

Comunicación para las Primeras Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza.

TÍTULO:

DESARROLLO DE LA ASIGNATURA “TERMOTECNIA” DE 3º ELECTRÓNICOS EN TORNO A UN NÚCLEO CENTRAL. UTILIZACIÓN DE METODOLOGÍA ACTIVA EN CLASE Y EVALUACIÓN DEL ALUMNADO MEDIANTE LA REALIZACIÓN DE UN PROYECTO

AUTORA:

María Isabel Torrecilla Daniel.

Departamento: Física Aplicada.

Centro: E.U.I.T.I.Z . C/ María de Luna . Campus Río Ebro

Tfno: 976762591 e-mail: [utrillas @unizar.es](mailto:utrillas@unizar.es)

RESUMEN.

Se exponen brevemente los fundamentos teóricos que guían esta experiencia didáctica, en particular, la visión sistémica del laboratorio que tiene la ponente. Se indica el tipo de materiales didácticos utilizados y su integración en el desarrollo de las clases. Se explicitan la forma de trabajo en el aula/laboratorio y la forma de evaluar al alumnado mediante la realización de un trabajo final de tipo técnico. Por último, se hace una valoración de la experiencia .

PALABRAS CLAVE: transposición didáctica, situación didáctica, campo de prácticas, evaluación por proyecto.

1- Fundamentos didácticos teóricos.

Los fundamentos teóricos base de la experiencia docente pueden leerse en la ponencia “Innovación docente e investigación didáctica: ¿caminan de la mano?” presentada a este mismo congreso.

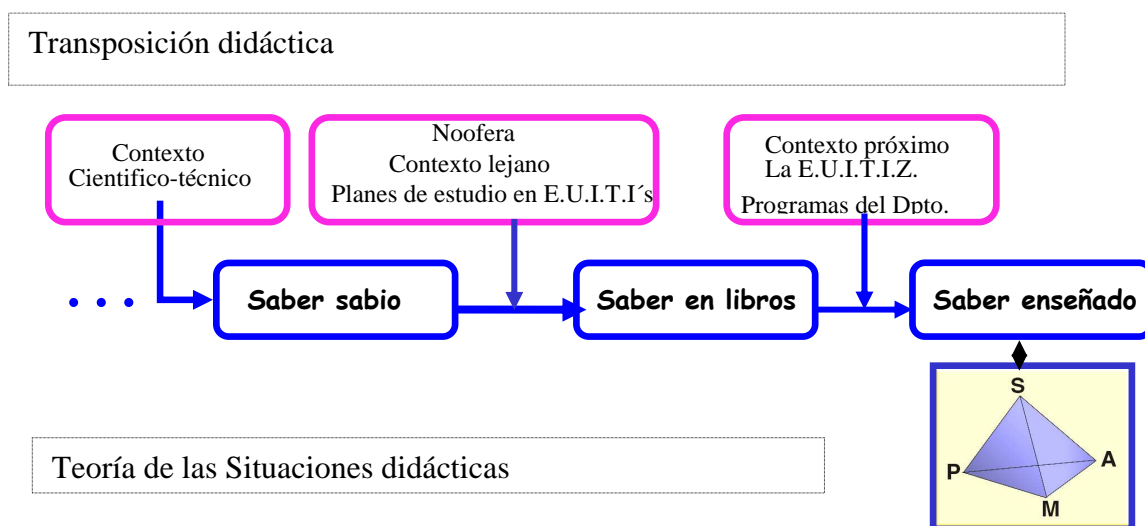
En ella se asume como característica principal de la didáctica su extrema complejidad y la conveniencia, por tanto, de hacer uso de la teoría de sistemas para su consideración teórica. También describe los principios que fundamentan la llamada didáctica “fundamental”.

Este marco teórico asigna un papel predominante al saber específico en juego y a la institución en la cual se enseña ese saber. También a la interrelación entre esa institución y el resto de la sociedad en la cual está inmersa (llamada “noosfera” o esfera de influencia sobre la institución).

