

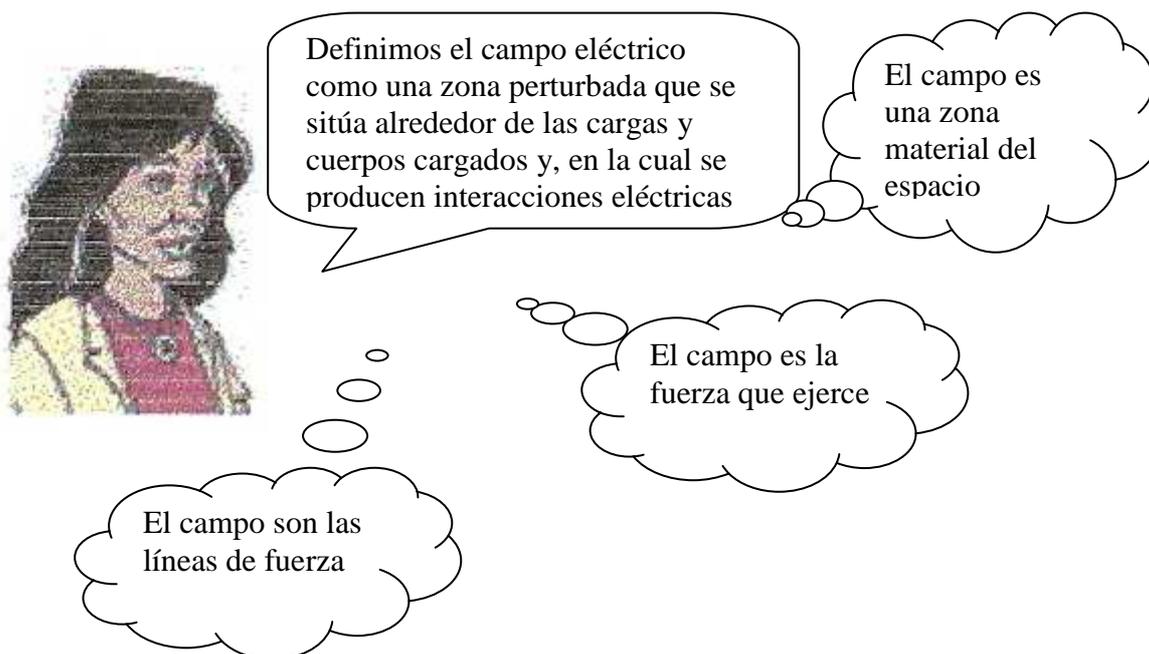
Actividades para un aprendizaje comprensivo de la Física

Secuencia de enseñanza para un curso introductorio de electromagnetismo en Ingeniería y Ciencias

1. ¿Cuál es la idea que hay detrás de “Actividades de Física”?

Nuestra experiencia como profesores, los resultados de la investigación en enseñanza de la Física y la historia de los problemas que tuvieron que superar los científicos para alcanzar el marco teórico actual, nos indican que nuestros estudiantes tienen ideas sobre ciencia que pueden entrar en conflicto con las teorías y modelos que les enseñamos en clase.

Así, cuando hablamos de campo eléctrico y su influencia, algunos alumnos pueden intentar dar sentido a la teoría utilizando ideas alternativas como, por ejemplo, suponer que el campo es algo que se materializa en las líneas de fuerza o que el campo sólo existe si ejerce una fuerza.



