

PROGRAMA FÍSICA

SEGUNDO AÑO BACHILLERATO OPCIÓN ARTE Y EXPRESIÓN

FUNDAMENTACIÓN.

La asignatura Física en el Segundo Año de Bachillerato en las orientaciones Arte y Expresión está incluida dentro del marco de asignaturas específicas.

El conocimiento de física es un conocimiento que como otros es un producto cultural de la humanidad y como tal es necesario transmitirlo a las generaciones futuras. La enseñanza de las ciencias básicas en general y de la Física en particular forma parte de ese producto cultural. También lo es el “aprender a aprender” que involucra en términos generales, la sensibilidad, la emoción, la comunicación y la cognición. De acuerdo con ello la enseñanza de física contribuye al desarrollo y dominio de estrategias de aprendizajes necesarias para lograr un proyecto personal de vida.

Si ese es el objetivo fundamental, como integrantes de la comunidad educativa y como profesores de física en particular, se considera que se debe enseñar a que los estudiantes aprendan a pensar críticamente, pero:

¿Cómo se caracteriza el pensamiento crítico? Como un conjunto de capacidades y actitudes interdependientes, orientadas hacia la valoración de ideas y acciones. Implica elaborar juicios basados en criterios, sin perder de vista el contexto y con capacidad de auto-corrección.

El papel de la metacognición es, en este sentido, básico en una enseñanza que se orienta a desarrollar el pensamiento crítico. Se conciben tres etapas en la metacognición:

1. La conciencia que tiene el sujeto de sus actividades cognitivas.
2. El juicio que elabora y puede expresar sobre su propia actividad
3. La decisión de modificar o no sus actividades cognitivas.¹

De acuerdo a ello, el aprendizaje se ve como un proceso de autosuperación de obstáculos de todo tipo que lo dificultan, y de autocorrección de los errores, lo cual es totalmente normal mientras se aprende.

A título de ejemplo se señala aquí una “situación” para reflexionar:

“El primer día de clase, el profesor trajo un frasco enorme:

-Esto está lleno de perfume- dijo a Miguel Brun y a los demás alumnos. Quiero medir la percepción de cada uno de ustedes. A medida que vayan sintiendo el olor, levanten la mano.

Y destapó el frasco. Al ratito nomás, ya había dos manos levantadas. Y luego cinco, diez, treinta, todas las manos levantadas.

-¿Me permite abrir la ventana, profesor?- suplicó una alumna, mareada de tanto olor a perfume, y varias voces le hicieron eco. El fuerte aroma, que pesaba en el aire, ya se había hecho insostenible para todos.

¹ Se recomienda en estas apreciaciones el libro de Jacques Boisvert, 2004.

*Entonces el profesor mostró el frasco a los alumnos, uno por uno. El frasco estaba lleno de agua.*²

¿Cómo entendemos el conocimiento científico especialmente el de Física?

Los conocimientos científicos son parte de la cultura del hombre moderno por lo que se entiende que tendrán que ser enseñados teniendo en cuenta el carácter social de las ciencias, su lugar en la cultura y la incidencia que los mismos pueden tener en la formación integral del estudiante.

Merece prestar atención al siguiente párrafo de un físico de nuestro tiempo, Richard Feynman: *“Es bien curioso pero en las pocas ocasiones que se me ha pedido que tocara el bongo en público, al presentador nunca se le ha ocurrido mencionar que también me dedico a la física teórica. Pienso que esto probablemente se deba a que respetamos más las artes que las ciencias. Los artistas del Renacimiento, decían que la principal preocupación del hombre debía ser por el hombre y, sin embargo existen en el mundo otras cosas de interés. Incluso a los artistas les interesan las puestas del sol y las olas del mar y el curso de las estrellas en el cielo. Si miramos estas cosas podemos obtener de ellas, directamente al observarlas un placer estético. Pero existen también unos ritmos y unas formas en los fenómenos naturales que no son aparentes a simple vista sino solo con la lupa del análisis. Son estos ritmos y formas a los que denominamos leyes físicas.”*³

