



# Evaluación por competencias y estándares de competencia en el campo de la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental

**William Manuel Mora Penagos<sup>1</sup>**

Docente Universidad Distrital

**Diana Lineth Parga Lozano<sup>2</sup>**

Docente Universidad Pedagógica Nacional

## RESUMEN

Este artículo hace énfasis en las necesidades de una evaluación por competencias acorde con una reforma de los currículos de ciencias y educación ambiental en concepciones complejas y globales, y su articulación a la formación del profesorado, sustentadas en la innovación y la investigación docente en el aula. Está dividido en tres grandes partes. En la primera muestra el escenario de cambios en la evaluación desde la década de 1960 hasta la actualidad, haciendo énfasis en la evaluación por competencias y su relación con los estándares básicos para el área de ciencias naturales. En la segunda parte presenta algunas experiencias internacionales que plantean reformas curriculares unidas a los cambios en la evaluación. En la tercera parte, a manera de conclusión, muestra la necesidad de una formación docente inicial y permanente adecuada para enfrentar dichos cambios.

## PALABRAS CLAVES

Evaluación, competencias, estándares básicos, modelo pedagógico/didáctico, formación inicial y permanente del profesorado.

## ABSTRACT

This article emphasizes the necessity of an evaluation by competences according to a reform of science curriculum and environmental studies, under complex and global concepts, as well as its presentation developed by the teaching staff and supported by innovation and research of the teacher in the classroom. This article is divided into three main parts. In the first, it shows the changes in evaluation since the 1960s to the present. In the second part, it presents some international experiments, which employ curricular reforms along with changes in evaluation. The third part, as a conclusion, shows the necessity of initial teacher formation which is permanently adequate to withstand the aforementioned changes.

## KEY WORDS

Evaluation, competencies, basic standards, pedagogical/didactic model, initial and continuous formation of the teacher staff.

RECIBIDO: MARZO 15 DE 2005

ACEPTADO: MAYO 30 DE 2005

<sup>1</sup> Investigador en Didáctica de las Ciencias y Educación Ambiental. Licenciado en Química, especialista en Análisis Orgánico Estructural. Magíster en Docencia de la Química. Candidato a Doctor en Educación Ambiental (Universidad de Sevilla, España).  
wmora@udistrital.edu.co

<sup>2</sup> Licenciada en Biología y Química. Magíster en Docencia de la Química. Editora del Área de Ciencias Naturales. Editorial Voluntad, S. A. Bogotá.  
dparga@voluntad.com.co

## Antecedentes descriptivos del contexto evaluativo

En Colombia, hasta los inicios de la década de 1960 predominó la *evaluación por contenidos*. Después, en las décadas de 1960 a 1980, como producto de la introducción agresiva y hegemónica de la filosofía conductista, se introdujo la *evaluación por objetivos*, la cual se caracterizó por desglosar las pretensiones educativas desde las más generales para el año escolar, hasta las más específicas de cada hora de clase. Esta orientación condujo a la atomización de los contenidos, al trabajo docente supeditado a los currículos elaborados por las editoriales que producían textos programados, y con los parceladores escolares exigidos por las autoridades educativas para anotar a diario la labor docente. Este tipo de acciones era la mayor parte de las veces un registro de lo que nunca se alcanzaba a realizar realmente en las aulas, pues éstas siempre demandaban situaciones inesperadas y extensas frente a las cuales los objetivos particulares aparecían en contravía de la flexibilización de su quehacer.

Más adelante, como producto de las críticas al conductismo, se asumió la *evaluación por logros* de objetivos para cada actividad realizada en el aula. Este enfoque desencadenó una oposición férrea a la *evaluación centrada en estados* (inicial y final, encontrados con evaluaciones de conductas de entradas y salidas), al proponer que lo deseable era la evaluación de los procesos de aprendizaje (lo cual comenzó a llamarse *evaluación por procesos*). Sin embargo, como éstos eran difíciles de observar, sobre todo en una aula de clase, se promovió la *evaluación por indicadores de logro* y se dio inicio a otro momento histórico de la evaluación en Colombia, en particular con la expedición, en 1996, de la resolución 2343, luego derogada por la Ley 715 de 2001.

El propósito de estas reformas consistía en transformar la evaluación estableciendo como fundamental la formulación de grandes y pocos logros como metas básicas de aprendizaje del estudiantado, diferenciar distintos niveles como posibles intervalos para llegar a los logros, y para cada uno de estos niveles establecer los indicadores respectivos; tarea que, como lo señaló Vasco (2003), era apremiante para el momento.

Durante el gobierno de Andrés Pastrana Arango, el Ministerio de Educación Nacional centró su atención en la evaluación por logros, mientras que el Icfes y la Universidad Nacional de Colombia propusieron la *evaluación por competencias*. Después el MEN y Planeación Nacional se inclinaron por la *evaluación por estándares*. Esta situación confundió al profesorado y puso en entredicho la coherencia de las políticas educativas y, en particular, la interpretación práctica de la Ley 115 de 1994, que otorga autonomía a las instituciones para

## Frente a los desafíos de la humanidad, tanto en el ámbito local como en el global, en Colombia sólo ahora se inicia un proceso de reflexión crítica sobre las competencias.

establecer sus propios currículos por medio de los proyectos educativos institucionales (PEI).

Las críticas apuntaron hacia el concepto de competencia planteado por el Icfes (de *interpretar, argumentar y proponer*), que excluía otras competencias importantes, y en particular sobre la manera de presentarlas mediante pruebas escritas de opción múltiple, ya que para muchos las competencias deben observarse en contextos reales de la escuela, además de inferirse de preguntas de lápiz y papel. De igual modo se señaló que la propuesta del Icfes se realizaba en un marco inequitativo, ya que la gran mayoría de docentes no estaba preparada para asumir la formación por competencias. Entonces, ¿por qué exponer a docentes y estudiantes a una evaluación para la cual no estaban preparados? Esta situación, si bien ha mejorado, sigue siendo crítica pues aún son inexistentes los planes de formación inicial y permanente del profesorado integrados, coherentes y estimulantes.

Así mismo, la evaluación por estándares se situó en el terreno de lo político y lo ideológico, por cuanto tradicionalmente este concepto se ha asociado a lo técnico y a la valoración como elemento fundamental para la búsqueda de metas deseables, como la uniformidad y la calidad, tanto en medidas como en servicios. Si bien al comienzo el MEN (2002) habló de *estándares para la*

*excelencia de la educación*, después (MEN 2004) modificó la propuesta al hablar ya de *estándares básicos de competencia* y definirlos como *"criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y los niveles"*.