Dentro de la Didáctica fundamental, se han elaborado teorías que modelizan distintos aspectos del funcionamiento del sistema de enseñanza. Son de particular interés:

La *Teoría de la Transposición Didáctica* que trata de las modificaciones que sufren los saberes (matemáticos y científicos) en el proceso de su difusión.

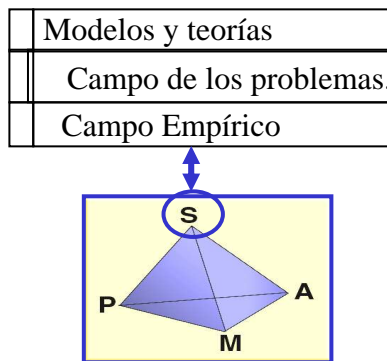
La *Teoría de las Situaciones Didácticas* que modeliza y clasifica las interacciones entre los elementos del sistema didáctico



Las bases generales para diseñar el desarrollo de la asignatura (y de cada saber particular que forma parte su estructura) son, en mi caso:

- **La integración de dos prácticas sociales de referencia:** la de la comunidad científica (las Escuelas de Ingeniería son centros Universitarios) y la práctica social del Ingeniero (práctica cambiante, a analizar en cada momento).

Aunque no son totalmente separables, la **práctica social del científico** nos aporta el análisis epistemológico del saber y la consideración de elaboración del mismo como una construcción intelectual que pone en juego (en una determinada problemática) los niveles interrelacionados de modelos y teorías y campo experimental (**Modelo “trinitario” del saber**).



La práctica social del Ingeniero no sólo delimita el referente empírico (instalaciones técnicas y fenómenos asociados) y la problemática a considerar (que va a incidir sobre el modelo) sino que plantea la necesidad de un enfoque horizontal en el estudio de la realidad, un estudio donde converjan, simultáneamente, los saberes específicos de varias ramas de la ciencia. También la necesidad de tener en cuenta las aptitudes y habilidades que la sociedad demanda de los titulados.

- **La teoría de las situaciones didácticas** para diseñar, para cada saber concreto, el medio (M) más enriquecedor y apropiado (apuntes bien elaborados, vídeos, ordenador, montajes experimentales...) y las relaciones más pertinentes entre ese medio (M), el alumno (A) y mi persona como profesora (P) (secuenciación de actividades, trabajo individual o en grupo, puesta en común de resultados, .. etc.) para que la adquisición de ese saber por el alumnado se aproxime al previsto.
- **Un enfoque sistémico de laboratorio docente** de Termodinámica. Las prácticas de laboratorio pueden concebirse como el análisis de un sistema cuyo conocimiento requiere enfoques concurrentes (aspecto multidisciplinar) y aproximaciones sucesivas (cada vez más profundas).

A los Ingenieros se les asigna, entre otras, funciones de diseño y mantenimiento de instalaciones. Estas deben, pues, constituir un elemento clave del medio didáctico(M).

El programa de Termotecnia está dedicado, en buena parte, al estudio de las mismas (pueden ser instalaciones reales, reales “didactificadas” o didácticas (diseñadas específicamente para laboratorios docentes). Una instalación puede estudiarse en principio como un modelo de caja negra con entradas/salidas, pero también como compuesta por una serie de sistemas interrelacionados, cada uno de los cuales puede estudiarse con mayor profundidad llegando a estudiar los procesos básicos que rigen su funcionamiento. Las prácticas básicas habría que relacionarlas con este último apartado.

Por último, quiero trasladar alguna de las propuestas finales de la tesis (Torrecilla I. 2000) cuya puesta en práctica supone la base de este proyecto de innovación

“Proponemos que la problemática planteada en cada sesión se integre en campos problemáticos de orientación técnica, donde queden interrelacionados (con viajes de ida y vuelta) desde los conocimientos puestos en juego en prácticas básicas hasta aquéllos relacionados con instalaciones más complejas.