Además hay que tener en cuenta la “transposición didáctica” que se da en el complejo proceso de enseñanza por el cual se selecciona el contenido de física a ser enseñado. Más aún esta selección se da en un nivel social (científicos que escriben para enseñar, autoridades, padres, profesores...) más que particular, e

² Eduardo Galeano; Celebración de la desconfianza En “El libro de los abrazos” (p. 144)

³ Richard Feynman; “El carácter de la ley física”. (P. 1) 1988 Ed. Orbis

incluso puede considerarse que no es lo que realiza exclusiva e individualmente el profesor cuando planifica (el curso, la unidad, la clase), implementa y regula el acto educativo; se concluye entonces que el profesor trabaja en la transposición.

¿Qué implicancias tiene la concepción de conocimiento científico en la enseñanza de física?

En la enseñanza de física cuando se tratan los diferentes temas se adhiere en forma implícita a cierto modo de entender el conocimiento que se enseña. En las interacciones en el grupo-clase es inevitable que no fluya la concepción de Ciencia que cada uno posee. No se debe esperar que todos los docentes tengan idéntica concepción filosófica sobre Ciencia, pero es necesario que de alguna manera se posibilite al estudiante apropiarse de las ideas más aceptadas de la época.

Una aproximación a la forma con que se adquiere conocimiento científico, y que se espera actúe preventivamente contra todo tipo de enseñanza dogmática, se sitúa en las relaciones entre el lenguaje científico de una comunidad y el pensamiento de cada participante. Al mismo tiempo, el pensamiento individual no es independiente del de la comunidad. Tampoco ésta determina totalmente el pensamiento individual. Es muy probable que se tenga que prestar más atención a la relación entre ambos, especialmente si estas consideraciones se trasladan al grupo-clase.

Merece citarse este párrafo de Hodson: *“La ciencia es una actividad condicionada social e históricamente, llevada a cabo por científicos individualmente subjetivos, pero colectivamente críticos, selectivos, poseedores de diferentes estrategias metodológicas que abarcan procesos de creación intelectual, validación empírica y selección crítica, a través de las cuales se construye un conocimiento temporal y relativo que cambia y se desarrolla*

*permanentemente*⁴ Esta noción de Ciencia, por su amplitud y generalidad puede ser una guía de acción.

ORIENTACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA

GENERALES:

Las orientaciones que aparecen en este programa fueron delineadas teniendo en cuenta la diversidad de formaciones y las diferentes posiciones que han asumido los profesores en el ejercicio de la profesión. Se entiende apropiado plantear el conjunto de problemáticas en función de tensiones⁵, a continuación identificamos algunas:

- Extensión y profundidad de los temas tratados;
- El conocimiento científico en física como proceso y como producto;
- Conocimiento cotidiano (lo conocido) y lo distante (si se piensa en el estudiante lo no conocido es lo que se quiere enseñar)
- Metodología de diálogo y de enseñanza expositiva (participación, modelos cooperativos vs. monólogo)
- La repetición, la creación.
- La motivación externa e interna

Extensión y profundidad de los temas tratados

La tensión entre extensión y profundidad es una de las cuestiones que siempre problematizan los docentes, aún reconociendo que hay toda una cuestión de grados entre los polos planteados. Se sostiene que este es uno de los problemas básicos denunciado por los profesores y que se soluciona profundizando en una temática es decir optando por uno de los polos de esta tensión. El otro polo: la extensión (asumida como todo el contenido

⁴ Hodson

⁵ Es frecuente encontrar en las perspectivas críticas metodologías de análisis guiadas por las tensiones originadas entre dos situaciones opuestas.

del programa) queda relegado a que en el futuro el estudiante pueda aprender⁶ esos conocimientos. Por ello se sostiene que el programa está pensado para que el docente se mueva dentro de un equilibrio entre extensión y profundidad, de manera que pueda dar una visión global del curso.

