

## Transparencias del seminario de Carlos Sifredo

Actualmente los conocimientos científicos no constituyen el privilegio de un selecto grupo de personas y forman parte de la vida de decenas de millones de mujeres y hombres en el planeta. Entre investigadores, maestros y buena parte de la población ha surgido una nueva imagen de la ciencia. Hoy asistimos a una revolución cultural con base en la ciencia y la tecnología (Hurd 1994)

La escuela media y la educación superior tienen hoy el encargo social de desarrollar individuos capaces de prepararse toda la vida, de manera autodidacta, para resolver los problemas de la época apoyados en una sólida formación básica. Y no es posible cumplir esta tarea sin *transformar profundamente la metodología* del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, *son enormes y de reconocimiento general, las dificultades que confronta la enseñanza de las ciencias en la escuela y los primeros años de las carreras universitarias*

El fracaso docente es significativo, no obstante la inversión de cuantiosos recursos económicos en la educación científica, el tiempo dedicado y el esfuerzo realizado por los profesores.

Cada vez se manifiesta con mayor claridad que, para obtener éxito en el proceso docente, al profesor no le bastan el dominio de la materia a enseñar, la impecable lógica y fundamentación de las ideas que expone, la experiencia docente, la realización de experimentos en clase y la introducción de nuevas tecnologías educativas (Furió 1994).

**El profesorado puede y debe *contar con un probado sistema de conocimientos teóricos* en el campo de la didáctica, que permita superar el predominio de concepciones superficiales, empiristas y del sentido común acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.**

- **La orientación cultural del proceso de enseñanza-aprendizaje (Leontiev 1975, Danilov et al. 1978, Coll 1987, Valdés y Valdés 1999).**
- **La teoría psicológica de la actividad y la conciencia elaborada por la psicología soviética (Vigotski 1966, Rubinshtein 1965 y 1977, Leontiev 1967 y 1981).**
- **La teoría de formación por etapas de las acciones mentales (Galperin 1983a y 1983b, Talízina 1988)**
- **Las concepciones acerca de la resolución de problemas en la enseñanza (Majmutov 1972, Polya 1975, Sifredo 1986, Pozo 1994, Gil y Valdés 1996, Martínez 1998).**
- **Las concepciones acerca del aprendizaje significativo (Ausubel et al 1983, Moreira 1992).**
- **El estudio de las ideas alternativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. (Manrique 1989, Pinto 1991, Carrascosa 1992 y 1996, Pfundt y Duit 1994, Wandersee 1994).**
- **Las estrategias del cambio conceptual (Posner et al 1982, Driver 1986, Duschl 1995).**
- **La orientación investigadora del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Razumovski 1987, Gil 1993, Gil y Valdés 1995).**
- **La enseñanza en contextos (Stinner 1995, Duschl 1995).**

**El profesorado necesita una concepción didáctica coherente, adecuada al actual contexto sociocultural, que permita la formación científica eficaz de las nuevas**

generaciones. Es indispensable hacer un esfuerzo de integración de los numerosos aportes realizados a la teoría y práctica de la enseñanza y expresarlos a través de un cuerpo único de ideas metodológicas rectoras.

El objetivo de esta presentación es el de *precisar el contenido de un núcleo de ideas didácticas fundamentales, donde encuentran unidad concepciones epistemológicas, psicológicas y pedagógicas, de validez en la enseñanza de las ciencias.*

En nuestra opinión, ese núcleo lo forman tres ideas básicas indisolublemente ligadas:

- La orientación cultural de la educación científica.
- La consideración durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las características distintivas de la actividad psíquica humana.
- El reflejo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las características fundamentales de la actividad investigadora contemporánea.

## LA ORIENTACIÓN CULTURAL DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Esta idea metodológica supone que los profesores organicen el proceso de enseñanza-aprendizaje y actúen en él atendiendo a la relación objetiva entre cultura, educación y ciencia. Significa encauzar la práctica docente hacia la formación de

Aspectos esenciales que definen la orientación cultural de la educación científica.

◇ El objetivo principal de la educación es comunicar a las nuevas generaciones los elementos principales de la experiencia histórico social acumulada, transformar lo socialmente significativo (conocimientos, experiencia en la realización de acciones, actitudes y normas de conducta generales) en significados personales. No es suficiente que el profesor exprese con sus acciones significados sociales. Es indispensable que en la actividad de los estudiantes esos significados se integren a los personales.