“Proponemos organizar el curriculum práctico en campos de prácticas constituyendo, cada uno de ellos, un conjunto de situaciones de laboratorio complementarias que conformen el referente empírico común a un modelo y profundicen en la relación entre significante y significado”.

“Proponemos la reflexión retrospectiva sobre el tipo de actividad modelizadora realizada en cada sesión y en el desarrollo de un campo de prácticas.”.

En estos momentos hablamos de INNOVACIÓN, de nuevas metodologías que lleven a mejorar la calidad de enseñanza. A mi modo de ver toda innovación debería ir acompañada de un MODELO TEÓRICO que permita DISEÑAR LA ACCIÓN innovadora y que dote de HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS para comprobar si el cambio se produce en la dirección prevista.

Es en esa línea en la que para mí resulta de gran utilidad el campo teórico descrito. Hablar del Espacio Europeo de Enseñanza Superior es hablar de un momento particular en el proceso de transposición de los saberes. La Universidad como Institución va a estar sometida a una esfera de influencia social sin

precedentes (Europa). La técnica avanza a pasos agigantados (en particular los medios de transmitir-acumular-aprender-compartir CONOCIMIENTO) y la Universidad debe abordar los retos derivados de la innovación en las formas de generación y transmisión de dicho conocimiento. En el proceso de construcción de una comunidad europea de ciudadanos los agentes sociales requieren y explicitan nuevas necesidades (de saberes, de aptitudes, de habilidades) a las que los profesores, con pequeños pasos, pero ORIENTADOS, debemos ir dando satisfacción.

La habilidad esencial es que el alumnado “APRENDA A APRENDER”, sea consciente de cómo aprende. El proceso de formación actual debe tener como perspectiva mantener el interés por aprender, de forma que el aprendizaje sea permanente y facilite la adaptación de nuestros futuros profesionales/ciudadanos a retos y situaciones cambiantes.

2. Enfoque global de la asignatura.

Consciente de la importancia que tiene la motivación en el proceso de aprendizaje y de que una misión del ingeniero es diseñar instalaciones, el programa se desarrolla en torno a un núcleo temático ingenieril (**la climatización de un edificio**) en el cual converge el estudio de los temas científicos que lo hacen posible.

3. Desarrollo de materiales didácticos.

¿Qué medios utilizar para poner en contacto al alumnado con el saber?.

Creo que cuanto más variadas sean las situaciones, mejor. Por dos razones:

- Porque cada persona tiene unos “anclajes” cognoscitivos, una red de conocimientos previos y un nivel de maduración distinto. Cuanto más diverso sea el medio presentado, más posibilidades hay de “conectar” con su sistema propio de aprendizaje.
- Porque cuanto más variadas sean las circunstancias en las que se utiliza un concepto, más generalidad y profundidad se le da al mismo.

En la asignatura de Termotecnia se utilizan:

- Apuntes estructurados del temario y colección de problemas.
- Presentaciones en power-point de dicho temario.

- Instalaciones didácticas o reales “didactificadas” (descritas en libro de prácticas).
- Libro de prácticas (TORRECILLA M. Prácticas de Termodinámica y Termotecnia, Prensas Universitarias de Zaragoza, 1995)
- Vídeos didácticos
 - De edición propia: “Índice de prácticas”, “El frigorín”, “Aire acondicionado en una biblioteca”, “Instalaciones solares”
 - “Termometría”
 - Comerciales (“El compresor” “Mantenimiento de una caldera de calefacción”...etc.
- Ordenador (para simulación, para adquisición de datos, para tratamiento de datos, para uso de internet, para uso de software profesional)
- Catálogos comerciales, reglamentación,...