El conocimiento científico en física como proceso y como producto

El conocimiento físico que se enseña se puede presentar como un producto acabado, inmutable o como un conocimiento que ha tenido un proceso de producción histórico y social. Este punto es el que se debe tener en cuenta en el sentido de la imagen de ciencia que se quiere enseñar. Una forma de equilibrar esta cuestión es discutir ambos polos dentro de los modelos físicos utilizados en el análisis de situaciones particulares.

Conocimiento cotidiano (lo conocido) y lo distante (si se piensa en el estudiante lo no conocido es lo que se quiere enseñar)

Esta tensión se sitúa entre lo que el estudiante ya sabe y el nuevo conocimiento que tiene que aprender. Se trata de indagar las concepciones que el estudiante tiene (de promover su explicitación) de modo que en el ámbito intersubjetivo pueda hacer suyo el nuevo conocimiento. En esta tensión se ubica también el conocimiento de la sociedad de pertenencia y el de otras culturas

⁶ La noción de aprendizaje que se sostiene es la siguiente: los sujetos particulares siempre aprenden, pero no necesariamente lo que el profesor/a piensa que transmite al implementar su clase es decir al enseñar, por lo tanto esta posición rompe con la idea de transparencia entre el pensamiento y el lenguaje entre lo intersubjetivo y lo subjetivo entendiendo que enseñar y aprender son procesos independientes en lo intersubjetivo y simultáneos en cada sujeto. Las discontinuidades entre el pensamiento (entendido como consciente e inconsciente) y el lenguaje (entendido en sentido amplio no sólo el habla) en cada sujeto hacen que las comunicaciones en el aula sean complejas e imposibles de abordar en su totalidad.

distantes sin que por ello se promueva un proceso de pérdida de la cultura de origen.

Metodología de diálogo y de enseñanza expositiva (participación, modelos cooperativos vs. monólogo)

Las clases expositivas tienen ventajas, son aparentemente menos desgastantes para el profesor en términos de planificación, se pueden aplicar a la mayoría de los contenidos conceptuales, son más fáciles de implementar. Sin embargo tienen dos desventajas importantes, fomentan el aprendizaje pasivo, de escucha y recepción de información en detrimento de la discusión y argumentación, elementos claves para el desarrollo del pensamiento crítico. Por otro lado no permiten que el profesor pueda evaluar la comprensión o el progreso del aprendizaje de los alumnos. En cambio en las clases interactivas sí lo puede hacer. Se considera necesario equilibrar todas las metodologías de clase.

La repetición, la creación

Esta tensión está ligada con la anterior y con los instrumentos de evaluación de aprendizajes. Se refiere al aprendizaje estrictamente memorístico que se aleja de la creatividad en los procesos de pensamiento y de comunicación. Se aprecia especialmente en el acto educativo y en las tareas que realizan los estudiantes, se aconseja que éstas contengan ambos componentes, sin descartar la función que la memoria tiene al aprender.

La motivación externa e interna

En los cursos elementales de ciencias se puede apreciar un interés de los estudiantes por comprenderla, sin embargo ese interés decrece con la edad, en general. Enseñar y aprender a mirar los hechos de manera diferente, emplear razonamientos más costosos que el sentido común, trabajar en equipo, puede resultar difícil de realizar si no se está motivado. Pero también es cierto que para estar motivado muchas veces es necesario atravesar esas

primeras etapas en que le permiten al estudiante llegar a elaborar las explicaciones científicas. La complejidad de este tema abarca las creencias que estudiantes y docentes tienen sobre la mejor manera de aprender ciencias, las actitudes que culturalmente se poseen hacia la ciencia y su aprendizaje, el nivel de autoestima que se posee en relación a la capacidad para aprender, las expectativas que el profesorado tiene. Por ello entendemos que un trabajo de las salas docentes de los institutos de enseñanza puede lograr un equilibrio entre la motivación externa e interna que beneficie el aprendizaje de los estudiantes. La pasión en la enseñanza de las ciencias y hacia el aprendizaje de ellas es un condimento que no puede faltar en el aula.