◇ El contenido de la ciencia, en plena correspondencia con el de la cultura de la sociedad, está integrado por los medios materiales de investigación, determinado sistema de conocimientos, la experiencia acumulada en la actividad investigadora (esencialmente creadora) y las actitudes y normas de conducta propias de los hombres que se dedican a la investigación científica.

◇ Con arreglo a esta estructura deben ser definidos los objetivos y el contenido de la educación científica, han de concebirse los medios de enseñanza, los métodos, formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje, el control y la evaluación del aprendizaje.

◇ Tradicionalmente la enseñanza de las ciencias ha descuidado la transmisión de la experiencia en la actividad creadora y la formación de actitudes. Por eso hoy, en una época de inusitado progreso e impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, a estos dos componentes de la cultura se debe prestar especial atención.

◇ El contenido general de la ciencia adquiere su forma específica en la actividad científico-investigadora concreta de las personas. De ahí que las características de la actividad psíquica humana, y

particularmente de la actividad científico investigadora, deban ser consideradas de modo especial en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

◇ otras formas del trabajo creador como la producción material y el arte, por estar especialmente orientada a profundizar, a partir de la apariencia de las cosas, en aquello que hasta el momento se oculta a la razón.

◇ La ciencia contemporánea es un sistema sometido a vertiginosos cambios. A lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje los estudiantes pueden apropiarse sólo de los elementos esenciales y socialmente necesarios de ese campo de la actividad humana. Pero deben hacerlo a través del análisis de situaciones concretas de interés, que propicie el desarrollo de la capacidad para *orientarse independientemente* en la solución de problemas correspondientes al *contexto histórico-social* en que cada persona ha de vivir. Ese contexto es una manifestación del estado y las necesidades del desarrollo de la humanidad, del país y del pueblo donde el educando tiene su porvenir.

◇ La orientación cultural de la educación científica no se puede identificar con la simple divulgación o con la transmisión de una visión superficial de la ciencia. Por el contrario, supone lograr – a través de una formación básica – que los estudiantes aprecien la extraordinaria riqueza de la actividad investigadora y tengan una visión tan profunda de la ciencia; cuanto lo permitan la edad, el nivel cultural de partida y lo requiera el contexto histórico-social en que han de vivir. Solo así nuestros alumnos podrán ser personas verdaderamente cultas, capaces de orientarse independientemente en la solución de los problemas planteados por la sociedad.

◇ La cultura es la unidad de la diversidad creada por el hombre. Por eso la educación, en su función de comunicar cultura, debe ser multilateral. La

formación científica, que hoy tiene una importancia especial, es sólo un componente de la educación que deben recibir las nuevas generaciones.

## LA ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD PSÍQUICA HUMANA Y EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Dirigir el aprendizaje considerando la estructura de la actividad psíquica humana, supone planificar las distintas actividades que realizarán los alumnos, precisando con antelación el sistema de acciones correspondientes en cada caso. Con este fin han de ser diseñados y *concretados en tareas docentes los objetivos de la enseñanza. El sistema de tareas docentes es la forma concreta de expresar anticipadamente las actividades y acciones que realizarán los estudiantes bajo la dirección del profesor. Como cualquier anticipación ese sistema es modificado y enriquecido en la práctica docente.*

Aspectos esenciales que definen cómo considerar en el proceso de enseñanza aprendizaje las características distintivas de la actividad humana:

◇ Todas nuestras ideas contienen información de la realidad. La práctica social es, en última instancia, la fuente del conocimiento humano y, al poner a prueba nuestra capacidad para controlar y transformar el medio circundante, es el criterio de adecuación de nuestras ideas a la realidad. En la práctica científica no se crean y desarrollan las teorías, pero si se utilizan y someten a comprobación. Por eso la actividad científico práctica no se realiza sin

determinadas concepciones teóricas que incluye. Esta relación entre la teoría y la práctica debe ser mostrada a lo largo del proceso de enseñanza aprendizaje; por ejemplo, durante la construcción de magnitudes y en la planificación y ejecución de experimentos.

◇ Toda actividad humana tiene determinados motivos y consta de un sistema de acciones. Cada acción corresponde a su objetivo. Lo que en determinada relación constituye una actividad, desde otra perspectiva puede ser acción y viceversa. El sistema de actividades-acciones que realizan los estudiantes para cumplir los objetivos de la enseñanza, el profesor lo planifica y anticipa mediante el sistema de tareas correspondientes.