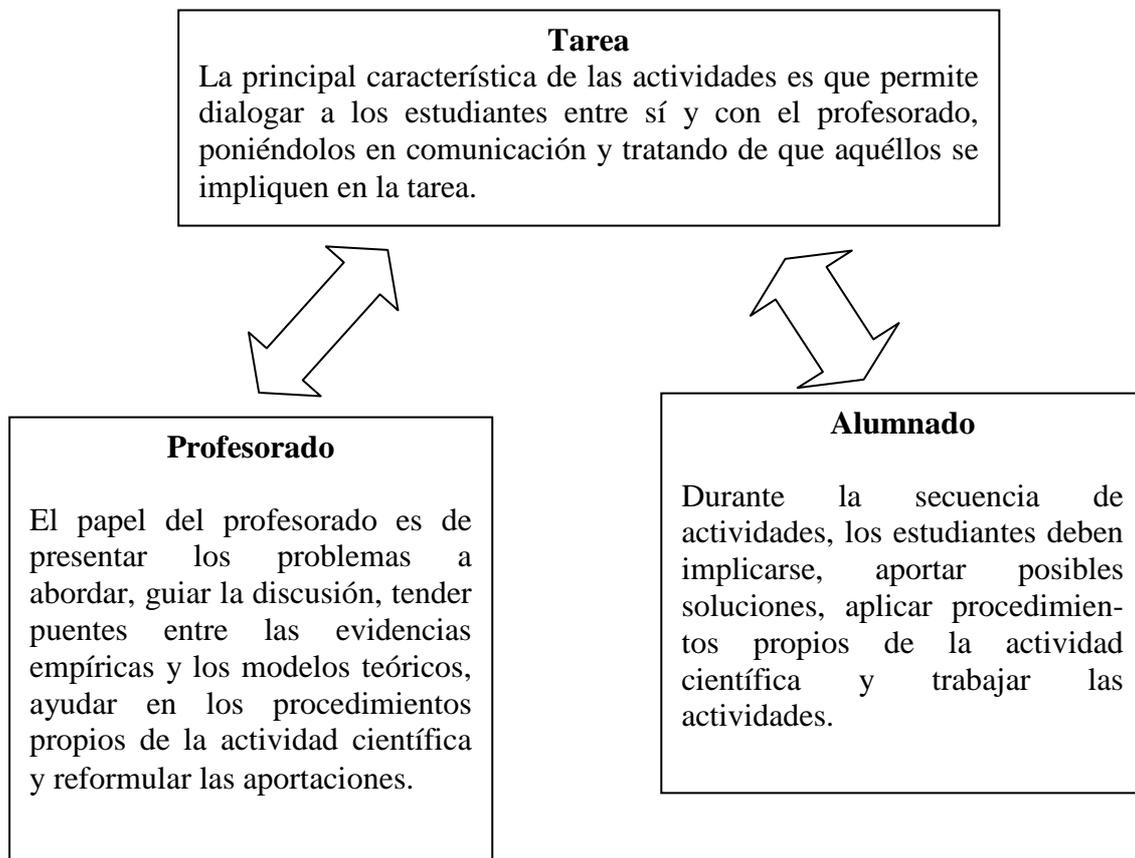
Las actividades que se presentan en esta lección están diseñadas de forma que se tienen en cuenta algunas de las ideas alternativas de los estudiantes, así como las dificultades históricas ya detectadas por la investigación en la Enseñanza de la Física. La secuencia de enseñanza implica un modelo teórico de Campo Eléctrico basado en evidencias experimentales y analogías que los estudiantes manejan sistemáticamente a lo largo de la lección. Se utilizan simulaciones por ordenador que permiten a los estudiantes analizar variables que

influyen en un fenómeno o en un modelo teórico, observar evidencias que relacionan la experiencia y el modelo y, finalmente, analizar resultados.

El objetivo de la lección es que los estudiantes manejen un ‘modelo de campo’ sabiendo diferenciarlo del ‘modelo de acción a distancia’ y que entiendan que ambos modelos son complementarios.

2. ¿Cómo utilizar los materiales de tutoría?

El esquema de cualquier lección consiste en una secuencia de actividades a trabajar por parte del profesorado y del alumnado. Esta secuencia está guiada de acuerdo con los objetivos propuestos y con el tipo de actividad que se desarrolla en la clase.



Lo que el profesorado hace en clase con las actividades es lo que no podemos prever y lo que marca la diferencia en el uso de este material. Lo que sí podemos indicar es el modo concreto en que, en nuestra opinión, se debe utilizar cada actividad. Por ello, en la siguiente sección definimos algunos tipos de

actividades en función de su utilización dentro del aula. Así mismo, se realizan comentarios para el profesorado en cada actividad.

3. Simbología utilizada

El ‘plan de investigación’ -secuenciación de actividades- que se propone a los estudiantes, debe permitirles avanzar en la solución de los problemas y, de manera simultánea, suministrarles oportunidades para apropiarse de la epistemología científica. El objetivo de los iconos que acompañan a los comentarios de algunas actividades, o conjunto de actividades, es subrayar aspectos importantes del papel que en ellas deberían desempeñar el profesor y/o los estudiantes, entendiéndose que, en cualquier caso, tenga o no símbolo explícito adjunto una determinada tarea, ésta siempre será abordada bajo la perspectiva indicada en el punto anterior de esta introducción.

Destacaremos los siguientes símbolos sobre los diferentes ‘roles’ que puede adoptar el profesor:



El profesor planteará cuestiones abiertas a toda la clase o a pequeños grupos de trabajo con objeto de fomentar la discusión y el debate, así como para detectar posibles preconcepciones de los estudiantes.



Durante el desarrollo de estas actividades, el profesor deberá prestar un cuidado especial a las interacciones con los distintos grupos de trabajo. Deberá aportarles las orientaciones pertinentes para que el grupo avance en la superación de las lógicas dificultades de construcción de nuevos conceptos y, también, ante las dificultades de aplicación de su conocimiento a situaciones problemáticas académicas o a situaciones de interés de carácter sociotecnológico.