ORIENTACIONES PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La importancia de los problemas y su resolución en la enseñanza de las ciencias es lo que motiva a la redacción de este apartado dentro de las orientaciones generales para la enseñanza. Lo que se desea jerarquizar son dos aspectos, uno vinculado al enunciado o planteo y el otro relacionado a la resolución del problema.

Se considera que el planteo de un problema debe requerir una cierta narrativa de la situación e interrogantes a responder, no importa que el planteo sea efectuado por el docente o por el estudiante.

En relación con la búsqueda de la/s solución/es se debería promover que los estudiantes:

- interpreten la letra e identifiquen los datos así como su relevancia para la situación propuesta
- piensen, verbalicen y redacten las hipótesis para efectuar posteriormente análisis que le permitan comprender las leyes aplicables a la situación.

- contrasten los resultados con datos de la realidad (tablas, experimentos...)

En todos los casos la redacción de las justificaciones y argumentaciones que correspondan serán de gran importancia para comprender la línea de razonamiento de los estudiantes y orientarlos en aquellos aspectos que no sean correctos en su razonamiento.

ORIENTACIONES PARA LAS ACTIVIDADES DE LABORATORIO

Las orientaciones generales que se dan en el curso son tanto para las actividades teóricas como para los experimentos de laboratorio.

“La experimentación en el laboratorio es la instancia que obliga al estudiante a enfrentar situaciones que requieren la elaboración de modelos particulares del experimento que deben estar enmarcados en un modelo físico más general.”⁷

Algunos de los elementos que deberían considerarse son los siguientes:

- Diseño de actividades experimentales
- Elaboración de informes
- Manejo de instrumentos, adquisición y tratamiento de datos
- Expresión y contrastación de resultados
- Obtención de conclusiones

ORIENTACIONES PARA LA EVALUACIÓN

⁷ APFU. Documento de trabajo #2 – “El rol del laboratorio en la enseñanza de la Física.” Carmelo 2002. (<http://apfu.fisica.edu.uy>)

Las evaluaciones se considerarán principalmente como instancias de aprendizaje donde el estudiante tendrá la oportunidad de apreciar los logros y dificultades de su desempeño y favorecer la retroalimentación de sus conocimientos.

Se buscará generar espacios dentro de la actividad del aula a los efectos de apreciar la labor del estudiante en forma personalizada. Se recomienda la confección en sala de un conjunto de pautas de observación que permitan una realización coherente, completa e integrada de este aspecto de la evaluación.

Consideramos que para esta etapa de formación de los estudiantes conviene introducirlos también como partícipe de los objetivos del curso y de la evaluación de sus propios aprendizajes gradualmente. En este sentido es oportuno referirnos al documento: "La evaluación en los cursos de Física"⁸

- Procurar que el estudiante haga propios los objetivos del curso en el sentido que el proceso de aprendizaje incluya estrategias meta-cognitivas. Incentivar los procesos auto-críticos que son necesarios para lograr la meta-cognición y la honestidad intelectual.
- Proponer la evaluación mutua entre estudiantes y la participación de cada estudiante en el diagnóstico del grado de cumplimiento de los objetivos del curso.
- Explicitar con claridad las reglas de trabajo y evaluación para que los estudiantes se interioricen de las mismas, se autoevalúen, debatan al respecto y asuman las conclusiones con responsabilidad.
- Desplazar el centro de la evaluación de tipo mecanicista a otro, conceptual y experimental.

⁸ APFU Documento de trabajo # 3 "La evaluación de los cursos de Física" 3 de abril de 2005, Punta Ballena. (<http://apfu.fisica.edu.uy>)

UNIDAD I SONIDO Y ACÚSTICA MUSICAL

En esta unidad se comenzará realizando una revisión de las principales propiedades del fenómeno ondulatorio. Se analizarán las características de ondas mecánicas en una dimensión y en dos dimensiones conceptualizando velocidad, amplitud, longitud de onda, período, frecuencia, fase inicial y energía. Se estudiarán asimismo los fenómenos de reflexión, refracción, superposición y difracción de ondas.