◇ No porque determinado contenido entre en el campo de la atención de los estudiantes ellos tomarán conciencia de él. Los alumnos toman conciencia de aquello que en la actividad convierten en objetivo de sus acciones. La manera que tiene el profesor de planificar que esto tenga lugar en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es elaborar convenientemente los sistemas de tareas correspondientes, considerando la cultura previa y las necesidades reales de los alumnos.

◇ Durante la realización de una actividad, a ella se subordina la secuencia de acciones correspondientes. Lo más común es que cada una de estas acciones, por su complejidad, incluya a otras más elementales. La relación entre las actividades y sus acciones se expresa con el sistema de tareas globales y supeditadas (o derivadas). El proceso de enseñanza aprendizaje se planifica a través de tareas globales, cada una de las cuales se descompone en otras más elementales y estas, a su vez, en unas más sencillas.

- ◇ La elaboración de sistemas de tareas (globales y derivadas) orientados de manera efectiva hacia la transmisión de conocimientos, destrezas, experiencia creadora y actitudes es hoy, sin dudas, uno de los mayores retos de la innovación en la enseñanza de las ciencias. Semejante reto no puede ser enfrentado por profesores aislados sino, como en la actividad investigadora contemporánea, por los colectivos pedagógicos donde cada cual aporta sus proposiciones convencido de la importancia de la labor que realiza (Gil y Valdés 1996b).
- ◇ El control y la evaluación del aprendizaje deben ser frecuentes, integrados coherentemente al cumplimiento de los sistemas de tareas, de modo que favorezcan expectativas positivas en los alumnos.
- ◇ El proceso de enseñanza-aprendizaje consta de dos eslabones básicos que se condicionan y presuponen mutuamente: por un lado, la comprensión de nuevos conocimientos y manifestación incipiente de las habilidades que se desean formar y, por otra; la libre utilización de esos conocimientos y habilidades en diversas situaciones. Inicialmente es necesario favorecer las distintas formas del lenguaje externo atendiendo a su reducción. Luego el profesor debe exigir el trabajo individual de los estudiantes disminuyendo paulatinamente el control de la actividad que realizan, para propiciar la resolución de tareas en el lenguaje interno.

## **REFLEJO DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA ACTIVIDAD INVESTIGADORA CONTEMPORÁNEA.**

Para planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias no es suficiente considerar las características generales que distinguen la actividad psíquica humana. Es indispensable tener presente

cuáles son los rasgos específicos de la actividad investigadora contemporánea que deben ser reflejados en la educación científica, y hacerlo desde la perspectiva de la teoría general de la actividad

El análisis de las características de la tendencia integradora en la ciencia contemporánea, nos permite concluir que los objetivos, el contenido y el material docente de la educación científica deben contemplar *el estudio de la unidad de las investigaciones fundamentales, las investigaciones aplicadas y la implementación de soluciones prácticas*. Deben considerar *el análisis de cuestiones de carácter interdisciplinar y la formación de la disposición para el trabajo colectivo mediante el trabajo en equipos y el logro de metas colectivas*. La planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje ha de *tener especialmente en cuenta aquellos conceptos, métodos y medios generales de la actividad la actividad investigadora* que permiten enfrentar la solución de los más diversos problemas de la ciencia y la vida moderna.

**Aspectos que definen cómo considerar en el proceso de enseñanza aprendizaje las características fundamentales de la actividad investigadora contemporánea:**

◇ Concretar los objetivos de la educación científica en el planteamiento y solución de problemas en torno a los cuales se organizan las exposiciones del profesor y de los estudiantes, los trabajos de laboratorio y las tareas de cálculo, la lectura analítica de diversos materiales, etc. Favorecer el planteamiento de problemas con enunciado abierto.

◇ Los problemas docentes deben surgir de determinados contextos. En la elaboración de esos contextos el profesor considera las necesidades objetivas de los alumnos (no aspiraciones infundadas o intereses pasajeros) y las condiciones histórico sociales que demandan el análisis de los problemas que serán planteados. Sobre la base del contexto preparado, el profesor puede crear en condiciones objetivas, la contradicción entre la necesidad de comprender o modificar la realidad, y los insuficientes conocimientos, habilidades y medios con que cuentan los estudiantes para lograrlo. Así se establece la situación problemática, cuyo acotamiento conduce al enunciado de los problemas.