En el fondo, esta propuesta quiso uniformar las competencias quizá por dos razones: primero, para superar la anarquía y la confusión que algunos tuvieron al creer que la autonomía curricular educativa podía interpretarse como soberanía, lo cual había conducido a no tener unos mínimos curriculares comunes en las regiones y en el país; y segundo, para generar procedimientos unificados en los ámbitos nacional e internacional, que pudieran salir al paso a resultados de evaluaciones nacionales del Icfes e internacionales, por ejemplo, los TIMSS.

Así, en el documento del MEN (2004) se decía que los estándares básicos de competencias *"son guía referencial para que todas las instituciones escolares, urbanas o rurales, privadas o públicas, de todo el país, ofrezcan la misma calidad de educación a los estudiantes de Colombia"*.

El documento del MEN (2004) muestra los estándares de competencia en ciencias naturales y ciencias sociales: me aproximo al conocimiento como científico o científica, natural o social; manejo conocimientos propios de las ciencias naturales o las ciencias sociales, con sus tres ejes básicos: entorno vivo, entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad; y desarrollo compromisos personales y sociales. En consecuencia, presenta unas ciencias que indican las acciones de pensamiento y de producción concretas que los estudiantes formarían en relación con el saber, el saber hacer y el saber ser, respectivamente.

Si bien esta idea concuerda con muchas perspectivas constructivistas que persiguen como objetivo que los contenidos sean entendidos desde lo conceptual y desde lo metodológico y lo actitudinal; sin embargo, no se plantea el modo en que debe darse la articulación entre sí, ni cómo hacerlo con los estándares en ciencias sociales. Es decir, uno de los aspectos que se presentaba como un gran avance en cuanto a la perspectiva interdisciplinaria implícita, terminó como una

invitación más a sumar que a combinar los campos de las ciencias naturales y las ciencias sociales. Así mismo, lo ambiental y la educación ambiental quedan reducidos a lo que se llama ciencia, tecnología y sociedad, sin explicar si obedece al enfoque conocido en el ámbito internacional como C/T/S.

Otro problema de estos estándares se relaciona con la presentación de una lista de cosas en vez de lineamientos conceptuales mínimos que garanticen la unidad en la diversidad permitiendo desde las autonomías tomar decisiones curriculares.

Muchos sostienen que el ingreso de las competencias en la evaluación de los aprendizajes escolares viene patrocinada desde políticas internacionales del Banco Mundial, orientadas a alcanzar grados de competitividad deseables y sostenibilidad ambiental, por lo cual patrocina las reformas educativas. Orozco (2004) sostiene que todas estas reformas están alimentadas por la ideología neoconservadora que apunta al proyecto económico neoliberal y que pretende asegurar el control político del saber para homogeneizar la educación según los esquemas extranjeros. De igual modo, se señala que desde allí se fomenta el reduccionismo de unos currículos vistos como obligatorios a escala nacional y se reduce la autonomía y la valoración de la innovación docente, al minimizarla frente a las ambiciones económicas de los mercados editoriales, entre otros. Orozco (2004) también sostiene que las críticas a los estándares básicos de competencias, producto de la resistencia de la comunidad educativa, se han dirigido a mostrar la falta de participación del profesorado, el reduccionismo de las concepciones y el sentido retrógrado, homogeneizador y antidemocrático de la propuesta presentada por el MEN, en particular en el documento de 2002

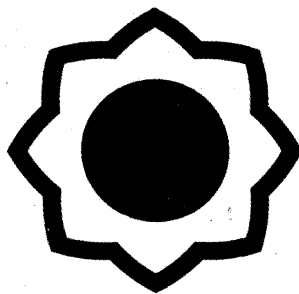
Por último, es importante señalar que frente a los desafíos de la humanidad tanto en el ámbito local como en el global, en Colombia sólo ahora se inicia un proceso de reflexión crítica al respecto. Si bien, y como lo dice Vasco (2003), las *evaluaciones por indicadores de logro, competencias y estándares*, en vez de parecer disyuntivas, parecen complementarias, hace falta claridad entre investigadores, el profesorado y padres de familia. Esto requiere procesos de reflexión y formación para hacer de la evaluación una actividad clara y

compartida, como se intentará mostrar en el siguiente apartado.

### **Evaluación por competencias y formación del profesorado de ciencias y educación ambiental**

En poco más de una década, tres o cuatro formas de ver la evaluación han irrumpido en las aulas de clase y han afectado el trabajo pedagógico y didáctico del profesorado. Lo más crítico de la situación es que estas propuestas han pasado disfrazadas e investidas con los ropajes de *opción pedagógica alternativa* a modelos distintos del constructivismo (llámese modelo tradicional de transmisión-recepción de conocimientos acumulativos, modelo de enseñanza tecnológica o espontaneísta, o cualquiera que no se corresponda). A pesar del tiempo transcurrido y de las distintas resoluciones y leyes expedidas, éstas siguen aún vigentes en las prácticas de evaluación en las aulas de clase (Mora, 1999).

Lo que se entiende y se practica como evaluación se encuentra siempre integrado a modelos educativos que dirigen el trabajo profesional del profesorado y, de manera más específica, las actividades pedagógico/didácticas. Muchos olvidan esto, tanto docentes como quienes han inspirado las reformas y la elaboración de las normas. De ningún modo se trata aquí de defender, lo que no requiere defensa, sino de plantear la inconsistencia de comparar lo que no puede compararse, pues muchos han querido dar a entender que las propuestas de evaluación, por ejemplo, por competencias, son en sí modelos pedagógico/didácticos. Lo más seguro es que esta intención de enfrentamiento con el modelo de enseñanza/aprendizaje tradicional sea incoherente e irrelevante.



Como lo planteó Thomas Kuhn (1975) en su momento, los que se enfrentan son “paradigmas” o, si se quiere, “modelos teórico-prácticos”; en este caso, de naturaleza pedagógica o didáctica que compiten entre sí para solucionar problemas que en el paradigma vigente ha sido imposible resolver. Para el contexto de la evaluación, los problemas se centrarían en la falta de sentido y de significancia, tanto de lo que se aprende por parte de los estudiantes (debido al abuso de la memorización al practicar una evaluación por objetivos conductuales desde un modelo pedagógico específico), como del desempeño desprofesionalizador del profesorado y la ausencia de proyectos en el área de ciencias.