Estos conocimientos, junto con el análisis de los fenómenos de reverberación, difracción, superposición, refracción, absorción del sonido y el estudio de las cualidades del sonido: intensidad, altura y timbre constituyen la base sobre la que se desarrollará el estudio de las ondas sonoras. Esto es de suma importancia porque permitirá la aplicación posterior a los diferentes fenómenos asociados con los instrumentos musicales.

El estudio de ondas estacionarias en cuerdas y las condiciones en las que se producen armónicos constituirá una de las herramientas para el análisis de los instrumentos de cuerda. Se analizarán las condiciones para la producción de armónicos en cuerdas y en tubos de aire.

El sonido y el arte es un tema interesante a desarrollar en este momento en coordinación con asignaturas afines.

Contenidos:

- Ondas sonoras. Percepción del sonido. Propiedades de las ondas sonoras sinusoidales.
- Energía e intensidad del sonido. Decibeles. Altura. Timbre.
- Interferencia de ondas sonoras. La producción de un sonido complejo.

- Análisis armónico de un sonido musical. Ondas estacionarias en cuerdas y tubos.
- Instrumentos musicales.

Actividades sugeridas:

- Producción de ondas en resortes y /o cuerdas y en cubetas
- Trabajo con diapasones.
- Trabajo con software: Adobe Audition o Cool Edit (generación de sonidos y análisis espectral de instrumentos musicales)
- Producción de ondas estacionarias en cuerdas con extremos fijos: armónicos.
- Interferencia de ondas sonoras.
- Producción de sonidos en tubos
- Ondas sonoras estacionarias.
- Análisis de los sonidos que emiten algunos animales.

UNIDAD II LUZ, VISIÓN Y COLOR

En esta unidad se aspira realizar un análisis histórico de cómo fueron surgiendo las teorías corpuscular y ondulatoria de la luz. Se plantea la interrogante sobre la posible existencia de los fenómenos estudiados anteriormente, en las ondas sonoras, en la luz, y la formulación de un modelo ondulatorio y un modelo corpuscular para ella.

Se analizará el mecanismo de la visión para el ojo humano y para el ojo compuesto.

Otro aspecto a tener en cuenta es analizar la luz como parte del espectro electromagnético identificando longitud de onda y frecuencia de la zona visible del mismo y relacionar sus propiedades con el diagrama cromático.

Es interesante estudiar aquí la síntesis aditiva y la síntesis sustractiva de colores como también visualizar los colores complementarios.

La luz y el color en el arte es un tema interesante a desarrollar en este momento en coordinación con asignaturas afines.

Contenidos:

- Ondas electromagnéticas. Intensidad y longitud de onda.
- Fotometría. El diagrama cromático.
- El mecanismo de la visión. Percepción del color.
- Síntesis aditiva y sustractiva.
- Visión binocular.
- La cámara fotográfica.

Actividades sugeridas:

- Lecturas sobre naturaleza corpuscular y ondulatoria de la luz
- Experimento de Young
- Red de difracción: el espectro visible.
- Visualización de ilusiones ópticas.
- Estudio del ojo.
- Visualización del disco de Newton.
- Actividad experimental para ver la síntesis de colores.
- Programas de páginas interactivas sobre adición y sustracción de colores.
- Visualización de imágenes en 3D.
- Manejo de una cámara fotográfica

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía presentada a continuación tiene carácter totalmente general y está ordenada alfabéticamente.