◇ La enseñanza de las ciencias debe reflejar el camino general de la solución de una situación problemática: de la representación global (inicialmente superficial pero no del todo incorrecta) de la situación; al análisis de las relaciones substanciales entre las cosas y a la reconstrucción progresiva de los fenómenos, hasta finalmente obtener una nueva imagen global del objeto estudiado, más profunda y completa.

◇ Las nuevas ideas globales que resultan de la orientación investigadora del aprendizaje incluyen de alguna manera los conocimientos previos de los alumnos. Si admitimos que nuestras ideas siempre contienen información de la realidad, jamás podrán ser rechazadas de manera absoluta. Por eso siempre estamos en condiciones de apoyarnos en los conocimientos previos de los estudiantes para encauzar la construcción de los nuevos.

◇ **Potenciar la orientación investigadora del aprendizaje significa dirigirlo hacia la integración substancial de los conocimientos, a través del reflejo de las relaciones esenciales (y por ello generales) de las cosas. La orientación investigadora del aprendizaje supone que los estudiantes, guiados por el profesor, participen en el acotamiento de las situaciones problemáticas y de los problemas, en la emisión de hipótesis, el diseño de instalaciones experimentales, la planificación de los experimentos, la elaboración de modelos y algoritmos, etc. Supone también un intenso trabajo de búsqueda de la solución a los problemas, que los estudiantes analicen críticamente la labor realizada y propongan nuevas cuestiones de estudio. De este modo se contribuye a la formación de experiencia en la actividad creadora y a la educación de cualidades como la perseverancia, el espíritu crítico hacia la labor realizada y la actitud inquisitiva.**

◇ **La evaluación en las condiciones docentes ha de tener formas semejantes a las manifestadas en la actividad investigadora, posibilitar la corrección de los errores de los estudiantes y abrir perspectivas para que los alumnos aborden nuevas cuestiones de estudio. La calificación es parte inseparable del control y evaluación del aprendizaje y, preferentemente podrá tener un resultado definitivo, después que los estudiantes han hecho un intenso esfuerzo de rectificación de las deficiencias halladas, de profundización y ampliación de los conocimientos.**

◇ **La planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias supone precisar las necesidades prácticas propias del contexto donde viven los alumnos y elaborar las estrategias educativas para satisfacerlas. La preparación de personas realmente capaces de satisfacer esas demandas debe contemplar la unidad de la educación científica, tecnológica y laboral, y la**

comprensión de la estrecha relación entre las investigaciones fundamentales, las investigaciones aplicadas y las soluciones tecnológicas.

◇ Familiarizar a los estudiantes con elementos de automatización en las investigaciones. Considerar en los objetivos, contenido, medios y formas de enseñanza, la utilización de las computadoras con sus funciones principales en la ciencia: el cálculo numérico, el control de experimentos, la realización de experimentos numéricos, el uso de sistemas expertos y utilización de sistemas automatizados de almacenamiento, organización, búsqueda y comunicación de la información durante la resolución de problemas.

◇ Al planificar el proceso de enseñanza aprendizaje se ha de prestar especial atención a la formación y dominio de conceptos, métodos y medios generales de la actividad investigadora que permiten enfrentar diversos problemas de la ciencia y de la vida moderna. Debe plantearse el estudio de temas de carácter interdisciplinar.

## Conclusiones

Problemas estrechamente ligados, que la didáctica de las ciencias enfrenta con especial premura:

Actualizar los cursos de las distintas materias y lograr que se aprenda lo previsto, en las condiciones de una educación científica de masas.

Para enfrentar la solución de estos problemas el profesorado puede y debe contar con un sólido

sistema de conocimientos teóricos, que permita superar el predominio de concepciones superficiales, empiristas y del sentido común acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

En nuestra opinión ese sistema de conocimientos debe sustentarse en las tres ideas metodológicas siguientes:

- La orientación cultural a la educación científica.
- La consideración durante el proceso de enseñanza-aprendizaje las características distintivas de la actividad psíquica humana.
- El reflejo durante el proceso de enseñanza-aprendizaje las características fundamentales de la actividad investigadora contemporánea.