Tanto los apuntes como la colección de problemas (en su versión texto o power point) se encuentran en el anillo digital docente. El libro de prácticas está editado y, además siempre hay ejemplares para su uso en clase. En fechas próximas será introducido en formato PDF en el ADD)

4. Metodología aplicada en clase.

Las clases se desarrollan íntegramente en el laboratorio (al ser asignatura optativa el grupo no suele ser muy numeroso). El alumnado está dispuesto a los dos lados de bancadas alargadas. El mobiliario es cómodo.

Aunque puede cambiar ligeramente dependiendo del tema, el esquema general de desarrollo es:

- Explicación previa de la relación que tiene el tema en estudio dentro del proyecto de climatización.
- Realización de una serie de prácticas ligadas con un mismo saber (lo que en la tesis denominaba “campo de prácticas”). Por ejemplo: Para el tema de las condiciones de confort las prácticas siguientes: medidas de la humedad relativa con el higrómetro y psicrómetro, calibración de distintos tipos de termómetro,

medida de velocidad del aire con el anemómetro...). Estas prácticas están recogidas en el manual y llevan una breve introducción teórica que permiten una primera toma de contacto con los conceptos que están en juego. Esa introducción la estudian en clase, a nivel particular (o en pareja). Las prácticas suelen realizarse en parejas.

- Breve puesta en común (en grupo grande) después de la realización de todas las prácticas que constituyen el “campo”. Reflexión sobre su incidencia en relación con el proyecto de climatización.

- Ampliación de los modelos teóricos. Para ello utilizo las presentaciones en power-point. Dichas presentaciones están elaboradas de forma que fomentan la participación continua del alumnado. Ello se consigue utilizando la capacidad de animación del programa y mi paciencia para no caer en el desánimo a pesar de sus “no sé” iniciales. Hay que hacer notar que el alumnado dispone del material (digital e impreso) y, por tanto, no precisa estar copiando y facilita su interactividad.

- Intercaladas en las actividades anteriores, se plantean los problemas. El alumnado dispone del enunciado que, además, está en pantalla. Dada la organización espacial suelen trabajar en parejas, con intercambio continuo, además, con las personas que tienen enfrente. Disponen de las tablas o diagramas necesarios. Mi actividad en esos momentos es atenderles de manera personalizada (dar pistas, preguntar, responder a sus cuestiones...)

Los ejemplos esenciales que están resueltos de manera escalonada en power point NUNCA se muestran en pantalla antes de que ellos hayan obtenido las soluciones. Sólo se hace después, como forma de comprobación o de presentar de forma ordenada los resultados.

- Hay dos problemas que resultan clave en el curso: un ejemplo de diseño de una instalación de calefacción y otro de diseño de una instalación de refrigeración. En ambos casos, y para mostrar la forma de trabajar de los profesionales del ramo, se han tomado los ejemplos de manuales de formación de casas comerciales. Esto permite también debatir sobre el grado de “bondad” del método empleado a la vez que entran en contacto con protocolos profesionales.

- En aquellos temas en los que se dispone de vídeos, la forma y momento de visionado depende de sus características particulares y su relación con el tema. Por ejemplo: el vídeo “El frigorífico” se pone después de leer en clase la introducción teórica básica, como refuerzo a la misma y como previo a la realización de la práctica que permite dibujar el ciclo termodinámico que realiza el refrigerante y calcular su eficiencia.

En cualquier caso cabe decir que los vídeos pueden servir para motivar el estudio de un tema, explicar (mediante animaciones) los procesos que tienen lugar dentro de las instalaciones y para acercar instalaciones reales a la clase (por ejemplo: el vídeo sobre instalaciones solares, de edición propia). Sin embargo también deben cumplir condiciones: deben estar muy relacionados con el tema en estudio, no pueden ser largos y deben visionarse con pausas que posibiliten su aprovechamiento.

- Las simulaciones con ordenador o la toma de datos con el mismo están integradas, dentro de la realización de alguna de las prácticas .