Para el alumno

Textos

ALVARENGA B. y MÁXIMO A. Física General 4ª Edición. México. Oxford University Press 1998

ARISTEGUI, Rosana y otros Física I. Ed. Santillana. Polimodal. 1999

ARISTEGUI, Rosana y otros Física II. Ed. Santillana. Polimodal 1999

BLATT Fundamentos de Física. México. PHH. 1991

GIANCOLI, D.C. Física. Principios y aplicaciones. México: PHH. 1997

HECHT E. Física. Álgebra y Trigonometría (2 vol.) Thomson 1999

HEWITT, Paul G. Física conceptual. México. Addison-Wesley Iberoamericana 1999

JONES, Edwin y CHILDERS, Richard. Física contemporánea. McGraw-Hill 2001

SERWAY, R.A. Física. Incluye Física moderna. 3ª edición revisada (2 tomos). México. Mc Graw Hill. 1993

SERWAY, R.A. Física. Incluye Física moderna. 3ª edición revisada (2 tomos). México. Mc Graw Hill. 1993

STEWART, Ken y otros La Física en sus aplicaciones. Akal. Madrid 1992

TIPLER, P.: Física 1 y 2. Ed. Preuniversitaria Barcelona. Reverté.

WILSON J. Física 2ª edición Prentice Hall 1996

Para el docente

ALONSO, M. y FINN, E. : Física (3 vol.) Mecánica, Campos y Ondas, Fundamentos cuánticos y estadísticos. Aguilar. Barcelona. (1986) Addison-Wesley Iberoamericana. E.U.A.

ALONSO, M. y FINN, E. Física (volumen único). Addison-Wesley. Massachusetts; (1995) Addison-Wesley Iberoamericana. Wilmington E.U.A. 1992

ALONSO, M. Y ROJO, O. Física (2 vol) Mecánica y Termodinámica. Campos y Ondas. México. Fondo Educativo Interamericano. 1979

BEGBIE, G Hugo. La visión y el ojo. Ed. Universitaria de Buenos Aires. 1977

CROMER, A. H. Física para las Ciencias de la vida. Barcelona. Reverté. 1982

DIRAC, P. La concepción física de la naturaleza. En TEMAS 10: Misterios de la física cuántica. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA

FEYNMAN, R. P. El carácter de la ley física. Orbis. Madrid. 1988

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R.B. y SANDS, M. Física (3 vols.). Mecánica. Campos y Ondas. Fundamentos cuánticos y estadísticos. Madrid. Addison-Wesley. Iberoamericana. 1987

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R.B. y SANDS, M. Física (Vol 1). Mecánica. Capítulo 2. Madrid. Addison-Wesley. Iberoamericana. 1987

FRENCH, A.P. Vibraciones y ondas. Barcelona. Reverté. 1974

GAMOW, George. Biografía de la física. Madrid. Alianza Editores 1980..

GETTYS, Edward y otros Física para ciencias e ingeniería. (Tomos I y II). McGraw Hill 2ª edición México. 2005.

GIL, S. RODRÍGUEZ, E. Física recreativa. Experimentos de Física usando nuevas tecnologías. Buenos Aires. Prentice Hall. 2001

GLASHOW, Sheldon El encanto de la Física. Tusquets Ed. Barcelona. 1995

HALLIDAY, D. y RESNICK, R. Fundamentos de Física. Barcelona. CECSA. 1980

HAWKING S. Historia del tiempo. Barcelona. Critica. (1993) Barcelona RBA. 1988

HECHT E. Física en Perspectiva Wilmington Addison-Wesley Iberoamericana. 1987

HEWITT, Paul G. y ROBINSON Manual de laboratorio. México. Addison-Wesley Iberoamericana. 1998

HOLTON, G. y otros. Introducción a los conceptos teorías de las Ciencias Físicas. Edición revisada por Brush Barcelona. Reverté. 2001.

HOLTON, G.. Introducción a los conceptos teorías de las Ciencias Físicas. Barcelona. Reverté. 1976

INVESTIGACIÓN Y CIENCIA Tema 6: La ciencia de la luz.