Entonces, el interrogante que se nos presenta es saber si la evaluación por competencias está interpretándose al interior del modelo tradicional y de sus híbridos tecnológicos y espontaneístas (Mora, 1999), o si, por el contrario, lo que ha sucedido es que se ha requerido en la práctica educativa de la aparición y la aplicación de un modelo pedagógico y didáctico alternativo que le dé sentido a otras formas de entender y ejercer las prácticas de evaluación para competir con el modelo tradicional de evaluación.

Desde una primera instancia, podría esperarse que el profesorado se implicara, de hecho, en un cambio de modelo pedagógico/didáctico e interpretara la evaluación por competencias desde modelos alternativos; por ejemplo, de naturaleza constructivista (como podría ser el caso del *modelo de enseñanza para la comprensión*). Sin embargo, lo que se observa es distinto: buena parte del profesorado inicialmente tiende a cambiar sus técnicas de evaluación en vez de su modelo pedagógico, ya que hacerlo implica cambios difíciles, complejos y trascendentales en sus concepciones epistemológicas y científicas, que alterarían sus prácticas docentes. Otros profesores consideran que la situación es puramente técnica y operativa y se solucionaría buscando fórmulas para la enseñanza de competencias, cambiando algunas materias de los planes de estudio de formación del profesorado, o contratando asesores.

De lo anterior se deduce que los profesores son inconscientes de la dificultad de cambiar un paradigma, pues el primero ejerce resistencia a modificaciones e intenta ajustarse a los desequilibrios antes de ser modificado

de modo estructural, o incluso que puede ser abandonado por otro de mayor poder explicativo y predictivo. Un ejemplo de esta situación la constituyen las propuestas desde los modelos tecnológicos y espontaneístas nacidos en la década de 1970, que no lograron reemplazar los modelos conductistas/transmisionistas).

Para que la evaluación por competencias sea coherente, los docentes de todas las áreas deberían estar formados inicial y permanentemente en modelos de enseñanza/aprendizaje alternativos a los modelos tradicionales y sus híbridos; y, en particular, analizar el contexto teórico desde el cual se inspiró la evaluación por competencias y los estándares. Sin embargo, aunque las ideas anteriores sean conocidas por algún sector del profesorado, la mayor parte de las veces los docentes no se implican en los procesos de discusión sobre la naturaleza y las consecuencias de las determinaciones tomadas sobre las distintas opciones sobre la evaluación. Por un lado, porque se desconfía de las alternativas propuestas desde el exterior de la escuela debido a malas experiencias del pasado y, por otro lado, porque las administraciones contrataron expertos para que les dieran cursos e instrucciones de lo que deberían hacer sin que éstas fueran secuenciales y articuladas a proyectos de formación inicial y permanente.

Por el contrario, los resultados de investigaciones recientes en el campo de la evaluación señalan que los cambios en los aprendizajes, tanto del estudiantado como del profesorado, son difíciles y se dan a mediano y a largo plazos. Para ello se requiere una formación inicial, continuada y permanente, respecto de la cual no existen propuestas articuladas que provengan de los organismos de evaluación ni de las universidades formadoras de docentes.

Por lo anterior, consideramos que difícilmente puede darse una transformación de la evaluación, si ésta no va acompañada de un cambio en el modelo didáctico empleado por el profesorado. Es decir, que las transformaciones en las prácticas de evaluación están necesariamente acompañadas de cambios en todo un modelo pedagógico/didáctico. Por consiguiente, la evaluación por competencias debería verse en el contexto de modelos alternativos, en vez de simple técnica instrumentalizada y ajustada al modelo

tradicional imperante para reemplazar, como un simple trueque, la *evaluación por objetivos*. Es decir, que si hay que hablar de enfrentamientos o rivalidades, habría que hacerlo en un contexto teórico-práctico y de formación profesional. En dicha confrontación se encuentran inmersos los conceptos teóricos, las creencias y las prácticas tanto de los investigadores como de los docentes de formación inicial y permanente, así como las concepciones de las editoriales que producen material didáctico y, en particular, las creencias y las prácticas que se evidencian en las aulas de clase.

Lo que hemos intentado plantear en este apartado es la necesidad de formación inicial y permanente del profesorado en modelos pedagógico/didácticos que permitan la reflexión, la innovación y la investigación docente, y darle sentido a cualquier propuesta de evaluación, que les ayude a superar desde sus propias creencias incluso las presiones ejercidas por otros. Algunas de las creencias que hemos documentado son:

- La evaluación por competencias es simplemente una moda que cambia en corto tiempo y, por tanto, está condenada a desaparecer, por lo cual se le pone poca atención y es mejor seguir haciendo lo mismo de siempre.
- Las competencias son cosas para preparar a los estudiantes en técnicas de resolución de preguntas tipo Icfes para el paso a la universidad, por lo cual hay que modificar los programas escolares para ello.
- Se asume que los indicadores de logros son sustitutos de los objetivos, y las competencias son sustitutos de los logros y los indicadores de logros.
- Se considera que las competencias son algo que puede buscarse en manuales preestablecidos y numerados, de donde basta extraerlos, catalogarlos y calificarlos con letras o números para ser usados en el momento de hacer los reportes y la entrega de boletines.
- El afán de crear formas de interconexión y de trueque entre los aspectos cualitativos y cuantitativos, y de esta manera se confunde evaluación con calificación. Así se intercambian ciertos logros por calificaciones numéricas, muchas de ellas en fragmentos

decimales. ¿Cómo asumir entonces la relación evaluación cualitativa y calificación cuantitativa? ¿Se justifican calificaciones numéricas, muchas de ellas aberrantes, como las decimales?

- Se cree que poner cualquier gráfico es pertinente para evaluar la competencia interpretativa, sin discriminar el tipo de información que puede determinar de un gráfico.
- El profesorado universitario considera que las evaluaciones por indicadores de logros y competencias son cosas de la educación básica y media y no para ellos, y así se rompe la estructura educativa en temas de evaluación.

### **Algunos enfoques y experiencias para la enseñanza de ciencias y educación ambiental orientadas a una evaluación por competencias**

Los problemas más graves a los que se enfrentan hoy los seres humanos son globales: crecimiento incontrolado de la población en muchas partes del mundo, lluvia ácida, encogimiento de la pluviselva tropical y de otras grandes fuentes de biodiversidad, contaminación del ambiente, enfermedades, luchas sociales, desigualdad extrema en la distribución de la riqueza de la Tierra, inversión gigantesca de intelecto humano y derroche de recursos escasos para preparar y conducir la guerra y la sombra ominosa del holocausto nuclear, etc. La lista es grande y alarmante.