A pesar del enfoque eminentemente interactivo que nuestra propuesta metodológica conlleva, hay situaciones en las que el papel clarificador del profesor cumple una importante función. Así, a veces, será necesario que el profesor sintetice las aportaciones realizadas por los grupos, las reformule y las complete con explicaciones pertinentes. Ocasionalmente, incluso, alguna actividad será presentada por el profesor ante la clase de manera exclusivamente magistral.

Estos símbolos indicativos del papel del profesor, los ubicaremos a la derecha de los comentarios de la actividad o conjunto de actividades a los que hagan referencia.

En otras tareas, sin embargo, el icono señala que la actividad en cuestión pertenece a una categoría con características específicas. Los iconos de ‘tipo de actividad’ que incluiremos son:



El profesor planteará *cuestiones* abiertas a toda la clase o a pequeños grupos de trabajo con objeto de fomentar la discusión y el debate, así como para que los estudiantes apliquen sus conocimientos en *resolución de problemas*.



Actividad de simulación. Se utilizan simulaciones por ordenador con diferentes objetivos entre los que podremos encontrar la visualización gráfica de algunos fenómenos físicos, la posibilidad de modificar variables de control de algunos procesos y contrastar los resultados, etc. Siempre, se otorgará a la actividad una importante carga reflexiva teórica y procedimental, que aleje al estudiante de un mero ‘visionado’ de los acontecimientos presentados ante él.



Actividad de síntesis. Cuando la actividad, por sus características especiales, vaya a ser abordada fundamentalmente bajo un enfoque de síntesis por parte del profesor y con un esfuerzo de estudio y aprendizaje por parte del alumno.



Actividad de autoevaluación. A veces, al finalizar la introducción de un nuevo concepto, o al final de secciones y lecciones, se suministran a los estudiantes oportunidades para que evalúen su nivel de aprendizaje.



Actividad de trabajo exclusivamente autónomo del estudiante. Son actividades que no están previstas para ser abordadas en el aula o, en todo caso, se harán de forma rápida. Por su contenido, bien de materia prerequisite o bien de aplicaciones lo suficientemente tratadas en otras tareas del aula, el estudiante deberá trabajar este tipo de actividad por su cuenta, (en su totalidad o sólo en parte).

En estas ocasiones, el símbolo indicativo del tipo de actividad figurará a la izquierda del enunciado de la actividad y se incluirán en los libros del profesor y del estudiante.

4. Acerca de las actividades de ‘teoría’, ‘problemas’ y ‘prácticas de laboratorio’

La distinción entre clases de ‘teoría’, ‘problemas’ y ‘prácticas de laboratorio’ es aceptada como algo natural en la enseñanza de las ciencias, hasta el punto de que en los cursos universitarios, dichas actividades suelen ser impartidas, frecuentemente, por distintos profesores. Afortunadamente, esta situación va cambiando conforme se van conociendo más resultados de la investigación en la Enseñanza de las Ciencias que critican esta separación. Estas investigaciones resaltan la integración funcional de todas esas tareas en el proceso de enseñanza. Desde esta perspectiva, las actividades que proponemos no distinguen entre los tipos anteriores sino que buscan familiarizar a los estudiantes con los procesos de argumentación y práctica del trabajo científico, que les posibiliten el aprendizaje de teorías, modelos y formas de evaluar en ciencias. Estos procedimientos, algunas de cuyas características presentamos a continuación, están comprendidos en muchas de las actividades propuestas:

- Consideración del posible interés de la situación problemática planteada.

Si se desea romper con planteamientos excesivamente escolares, alejados de los procedimientos científicos que proponemos, es necesario evitar que los alumnos se vean sumergidos en el tratamiento de una situación sin haber podido siquiera formarse una primera idea motivadora. Esta discusión previa del interés de la situación problemática, además de proporcionar una concepción preliminar y de favorecer una actitud más positiva hacia la tarea, permite una aproximación funcional a las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (C/T/S) que continúan siendo, pese a reconocerse su importancia, uno de los aspectos generalmente olvidados en la enseñanza.

- De una situación problemática a un problema concreto: análisis cualitativo.

Prácticamente la totalidad de los expertos se muestran de acuerdo en que, con anterioridad a cualquier cálculo, es necesario realizar un planteamiento cualitativo de la situación; pero cuando se habla de análisis cualitativo se trata, no sólo de hacerse una idea de la situación, lo que resulta absolutamente necesario, sino también de acotarla, de modelizarla, y de simplificarla para poder ser abordada; de clarificar el objetivo, aspecto éste no siempre evidente en las situaciones problemáticas.