LARA, C. y otros Física. 2º . Madrid. SM. 1997

LIGHTMAN, A.. Grandes ideas de la Física. Cómo los descubrimientos científicos han cambiado nuestra visión del mundo. Madrid. Mc Graw Hill. 1995

LUZURIAGA, J. y otros La física de los instrumentos musicales. Ed. Eudeba2006

MARCH, Robert. Física para poetas. 7ª ed. Siglo XXI. México 1999

MARCH, Robert Física para poetas. 7ª ed. Siglo XXI. México. 1999

MASON, F..Historia de las ciencias (5 vols). Madrid. Alianza. 1986

MASSMANN, H y otros Instrumentos musicales, artesanía y ciencia. Ed. Pedagógicas Chilenas. Santiago. 1993

NUÑEZ, Ismael y HANIOTIS, Stelio La física de la música. En Educación en Física. Vol 6 nº 8 Set 2004. Montevideo.

PERELMÁN, Yakov Física Recreativa. Barcelona. Martínez Roca S.A. 1975

ROCHA, José Fernando y otros. Orígenes e evolução das ideais da física. EDUFBA. Salvador. 2002

ROQUE, G. y otros. El color. En TEMAS 27. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA 2002

SCHELLENG, J y otros. Acústica musical. En TEMAS 21. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA 2000.

SEARS, Francis. Fundamentos de Física Tomo III: Óptica. Ed. Aguilar 1996 Madrid

SUN HUI y otros, La vista, el olfato, el oído, el gusto y el tacto. En TEMAS 39: Los cinco sentidos. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. 2005

TIPLER, P. Física 1 y 2. Barcelona. Reverté. 1993

TIPLER, P. Física moderna. Barcelona. Reverté. 1980

VAN BERGEIJK, W. y otros. Las ondas y el oído. . Ed. Universitaria de Buenos Aires 1963 PIERCE, J. Ondas y mensajes. Ed. Universitaria de Buenos Aires. 1969

Sugerencias didácticas

ALAMBIQUE: MONOGRÁFICO. LOS TRABAJOS PRÁCTICOS:, BARCELONA. GRAÓ. 1994

ALAMBIQUE: Monográfico. La resolución de problemas, Barcelona. Graó. 1995

BERTONI, Alicia; Poggi, Margarita; Teobaldo, Marta; Evaluación. Nuevos significados para una práctica compleja; Ed. Kapelusz; Buenos Aires; 1995

CAMILLONI, Alicia R. W. de; Celman, Susana, Litwin; Edith y Palou de Maté; María del Carmen; La Evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo, Ed. Paidós, Buenos Aires 2003.

EGGEN, Paul y Kauchak, Donald. Estrategias docentes. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires. 1999.

ELORTEGUI, Nicolás; Fernández José; Moreno, Teodomiro y Rodríguez; José; ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras? Ed. Díadora Sevilla. Primera edición 1999. Segunda edición 2002.

MONEREO Font, Carles (comp); Estrategias de aprendizaje. Ediciones de la Universitat Oberta. Madrid. Primera edición, 1997. Segunda edición, 2002. Capítulo 4 y capítulo 5.

PERALES PALACIOS, Francisco; Cañal de León, Pedro. Didáctica de las ciencias experimentales. Ed. Marfil. Alcoy. 2000. Cap. 24 y cap 25

POZO, J. I. y Monereo Font, C. (comp); El aprendizaje estratégico; Ed. Santillana, Madrid, 2000

POZO, Juan y Gomez Crespo, Miguel; Las estrategias de aprendizaje en el área de las ciencias naturales; en Monereo Font, Carles (Coordinador de la obra); Estrategias de aprendizaje; Pág. 7; A. Machado libros, visor; Madrid; 2002

SANMARTÍ, Neus. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Síntesis educación. 2002

SANMARTÍ, Neus; ¿Puede la temida evaluación convertirse en una estrategia para enseñar y aprender ciencias?; en La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica compilado por Montse Benlloch (comp) ; Ed. Paidós, Barcelona, España, 2002.

SANTOS GUERRA, Miguel Ángel; Evaluación Educativa, Ed. Magisterio el Río de la Plata; Buenos Aires, 2ª Ed. 1996

STONE WISKE, Martha et al; Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías, Ed. Paidós, Buenos Aires, 2006

WRAGG, Edward C.; Evaluación y aprendizaje en la escuela secundaria; Ed. Paidós; Buenos Aires; 2003.