La ciencia, buscada con energía, puede dar a la humanidad los conocimientos del ambiente biofísico y del comportamiento social que se necesitan para llegar a soluciones eficaces de sus problemas globales y locales; sin esos conocimientos el avance hacia un mundo seguro se verá estorbado innecesariamente.

Al igual que existen límites difusos entre disciplinas y saberes que participan en la resolución de problemas ambientales, el campo teórico de la Educación Ambiental se encuentra impregnado por distintas perspectivas. Muchos proponen una *visión transdisciplinaria articulada* a temas transversales, y para algunos, transformada en Educación en Valores para el Desarrollo Sostenible; sin embargo, es posible encontrar una serie de matices con ciertas diferencias, como es el caso de las siguientes perspectivas.

**La educación global.** Para Selby (1996) cuatro son las dimensiones interrelacionadas para la estructuración de una educación global: la dimensión espacial, la dimensión temporal, los temas globales y (en el centro de las interacciones) el mundo interior (el yo). Estas dimensiones *permitirían diseñar currículos que nos proyecten a una educación para el futuro* que sostenga mutuamente a la persona y el planeta, al *formarse una serie de conciencias* de los estudiantes *para pensar en forma sistémica: conciencia de perspectiva* que permita reconocer que nuestras visiones de mundo no son universalmente compartidas; *conciencia de la salud del planeta* y de sus condicionamientos globales en torno de los derechos humanos; *conciencia de la participación* y de la preparación desde habilidades sociales y políticas para la toma de decisiones democráticas en los ámbitos *globales y locales; conciencia y valoración de los procesos de aprendizaje continuo* durante toda la vida. Este enfoque, que ha conducido a las propuestas de temas transversales, es criticado por la falta de un sistema conceptual de referencia que organice e integre los conocimientos (Porlán y Rivero, 1998), por presentarse de manera individualizada como un grupo de temas inconexos y optativos en los currículos. Una solución planteada por Yus (1997) es *transversalizar los transversales, globalizando la educación en un sistema de temas relacionados con la salud, el medio ambiente y la sociedad*, los cuales incluirían otros, como la paz, la calidad de vida y la solidaridad. Sin embargo, en el fondo queda la imagen de ser una propuesta que podría generar el peligro de conducir al camino de la moralización, más que hacia el pensamiento sistémico, autónomo y divergente.

**Los movimientos C/T/S/A**, tendientes a la alfabetización en ciencia-tecnología-sociedad-ambiente para todas las personas, que contribuya a una cultura ciudadana para la toma de decisiones acerca de los problemas a los cuales se enfrenta la humanidad, la formación de espíritu crítico, y principalmente para el disfrute personal. Laugsch y Spargo (1996), Acevedo y otros (2003), Vilches y Gil (2003) y Cañal (2004) se sitúan más en la transformación del currículo de las Ciencias (Naturales/Sociales), mientras la educación

global y la transversalidad afectan todo el currículo escolar.

**La perspectiva sociocrítica** (Caride y Meira, 1998 y 2001; Porlán, 2003; García, 2004) tiene asiento en la articulación entre las ciencias naturales, las ciencias sociales, las ciencias ambientales como la ecología, los saberes filosóficos, y las ciencias psicopedagógicas y didácticas; en la transformación de la escuela y la sociedad. Este enfoque critica muchas de las visiones anteriores que admiten, de alguna manera, que todos somos responsables de la crisis ambiental y social, ignorando que la responsabilidad, en últimas, habría que buscarla en la naturaleza de las estructuras sociales y económicas dominantes y en las ideologías que las sustentan.

Para García, Martín y Rivero (1996), en este enfoque se muestra el currículo global, más como integración de saberes complementarios que se ponen en juego en la solución de

### **Difícilmente puede darse una transformación de la evaluación, si ésta no va acompañada de un cambio en el modelo didáctico empleado por el profesorado.**

problemas escolares en los que se hace fundamental trabajar conceptos metadisciplinarios, así:

La ciencia disciplinaria no es el objeto último de la educación ni el referente exclusivo para la determinación del conocimiento escolar. Los problemas que se deberían trabajar en la escuela son los problemas relevantes para los ciudadanos, no los problemas científicos, de modo que no se trata de acercarse a lo social desde la ciencia, sino a la ciencia desde lo social (...). El conocimiento escolar es una transición desde formas simples del pensamiento hacia otras más complejas (...). El conocimiento metadisciplinario alude a conceptos como sistema, cambio, interacción o diversidad, a procedimientos propios del trabajo de problemas complejos y abiertos, y a valores relacionados con una visión relativizadora, autónoma y solidaria del mundo.

Interpretando a García (2004b: 33), podría pensarse que la integración debe cuidarse de evitar generar un nuevo reduccionismo simplificador, al tratar de fusionar apresuradamente diversos campos en uno solo,

llámese educación global o educación para el *desarrollo sostenible; lo importante es la complementariedad* y la integración entre lo general y lo específico a la hora de formular contenidos de Educación Ambiental y que sean una construcción abierta, flexible y progresiva de problemas socioambientales como eje articulador de los contenidos en un contexto cultural de *lo científico-técnico y lo meta-disciplinario (como marco de referencia en el diseño y la programación de los diferentes grados de complejidad de los contenidos)*.

A la hora de establecer lo que debe enseñarse, lo que debe aprenderse y el cómo hacerlo, es importante tener en cuenta las experiencias internacionales para contextualizar las propuestas, en vez de copiarlas. Así, podemos encontrar distintas recomendaciones de proyectos franceses, estadounidenses e ingleses. Todos ellos tienen como elementos comunes un compromiso con la evaluación, planteando en todo momento que no puede cambiarse una evaluación si no está estructurada a una reforma curricular que contemple los procesos de desarrollo profesional del profesorado centrados en sus concepciones y sus prácticas. Además, estas propuestas propenden a la interdisciplinariedad del

conocimiento para enfrentar los problemas actuales del mundo, en particular desde enfoques complejos, críticos, en los cuales las ciencias establecen un vínculo inseparable con la tecnología, con la sociedad y con el ambiente.