Algunos dispositivos de adquisición de datos o programas de simulación son el resultado de Proyectos Fin de Carrera de alumnos de cursos anteriores (“Simulación del ciclo de compresión”, “Obtención de la curva de presión de saturación del agua ” “Obtención de la curva de rendimiento de un panel fotovoltaico” “Higrómetro digital”...)

Así mismo se usan programas profesionales de diseño de instalaciones.

Las situaciones de trabajo en parejas dar lugar, en muchas ocasiones, a lo que Brouseau llama “situaciones de acción” (el alumno actúa sobre el medio) y “situaciones de formulación” (el alumno expresa lo que él entiende del saber). Las de puesta en común favorecen las “situaciones de institucionalización” (el saber debe ser, al final, el que la Universidad como institución ha previsto).

En cuanto a la *temporalización*, a principios de diciembre se han desarrollado los temas que van a permitir al alumnado empezar a trabajar en su proyecto fin de curso. En principio son ellos los que se buscan los planos y demás datos del edificio a climatizar. Si alguna persona tiene dificultades, se los apor to yo. El objetivo es que, en Navidades, puedan empezar a trabajar en él y continúen

haciéndolo después de vacaciones aplicando a su proyecto lo que vamos desarrollando en clase.

Aunque la idea sería acabar el proyecto al mismo tiempo que el curso eso no ha sucedido nunca. La teoría también habla de “restricciones didácticas”. En este caso el alumnado se encuentra inmerso, nada más acabar el trimestre, con numerosos exámenes a realizar que centran por completo su actividad. Por eso amplió el plazo de presentación hasta un mes después de la fecha de su último examen. Esto permite, además, un mayor uso del horario de TUTORÍAS para responder a las cuestiones concretas con las que se van encontrando en el desarrollo del trabajo.

5. Sistema de evaluación del alumnado.

La evaluación del alumnado se realiza en base a:

- Los informes que realizan de las prácticas de laboratorio (a las que acompañan cuestiones)(30% de la nota) y el trabajo en clase (10%)
- El trabajo fin de curso (60%)

A pesar de que en clase se trabaja en parejas o grupo, los informes y el trabajo final son individuales. En el primer caso porque las cuestiones a responder requieren el estudio del tema y en el segundo porque el objetivo del curso es que el alumno se haga cargo de la globalidad del proyecto, es decir de todos los aspectos que intervienen en el diseño.

5. Valoración de la experiencia.

Valoración de la profesora.

Trabajar con un objetivo global (PROYECTO) ayuda a:

- Motivar el estudio.
- Percatarse de la multiplicidad de disciplinas que concurren en su realización (Termodinámica, sí, pero también Mecánica de Fluidos, Química, Electrónica ...), situación habitual en su futura práctica profesional
- Conectar con los métodos profesionales de diseño. (Programas informáticos, manuales de formación, catálogos comerciales,...

Nota: A pesar de que la asignatura es tangencial a su especialidad (Eléctronica) hay alumnos que realizan el proyecto fin de carrera con este tema y también hay ex-alumnos trabajando profesionalmente en este campo

Trabajar con múltiples materiales y actividades permite

- Favorecer que el ambiente en clase sea de trabajo relajado y cooperativo, con múltiples y variadas intervenciones.
- Aumentar las posibilidades de conectar con la forma particular de “aprender” del alumnado.
- Fomentar los procesos de “ida y vuelta” (modelo-experimentación-modelo) que caracterizan el aprendizaje.

Disponer de materiales digitalizados posibilita

- Mayor autonomía y flexibilidad. (Estudio previo a la clase; estudio de temas considerados “complementarios” Uso de los power-point a su ritmo, aprovechando las animaciones para “adelantarse” a las respuestas, los vídeos para visionarlos repetidas veces,..)
- Centrar la atención en la actividad de clase.
- Que la asignatura pueda, en un futuro reducir su carga presencial.

