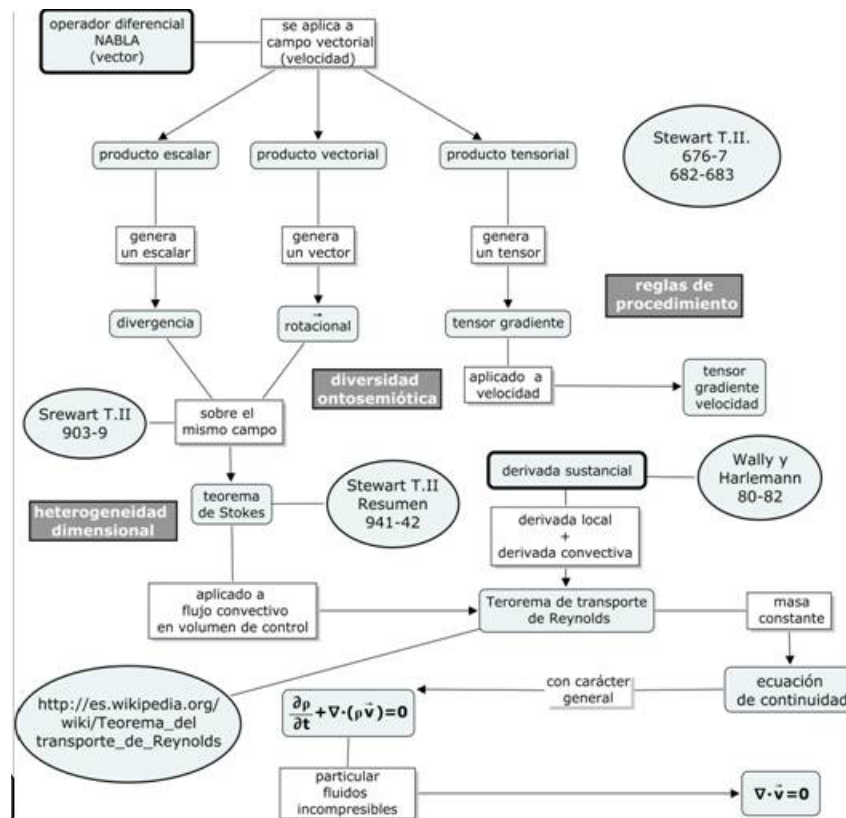


Figura 9. Ejemplo de mapa conceptual para las etapas intermedias del aprendizaje, con referencias bibliográficas y señalización de algunos obstáculos.

Bibliografía

- De Miguel, M., et al. (2006). *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias*, Alianza Editorial, Madrid.
- Gimeno, J., Pérez, A., Martínez, J., Torres, J., Angulo, F. y Álvarez, J. (2008). *Educación por competencias. ¿Qué hay de nuevo?* (Capítulo I), Ediciones Morata, S.L.
- González, J y Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe final, Fase uno, Univ. de Deusto.
- Mayor, C. (2003). *Enseñanza y aprendizaje en la educación superior*, Octaedro-EUB, Barcelona.
- Morales, P. (2008). *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje* (Capítulo I), Octaedro S.L. Barcelona.
- Illich, I. (1970). *La sociedad desescolarizada*. Joaquín Mortiz, México.
- Pérez Gómez, A.I. (2008). *Educación por competencias. ¿Qué hay de nuevo?* (Capítulo II). Ediciones Morata, S.L.
- Colen, M.T., Giné, N. y Imbernon, F. (2006). *La carpeta de aprendizaje del alumnado universitario*, Octaedro-ICE, Barcelona.
- Rodríguez, M. L. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo. Concept Maps: Theory, Methodology*, en Technology Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping, A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, Eds., Pamplona.
- Barrantes, H. (2006). *Los obstáculos epistemológicos*. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, Año 1, Nº 2.
- Astolfi, J.P. (1997). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*, Diada Editorial S.L., Sevilla.
- Scaglia, S. y Coriat, M. (2003). *Dos conflictos al representar números reales en la recta*. La gaceta de la RSME, Vol. 6.1.
- Grenier, D. (2007) *Connaissance, conception et obstacle. Exemples en mathématiques*. Université Joseph Fourier. Grenoble Master2 IC2A .Didactique Eléments de cours des Sciences UE TC1.
- Hoffman, J., Johnson, C. y Logg, A. (2004). *Dreams of Calculus: Perspectives on Mathematic*, Springer.
- Wendt, S. (2010). *Roots of Modern Technology an Elegant Survey of the Basic Mathematical and Scientific Concepts*, Springer.
- Zuninni, P. (2007). *El Docente como obstáculo epistemológico*, Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, Vol. 4(9). pp. 28-34.
- Chapra, S. y Canale, R. (1990). *Métodos numéricos para ingenieros*, MacGraw Hill, México.
- Armendáriz, M.V., Azcárate, C., Deulofeu, J. y Jordi, C. (1993). *Didáctica de las Matemáticas y Psicología*. Infancia y Aprendizaje (ISSN 0210-3702), 77-99.
- Stewart, J. (2002). *Calculo. Transcendentes tempranas*. Thompson.
- Villarreal, M., Esteley, C. y Alagia, H. (2005). *As produções matemáticas de estudantes universitários ao estender modelos lineares a contextos não-lineares*. Boletim de Educação Matemática. Año 18, Nº 23, p. 23-40.
- Schneider, M. (2009). *Quelques éléments pour une analyse de la transposition: algèbre et modélisation Fonctionnelle*, Journées Ampère, Lyon 19-20 mai 2009.
- Bohorquez, H. J., Boscán, L.F., Hernández, A.I., Salcedo, S., Morán, R. (2009). *La concepción de la simetría en estudiantes como un obstáculo epistemológico para el aprendizaje de la geometría*. EDUCERE. Investigación arbitrada. Año13, Nº 45, Abril-Mayo-Junio.
- Novak, J.D. y Gowin, D.B. (1984). *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca, S.A., Barcelona.
- Afamasaga-Fuata'i, K. (2009). *Concept Mapping in Mathematics. Research into Practice*. Springer.
- Tergan, S.O. y Keller, T. (2005) *Knowledge and Information Visualization. Searching for Synergies*. 185-205.Springer.