Se proponen actividades donde es absolutamente necesario pasar de una situación problemática abierta a un problema concreto. El hecho de que, en

muchas ocasiones, hayamos eliminado los datos al presentar la situación general planteada obliga a realizar una aproximación, a tomar decisiones, a, como decíamos anteriormente, modelizar la situación y a concretizarla, sin posibilidad de pasar directamente a tratamientos operativos para los cuales los alumnos no disponen de datos. Se espera, además, que una vez superado el hábito operativista, los alumnos realicen dicho análisis cualitativo, incluso ante enunciados tradicionales con datos.

La justificación de las opiniones y resultados es otro factor importante que se considera en esta propuesta. Se plantean actividades para la discusión explícita en el aula de los criterios por los que una hipótesis es preferible a otra o del camino de resolución propuesto para un problema. Estas actividades constituyen una parte importante de la adopción por parte del alumnado de la cultura científica, es decir, de la forma de razonar propia del trabajo científico.

- Distanciamiento del razonamiento basado en evidencias: el papel de las hipótesis en la resolución de problemas.

Se proponen actividades para que los estudiantes, a partir del análisis cualitativo, emitan hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada y sobre la forma de esta dependencia; imaginando, en particular, casos límite de fácil interpretación física. Es cierto también que a menudo, los alumnos introducen ideas ‘erróneas’ cuando formulan hipótesis, pero esto, lejos de ser negativo, constituye, quizás, la manera más eficaz de sacar a la luz las preconcepciones de los alumnos y, precisamente, la falsación de las hipótesis que resulta de la solución del problema se convierte en un conflicto cognitivo y, por tanto, en una herramienta de cambio.

A partir del análisis cualitativo, de la emisión de hipótesis y del cuerpo de conocimientos que se posee, se podrán elaborar tentativas de resolución de la situación planteada. En palabras de Albert Einstein: “Ningún científico piensa con fórmulas”. Antes de que el físico empiece a calcular, debe de tener en el cerebro el curso de los acontecimientos. Estos últimos, en la mayor parte de los casos, deberían poder ser explicados con palabras sencillas... “Los cálculos y las fórmulas vienen después”.

- En busca del camino de resolución: las estrategias como tentativas.

Si el cuerpo de conocimientos del que dispone el alumno juega, como hemos visto, un papel esencial en los procesos de resolución, desde la representación inicial del problema y la manera de modelar la situación, hasta en

las hipótesis que se avanzan, es sin duda en la búsqueda de caminos de resolución donde su papel resulta más evidente. En efecto, aquellas actividades más complejas y ricas son situaciones que se abordan disponiendo ya de un corpus de conocimientos suficientemente elaborado para permitir la resolución. Sin embargo, no se debe olvidar que las estrategias de resolución no derivan automáticamente de los principios teóricos sino que son también construcciones tentativas, que parten del planteamiento cualitativo realizado, de las hipótesis formuladas y de los conocimientos que se poseen, pero que requieren imaginación y ensayos. Esto requiere que el profesor/a oriente y estimule el trabajo de los estudiantes.

- Sobre la consistencia del proceso de resolución: el análisis de resultados.

El análisis del resultado es consustancial a la actividad científica. Pero este análisis cobra todo su valor cuando se realiza con relación a las hipótesis emitidas y al corpus de conocimientos. Por ello, hemos diseñado actividades que proponen explícitamente a los estudiantes este análisis dentro de un proceso global de justificación científica de las soluciones aportadas.

- De la resolución de un problema al planteamiento de otros: nuevas perspectivas

La secuencia de actividades propuesta, pretende resaltar que en cualquier investigación, los resultados pueden ser origen de nuevos problemas. Hemos diseñado actividades para poner en juego nuevamente la creatividad de estudiantes y para considerar nuevas perspectivas abiertas tras la resolución de este problema, contemplando, por ejemplo, la conveniencia de acometer la situación a un nivel de mayor complejidad o estudiando sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto) o prácticas (posibilidad de aplicaciones técnicas).

- Simulaciones y contrastaciones ‘experimentales’

En las actividades propuestas no se contempla explícitamente la contrastación empírica de las hipótesis o de los resultados obtenidos. No obstante, sí se proponen simulaciones por ordenador que aporten evidencias y actividades que justifican la coherencia entre el resultado, el fenómeno real y el modelo teórico. Es evidente que algunos de los problemas y situaciones planteadas se podrían haber llevado a cabo en el laboratorio con material experimental, pero éste no ha sido el objetivo de estos materiales didácticos.