Evaluar el trabajo realizado hace que

- Disminuya notablemente el factor “suerte”.
- Aumente el éxito académico del alumnado.
- Se aproxime a la evaluación profesional futura

Dentro del marco teórico se habla de “**restricciones didácticas**”. En nuestro caso:

- El alumnado en este momento tiene gran número de horas en el centro y eso restringe el tiempo de estudio a dedicar en casa. (Esto cambiará con EEES)
- La asignatura es de 6 créditos. Esto limita la profundización con que pueden tratarse algunos temas. La opción es dejarlo como materia

elaborada (impreso y/o power point) pero sin desarrollarlos en clase ni exigirlos.

- Es difícil que los horarios de tutorías no coincidan con el desarrollo de otras clases. (Cuando realmente las utilizan más es después de acabado el curso, durante la realización del proyecto).

Valoración del alumnado.

Los comentarios (orales o a través de encuestas) expresan satisfacción .

El alumnado evalúa muy positivamente la asignatura en la encuesta oficial que hace la Universidad.

BIBLIOGRAFÍA.

- BÉCU-ROBINAULT, K. (1997) Rôle de l'expérience en classe de physique dans l'acquisition des connaissances sur les phénomènes énergétiques. Thèse de doctorat. Université Claude Bernard. Lyon 1.
- BROUSSEAU, G. (1995) "Didactiques des Sciences et formation des professeurs". Coloquio en Hô Chi Minh Ville,.
- CHEVALLARD, Y. (1994) "Les processus de transposition didactique et leur théorisation". La Transposition didactique à l'épreuve. La pensée sauvage,.
- DUREY A, MARTINAND J.L.(1994) "Un analyseur pour la transposition didactique entre pratiques de référence et activités scolaires". La Transposition didactique à l'épreuve. La pensée sauvage, 1994.
- GIL PÉREZ D., VALDÉS CASTRO P.(1995) "Contra la distinción clásica entre 'teoría', 'prácticas experimentales' y 'resolución de problemas': el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo". Didáctica de las Ciencias Experimentales y sociales, Vol. nº 9, pp. 3-25.
- GIUSEPPIN, M. (1997) "Place et rôle des activités expérimentales en sciences physiques". Didaskalia, Vol. nº 9, pp. 107-118.

- HODSON D., BENCE L.(1998) “Becoming critical about practical work, changing views and changing practice through action research”.
International Journal of Science Education. Vol. 20 nº 6, pp 683-694.
- JOHSUA S, DUPIN J. (1993). Introduction á la didactique des sciences et des mathématiques. Presses Universitaires de France. París,
- LE MOIGNE J.L. (1995).La modelization des systèmes complexes. Dunod.
Paris
- MARTINAND, J. L. (1992). “Pratiques de références, transposition didactique et savoirs professionnels en sciences et techniques”. Seminaire de didactique des disciplines technologiques, pp. 57-64. Cachan,.
- MORIN, E. (1998). Introducción al pensamiento complejo. GEDISA, Barcelona.
- PIAGET, J. (1975) Psicología y epistemología. Ariel. Barcelona,.
- TORRECILLA , M.I. (2000) “Transposición didáctica de la Ecuación de Clausius-Clapeyron. Del saber sabio al saber enseñado en un laboratorio de Ingeniería Técnica”. Tesis Doctoral.
- VERGNAUD, G. (1994). “Le rôle de l’enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel”. Vingt ans de didactiques des mathématiques en France. Hommage a Guy Brousseau et Gérard Vergnaud. La pensée sauvage.
- WEIL A., LEMEIGNAN G. (1992). “Aproche développemantale de l’enseignement et de l’apprentissage de la modélisation: quelques implications pour la recherche et pour les pratiques d’enseignement” Enseignement et apprentissage de la modélisation. Colloque 4-5 París.