### **Unir los conocimientos en una nueva educación**

Edgar Morin (2000), en la introducción del libro *Los desafíos del siglo XXI: unir los conocimientos* (que resume las jornadas de reflexión del "consejo científico" francés en 1998 con el fin de hacer sugerencias para la enseñanza de los conocimientos en la secundaria), plantea dos problemas fundamentales que impiden cumplir la misión docente de favorecer la aptitud natural del espíritu humano para *contextualizar, relacionar y globalizar*. Primero, la predominancia del saber fragmentado en disciplinas que se hace incompleto para enfrentar nuevas realidades multidimensionales, globales, transnacionales,

planetarias, y problemas cada vez más transversales, pluridisciplinarios, e incluso transdisciplinarios. Segundo, la *falta de pertinencia de nuestro modo de conocimiento y de enseñanza*, que nos induce a separar (los objetos de su entorno, las disciplinas unas de otras), en vez de relacionar, lo que, sin embargo, está “entretejido” para pensar de modo multidimensional.

Esta situación, dice Morin (2000), ha terminado por ocultar en las finalidades educativas el enfrentarse a los problemas clásicos de nuestra cultura de una manera renovada:

- 1) *Formar espíritus capaces de organizar sus conocimientos* en lugar de almacenar una acumulación de saberes (“Mejor una cabeza bien hecha que una cabeza bien llena”, Montaigne).
- 2) *Enseñar la condición humana* (“Nuestro verdadero estudio es el de la condición humana”, Rousseau, *Emile*) que contribuya a la formación de una conciencia humanista y ética de pertenencia a la humanidad y a la vida.
- 3) *Enseñar a vivir* (“Vivir es el oficio que quiero enseñarle”, *Emilie*) preparando los espíritus para enfrentar las incertidumbres y los problemas de la existencia humana, mostrando el carácter aleatorio, accidentado, a veces cataclísmico de la historia del cosmos, de la Tierra, y de la especie humana (¿puede proponerse un proyecto de educación para lo incierto?).
- 4) *Volver a hacer una escuela de ciudadanía*, de nación y de ciudadanía terrestre.

Respecto a estos cuatro problemas relacionados con la educación, Morin (2000) y algunos de los consejeros científicos enfatizan en:

- Favorecer el surgimiento de *nuevas humanidades* a partir de dos polaridades complementarias y no antagonistas, *la cultura científica y la cultura humanista*.
- Proponer alternativas a una enseñanza de las ciencias que no dejan entrever la existencia de ninguna cuestión no resuelta, de ningún problema que quedaría por comprender (Sébastien Balibar, en Morin, 2000: 53). Podría decirse que frente a una enseñanza de contenidos acabados e inmutables debe pasarse a *enfrentar situaciones problemáticas que no tienen respuestas*

*inmediatas para así pasar de una ciencia muerta a una ciencia viva*. La enseñanza debe dedicarse a ratificar certezas y, mejor aún, a enfrentar interrogantes desde una actitud crítica.

Debemos dejar de enseñar unas ciencias del siglo XIX; y sí enseñar unas ciencias para el siglo XXI; aunque parezca extraño, muchos docentes enseñan lo que aparece en los libros muchas veces tergiversando lo que aparece en las revistas u otros libros universitarios sobre cosas que ya no aportan a la solución de los problemas humanos actuales, podríamos decir que enseñamos la historia de las ciencias a partir de una perspectiva no histórica que no genera competencias para enfrentar a los ciudadanos a su época, unido a esto se tiene un enfoque enciclopédico del conocimiento de querer enseñar, además de lo que ya se enseñaba, todo lo nuevo que se produce en las disciplinas, en una situación de *“amon-tonamiento de los conocimientos”*.

- Como dice André Langaney (Morin, 2000: 176): *“Lo desconocido en ciencias es más importante que lo conocido. En ciencias es mucho más lo que no se sabe que lo que se sabe. Ahora bien, por una especie de pudor totalmente lamentable, jamás se habla de las cosas que no se sabe”*.
- Para dejar de enseñar los conocimientos del siglo XIX debe tenerse claro que en el siglo XX se han experimentado dos revoluciones científicas. La primera nació de la irrupción del desorden, en particular de la física cuántica, y condujo a la necesidad de tratar el desorden y de negociar con la incertidumbre. La segunda revolución científica (segunda mitad del siglo XX) nació con el surgimiento de las ciencias que operan reestructuraciones pluridisciplinarias, como la cosmología, las ciencias de la Tierra, la ecología, la nueva prehistoria, aunque esta revolución no ha provocado aún un movimiento epistemológico tan importante ni tan profundo como el que

## **A la hora de establecer lo que debe enseñarse, lo que debe aprenderse y el cómo hacerlo, es importante tener en cuenta las experiencias internacionales para contextualizarlas, en vez de copiarlas.**

suscitó la primera revolución científica (Morin, 2000: 468).

- Esos problemas reales y actuales implicarían un *conocimiento para la acción en un contexto de trabajo más cercano a la tecnología y a las ciencias ambientales* (desde una mirada interdisciplinaria y transdisciplinaria) *que permitan relacionar dichos problemas con la dimensión cultural del saber común, que circula en la escuela, la familia, la publicidad*, y que distan del contexto científico disciplinario (Jean-Marc Lévy-Leblond, en Morin, 2000: 56). La cuestión de la enseñanza de las ciencias es demasiado seria como para dejarla sólo en las manos de los científicos; se requiere ayudar a los estudiantes a enfrentarse a los problemas que en la historia se creían superados, al igual que a los nuevos, a los procedimientos y procesos del trabajo investigativo, a los desafíos epistemológicos, y a sus implicaciones sociales, ya que entender el presente y la construcción del futuro sólo puede entenderse por sus antecedentes histórico-epistemológicos.
- *Todo esto requiere, primero, la autoformación de los profesores de secundaria; segundo, en la enseñanza superior, la incorporación de una sólida formación en historia y en epistemología en todas las disciplinas* (Jean-Paul Deléage, en Morin, 2000: 89).
- André Girdán (Morin, 2000: 179) nos dice que:

Sin lazos con la realidad vivida, sin perspectivas personales o sociales, y sobre todo sin relación con cualquier cuestionamiento previo, esos saberes son lanzados en la vida de los estudiantes como pelos en la sopa escolar. (...) La enseñanza suministra, en el mejor de los casos, herramientas para abordar lo que es

constante, homogéneo, ordenado, regular e inmutable. En nuestros días el estudiante debe encarar lo inesperado, lo paradójico, lo contradictorio y lo complejo. (...) La prioridad ya no es enseñar contenidos disciplinarios, sino apoyarse en los conocimientos disciplinarios para introducir en los alumnos una disponibilidad, una apertura, una curiosidad por ir hacia lo que no es evidente o familiar. (...) Ofreciendo un nuevo enfoque de los procesos complejos, debemos acordarle un sitio a la enseñanza, no como una disciplina adicional, sino como un método del pensamiento. (...) La idea de regulación, como la de organización, es uno de los grandes conceptos que hay que destacar para la escuela del mañana... reubicados en el contexto de lo que llamamos un "saber sobre el saber".