Estas ideas, estrechamente ligadas, *integran conocimientos ya acreditados* de la didáctica. Al resumirlas, desde una perspectiva diferente intentamos sistematizar los aportes de numerosos investigadores y contribuir de este modo a desarrollar las concepciones teóricas de la didáctica. La validez de las ideas básicas examinadas se pone de manifiesto al enfrentar los dos problemas de la enseñanza mencionados con anterioridad. Ellas tres, en conjunto, *proporcionan una concepción global y actualizada* de la enseñanza de las ciencias, permiten *explicar* determinados aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje (como el surgimiento y elevada persistencia de las concepciones alternativas) y ayudan a *proyectar* la educación científica.

Como resumen final, hagamos algunas consideraciones generales que, en nuestra opinión, tienen especial interés para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en las actuales condiciones:

♦ Los objetivos y el contenido del proceso de enseñanza-aprendizaje se deben definir atendiendo a la necesidad de comunicar los elementos principales de la experiencia histórico social: conocimientos, hábitos y habilidades operativas, experiencia en la actividad investigadora, actitudes y normas de conducta. Al propio tiempo, en esa definición es indispensable tomar en cuenta la cultura previa de los alumnos y sus necesidades objetivas (no las aspiraciones infundadas o los intereses pasajeros). Ello permite considerar las motivaciones de los estudiantes y favorecer la formación de nuevos motivos durante la actividad.

♦ El contenido de la enseñanza ha de incluir el género de problemas que los estudiantes enfrentarán en la vida; las implicaciones que examinarán del estudio de la materia para otras ciencias, la técnica, la producción y la cultura en general; los conocimientos, métodos y medios de investigación científico generales que la asignatura atenderá de modo especial; qué elementos de automatización de la actividad investigadora serán aprendidos y utilizados. El contenido de la enseñanza ha de precisar además lo que nuestros estudiantes deben saber del objeto de investigación de la ciencia y sobre la ciencia misma.

♦ Es indispensable concretar los objetivos y el contenido de la enseñanza de las ciencias en sistemas de tareas docentes (globales y subordinadas). Las tareas globales constituyen, preferentemente, el enunciado de problemas abiertos. Las subordinadas, que también pueden ser problemas o sistemas de preguntas claves, orientan a los estudiantes en la solución de la tarea global correspondiente.

♦ Debemos precisar en los objetivos de la enseñanza el nivel de apropiación de los conocimientos y las habilidades. La libre utilización de los conocimientos en diferentes condiciones requiere que el profesor diseñe y los alumnos cumplan sistemas de tareas que conducen a trabajar finalmente con esos conocimientos en el lenguaje interiorizado.

♦ Los sistemas de tareas deben familiarizar a los estudiantes con las características generales de la actividad investigadora: potenciar la labor colectiva de los alumnos, el acotamiento de situaciones problemáticas, la emisión de hipótesis, el diseño de modelos matemáticos, instalaciones experimentales y algoritmos; la planificación de experimentos, el uso de ordenadores con aquellos fines que tienen en la ciencia; el análisis crítico de las soluciones obtenidas y sobre, esta base, la búsqueda de nuevas vías para profundizar y ampliar cada estudio realizado.

♦ El control y la evaluación del aprendizaje, como los objetivos de la enseñanza, han de abarcar la formación de conocimientos, hábitos y habilidades operativas, experiencia en la actividad investigadora, actitudes y normas de conducta. Han de ser

frecuentes, integrados coherentemente a los sistemas de tareas de aprendizaje, favoreciendo la creación de expectativas positivas en los alumnos. La evaluación en las condiciones docentes puede y debe tener formas semejantes a las manifestadas en la actividad investigadora, posibilitar la corrección de los errores de los estudiantes y abrirles perspectivas para abordar nuevas cuestiones de estudio. La calificación es parte inseparable del control y evaluación del aprendizaje y, preferentemente podrá tener un resultado definitivo, después que los alumnos hayan hecho un intenso esfuerzo de rectificación de las deficiencias halladas, de profundización y ampliación de los conocimientos.

Las tres ideas didácticas examinadas, las hemos considerado en la práctica docente por más de tres años. Sobre la base de esas ideas precisamos los objetivos fundamentales de la utilización de las computadoras en la enseñanza de la física y la metodología para lograrlos. Con ellas nos hemos orientado en la planificación de los cursos de mecánica e informática para la formación de profesores de física y en el diseño del curso de física que se imparte en más de veinte escuelas secundarias de la Ciudad de La Habana. El entusiasmo de los profesores, el cambio actitudinal de los estudiantes y los resultados generales obtenidos corroboran la utilidad práctica y la capacidad proyectiva de las ideas metodológicas empleadas.