- La secundaria no debería ser un molde de adaptación precoz de los alumnos para el mercado del trabajo, porque éste se ha vuelto extremadamente móvil, cambiante, impredecible, y la escuela siempre está desfasada respecto a las exigencias sociales del trabajo, y porque principalmente *la secundaria tiene como función irremplazable dar a los adolescentes elementos para la vida profesional y para su vida relacional, su vida íntima, el uso sensible y sagaz de sus distracciones* (Marc Fumaroli, en Morin, 2000: 219).

*El malestar que expresan mis estudiantes –franceses y extranjeros– refiere tanto a las formas y a la calidad reconocida de la enseñanza que ellos reciben como al contenido que les es transmitido. Ese malestar puede resumirse así: "se nos enseñan muchas ecuaciones, se nos hace hacer manipulaciones, adquirimos cierta habilidad. Pero no vemos los pormenores y las repercusiones de lo que así se nos permite saber"* (Dominique Lecourt, en Morin, 2000: 433).

**Proyecto 2061.** También conocido como "*Ciencia: conocimiento para todos*" (*Science for All Americans Online*), es una respuesta al desafío de reformar la educación en ciencias, matemáticas y tecnología desde el jardín infantil hasta el undécimo grado, dirigido por la American Association for the Advancement of Science (AAAS) e iniciado en 1985, año en que el cometa Halley estuvo en vecindad con la Tierra. Esa coincidencia le dio nombre al proyecto, pues los niños que entonces vean el regreso del cometa en el año 2061 estarán iniciando los años escolares (AAAS, 1989).

Una premisa fundamental del *Proyecto 2061* es que en vez de pedir a las escuelas que enseñen más y más temas, pide más bien que se concentren en lo esencial para la formación científica, y enseñarlo mejor.

Se basa en la creencia de que una persona con formación científica es la que percibe que las ciencias, las matemáticas y la tecnología son empresas humanas interdependientes, con potencialidades y limitaciones; que comprende los conceptos y los principios científicos clave; que está familiarizada con el mundo natural y reconoce su diversidad y su unidad a la vez; y que emplea el conocimiento de la ciencia y los modos científicos de pensar para fines individuales y sociales.

En particular, se eligieron conceptos que podrían servir como base duradera sobre la cual erigir más conocimientos durante el resto de la vida. Por consiguiente, las opciones tuvieron que cumplir con criterios importantes, que se relacionan con la vida humana y con las amplias metas que justifican una educación pública universal en una sociedad libre. Los criterios fueron:

- Utilidad (el contenido propuesto, sean conocimientos o destrezas, ¿debe ampliar de manera importante la posibilidad de empleo del egresado a largo plazo? ¿Debe ser útil para tomar decisiones personales?).
- Responsabilidad social (el contenido propuesto, ¿debe ayudar al ciudadano a participar de manera inteligente en la toma de decisiones políticas y sociales sobre asuntos relacionados con ciencia y tecnología?).
- Valor intrínseco del conocimiento (el contenido propuesto, ¿debe presentar los aspectos científicos, matemáticos y tecnológicos que sean tan importantes en la historia humana, o tan comunes en nuestra cultura, que una educación gene-

ral quedaría incompleta sin ellos?).

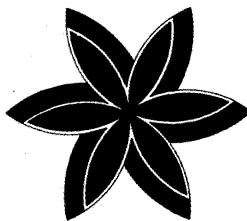
- Valor filosófico (el contenido propuesto, ¿debe contribuir a la capacidad de las personas de ponderar los asuntos permanentes de significado humano, como vida y muerte, percepción y realidad, bien individual *versus* bienestar colectivo, certidumbre y duda?).
- Enriquecimiento de la niñez (el contenido propuesto, ¿debe mejorar la niñez, época de la vida que tiene importancia por derecho propio y no sólo porque es el paso hacia la vida posterior?).

### **Proyecto 2000+: Cambiando la enseñanza de la ciencia para el siglo XXI.**

La Unesco y el Icase iniciaron este proyecto con la meta de fomentar un mayor grado de alfabetización científica y tecnológica para todos los ciudadanos como una prioridad educacional (Holbrook, 1998), lo muestran como una alternativa al gran bache encontrado entre las intenciones de los programas de estudio actuales en ciencia y tecnología, que pareciera que subdividiendo las materias científicas en divisiones hechas por ser humano, como biología, química y física, y sobrecargando los contenidos de los programas de estudios, pudieran entenderse mejor los momentos de crisis del mundo.

El proyecto plantea 17 indicadores fundamentales para fomentar las competencias científicas y tecnológicas en el estudiantado:

1. Usa conceptos de ciencia y tecnología, así como conscientes reflexiones de ética, incluido trabajo y tiempo libre.
2. Se compromete en acciones personales y civiles luego de calcular las posibles consecuencias de las opciones alternativas.
3. Defiende decisiones y acciones usando argumentos racionales basados en evidencia.
4. Toma parte de la ciencia y la tecnología por el entusiasmo y las explicaciones que prevén.
5. Muestra curiosidad y apreciaciones sobre el mundo natural y el hecho por el ser humano.
6. Aplica escepticismo, métodos cuidadosos, razonamiento lógico y creatividad en la investigación del universo observable.
7. Valora la investigación científica y la resolución de problemas tecnológicos.



8. Localiza, colecciona, analiza y evalúa recursos sobre información científica y tecnológica y usa estos recursos en la resolución de problemas, toma de decisiones y el acometimiento de acciones.
9. Distingue entre evidencia científica y tecnológica y opinión personal y entre información fiable y no fiable.
10. Se mantiene abierto a nueva evidencia y al nuevo conocimiento científico y tecnológico experimental.
11. Reconoce que la ciencia y la tecnología son conocimientos humanos.
12. Mide los beneficios y la carga teórica del desarrollo científico y tecnológico.
13. Reconoce la longitud y las limitaciones de la ciencia y la tecnología para avanzar sobre el bienestar humano.
14. Analiza las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
15. Conecta la ciencia y la tecnología con otros comportamientos humanos, por ejemplo, historia, matemáticas, las artes y las humanidades.
16. Considera los aspectos políticos, económicos, morales y éticos de la ciencia y la tecnología y cómo éstos se relacionan con los problemas personales y globales.
17. Ofrece explicaciones de los fenómenos naturales cuya validez puede ser testada.

**El Proyecto PISA.** The Programme for International Student Assessment, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) es una evaluación internacional estandarizada que se aplica al estudiantado de 15 años (al finalizar la educación secundaria obligatoria). En este proyecto han participado 32 países en la prueba de 2000 y 43 en la de 2003. Los resultados obtenidos en la primera evaluación a 32 países (265.000 alumnos) están publicados en los informes Conocimiento y destrezas para la vida (*Knowledge and skills*

*for life*) y Aptitudes básicas para el mundo del mañana (*Literacy skills for the world of Tomorrow*). En cada país se han evaluado de 4.500 a 10.000 alumnos. Los resultados publicados del primer informe abarcan 30 países y 11 más en el segundo, para un total de 41 (MECD, 2001).

En el Proyecto PISA se evalúa el rendimiento en tres grandes ámbitos: lectura, matemáticas y ciencias, y trata de definir en cada ámbito los conocimientos relevantes y las destrezas necesarias para la vida adulta. Se presta atención especial al dominio de los procedimientos (métodos o formas de hacer), a la comprensión de conceptos y a la capacidad para responder a situaciones diferentes dentro de cada campo. En definitiva, se pretende evaluar la alfabetización entendida como un conjunto de competencias necesarias para participar activamente en la sociedad, cuyo aprendizaje nunca acaba y se desarrolla durante toda la vida. El Proyecto PISA desarrolla una evaluación de las competencias curriculares y transversales al currículo de los alumnos, y preguntó a los estudiantes sobre sus motivaciones para el aprendizaje, sus sentimientos sobre sí mismos y sus estrategias de aprendizaje, su consideración del rendimiento de los alumnos en combinación con las características de sus centros de enseñanza y sus entornos familiares, con el fin de examinar algunas de las principales características asociadas al éxito educativo.

La formación, capacidad o competencia, se mide en un continuo, no como algo que alguien posee o no posee. En el proyecto PISA la formación se considera como el conjunto de conocimientos y destrezas para la vida adulta. Su adquisición es un proceso durante toda la vida, que se lleva a cabo en las escuelas o por medio del aprendizaje formal, como también mediante la interacción con los iguales, los colegas y las comunidades. No se puede esperar que los jóvenes de 15 años hayan aprendido en la escuela todo lo que necesitarán conocer como adultos. Necesitan una base sólida de conocimiento en áreas como la lectura, las matemáticas y las ciencias. Sin embargo, para continuar su aprendizaje en estas áreas y aplicar su aprendizaje al mundo real necesitan comprender algunos principios

y procesos básicos, así como tener flexibilidad para utilizarlos en situaciones diferentes.

El objetivo se ha centrado más en las capacidades, como una competencia amplia, que en el dominio del contenido curricular; para distinguir la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de pruebas, a fin de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él.

Para transformar esta definición en una evaluación de la formación científica se han establecido tres grandes dimensiones:

a) *Procesos científicos.* El interés del proyecto PISA, en vez de comprobar si los estudiantes pueden realizar investigaciones científicas por sí mismos, está en conocer si su experiencia escolar ha tenido como resultado un entendimiento de los procesos científicos y la capacidad de aplicar los conceptos que les permitan "tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios producidos en él por la actividad humana". Estos argumentos han llevado a la identificación de los siguientes procesos científicos para la evaluación en el proyecto PISA:

1. Reconocimiento de cuestiones científicamente investigables.
2. Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica.
3. Extracción o evaluación de conclusiones.
4. Comunicación de conclusiones válidas.
5. Demostración de la comprensión de conceptos científicos.

b) *Conceptos científicos.* Se expresan en forma de grandes ideas integradoras que ayudan a *entender algunos aspectos de nuestro medio ambiente.* Los conceptos incluidos en los siguientes temas principales:

1. Estructura y propiedades de la materia.
2. Cambio atmosférico.
3. Cambios físicos y químicos.
4. Transformaciones de la energía.
5. Fuerzas y movimiento.
6. Función y forma.
7. Biología humana.
8. Cambio fisiológico.
9. Biodiversidad.
10. Control genético.
11. Ecosistemas.

**La formación, capacidad o competencia se mide en un continuo, no como algo que alguien posee o no posee.**



12. La Tierra y su lugar en el universo.

13. Cambio geológico.

c) *Situaciones y áreas de aplicación.* En este contexto, una situación científica indica un fenómeno del mundo real en el que puede aplicarse la ciencia. Las áreas de aplicación de la ciencia se han agrupado en tres amplios títulos:

1. Ciencias de la vida y de la salud.
2. Ciencias de la tierra y del medio ambiente.
3. Ciencias en las tecnologías.

La prueba utilizada para evaluar la formación científica consiste en una serie de "unidades" y cada una de ellas trata sobre un problema o tema concreto. Las unidades de evaluación ponen en contacto a los estudiantes con una situación de la vida real, tomada de una fuente auténtica, y con un conjunto de preguntas sobre la misma. Cada pregunta requiere la utilización de uno o varios procesos o destrezas y algún conocimiento científico. La presentación del material de estímulo (el problema o el tema) se hace por medio de la lectura de algún texto, cuadro o diagrama.

*Criterios de calificación del proyecto PISA.* Alrededor de las dos terceras partes de los ítems utilizados en el proyecto PISA pueden calificarse, de modo inequívoco, como correctos o incorrectos. Se presentan, bien en forma de respuesta fija y concreta, bien en forma de respuesta que sólo requiera producir unas pocas palabras. Otros ítems necesitarán respuestas extensas y, a menudo, pueden calificarse como incorrectos, parcialmente correctos o totalmente correctos. Los niveles o gradación de calificación para este tipo de respuestas abiertas incluyen, además de las normas generales, ejemplos de respuestas para cada categoría de respuesta. Además, debido a que con estas respuestas se obtiene información valiosa sobre las ideas y los pensamientos de los alumnos que pueden servir para la programación del currículo, la gradación de calificación de las preguntas en

el estudio principal se revisó con el objeto de incluir un sistema de calificación de dos dígitos para que pudieran registrarse varios tipos de respuestas correctas e incorrectas.

*Ejemplos de un tipo de pregunta.* A continuación se muestra un ítem que se utilizó en la prueba piloto del proyecto PISA.

## Unidad 2 de ciencias: Las moscas

Lee la siguiente información y contesta a las preguntas que le siguen.

Un granjero estaba trabajando con vacas lecheras en una explotación agropecuaria experimental. La población de moscas en el establo donde vivía el ganado era tan grande que estaba afectando la salud de los animales. Así que el granjero roció el establo y el ganado con una solución de insecticida A. El insecticida mató a casi todas las moscas. Algún tiempo después, sin embargo, el número de moscas volvió a ser grande. El granjero roció de nuevo el establo y el ganado con el insecticida. El resultado fue similar a lo ocurrido la primera vez que los roció. Murió la mayor parte de las moscas, pero no todas. De nuevo, en un corto período la población de moscas aumentó y otra vez fue rociada con el insecticida. Esta secuencia de sucesos se repitió cinco veces: entonces fue evidente que el insecticida A era cada vez menos efectivo para matar las moscas. El granjero observó que había preparado una gran cantidad de la solución del insecticida y la había utilizado en todas las rociadas. Por eso pensó en la posibilidad de que la solución de insecticida se hubiera descompuesto con el tiempo. *Fuente:* Teaching about evolution and the nature of science. National Academy Press, Washington, DC, 1998, p. 75.

El tema de la unidad 2, el uso de los insecticidas en la agricultura, cada vez tiene mayor importancia. La producción intensiva de alimentos implica un elevado uso de insecticidas y herbicidas, de los cuales sabemos que su efectividad hoy en día tiende a disminuir por el uso continuado de los mismos. Sin embargo, en casos específicos, como el presentado en esta unidad, podrían existir otras razones para el desarrollo de defensas en los organismos elegidos. Así, los estudiantes se encuentran aquí con un conjunto de preguntas relacionadas con un contexto que implica consecuencias importantes.

### Pregunta de ejemplo 3 (respuesta abierta)

- **Proceso.** Identificar la evidencia necesaria en una investigación científica.
- **Concepto.** Cambios químicos y físicos.
- **Situación/área de aplicación.** Ciencias de la vida y de la salud (salud enfermedad y nutrición).

La suposición del granjero es que el insecticida se descompone con el tiempo. Explica brevemente cómo podría comprobarse esta suposición.

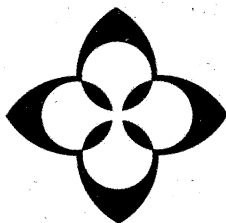
En la pregunta de ejemplo 3, lo importante es la deducción del granjero sobre la pérdida de eficacia del insecticida A. Se pide a los estudiantes que identifiquen el tipo de evidencia necesaria a fin de demostrar esta suposición. Para estudiar esta cuestión se necesitan conocimientos científicos del efecto que producen en el insecticida A la descomposición y el cambio químico del preparado. Existen varios modos científicamente válidos que sirven para demostrar si el cambio en el insecticida fue el causante de la reducción de su efecto. Uno es la aproximación experimental que implica la comparación entre los lotes nuevos y los antiguos, en una prueba control. Las variables que se necesitan para controlar dicha prueba son los tipos de moscas, la edad del insecticida y la cantidad de exposición al insecticida. Sin embargo, se aceptan las respuestas en las que no se hace referencia a estas variables, ya que a menudo están implícitas. Se da una puntuación parcial a las respuestas que sugieren algún procedimiento relevante pero insuficiente para hacer la comparación necesaria.

### ¿Cómo respondieron los estudiantes?

Ejemplos (véase al final del capítulo el baremo de calificación):

"Se podrían coger algunas moscas. Si se pudieran poner en cajas separadas, se podría usar en una el insecticida nuevo y en otra el antiguo y estudiar los resultados". (Puntuación, 2)

"Preparar un gran lote de insecticida. Tener dos grupos de moscas y a cada grupo rociarlo cada seis meses. Rociar al grupo 1 con el gran lote, y al grupo 2, cada vez con un nuevo lote". (Puntuación, 2)



## Conclusiones y recomendaciones

Las recomendaciones y las experiencias internacionales señalan que las reformas de la evaluación de los aprendizajes en ciencias deben estar siempre unidas a cambios curriculares y a procesos de formación docente en procesos de seguimiento a largo plazo. A manera de conclusión, pueden plantearse algunos aspectos clave para la enseñanza de las Ciencias y Educación Ambiental por competencias.

*Probablemente los profesores de áreas distintas de las ciencias enseñan a los estudiantes más ciencia que en esta área.* Los profesores de ciencia perciben su tarea como dar información de los contenidos de la materia por enseñar. La preocupación principal está en “completar el programa de estudio”, como se ejemplifica en los libros de texto y, por tanto, tienen poco tiempo para desarrollar actividades clave, así que dan poca prioridad a los trabajos prácticos de laboratorio y a los experimentales. La asesoría a los estudiantes para que aprendan a resolver problemas se toma en serio sólo si esto significa ejecutar una variedad de ejercicios numéricos mecánicos. Los programas de estudios rara vez agrupan el aprendizaje basándose en la manera en que la sociedad puede hacer uso de la ciencia, por ejemplo, para solucionar inconvenientes/problemas ambientales, de la industria y del empleo o del consumo.

*Los maestros son clave en la reformas.* La reforma no puede imponerse a los docentes por los mandos superiores o por personas ajenas al gremio. Si los profesores están convencidos de que los cambios propuestos valen la pena, podrán implantarlos de manera eficaz. En cualquier caso, cuantos más docentes compartan las medidas de una reforma, y cuanta más ayuda se les dé para poner en marcha cambios consensuados, mayor será la probabilidad de que sean capaces de hacer duraderas tales mejoras. Aunque los docentes son clave en una reforma, son corresponsables de ella. Necesitan aliados. Los profesores solos no pueden cambiar los libros de texto, establecer políticas de exámenes más sensibles que las que ahora existen, crear sistemas de apoyo administrativo, hacer que el público entienda en qué radica la reforma y por qué se lleva tiempo lograrla, y reunir los fondos necesarios para pagarla. Así, los

“Probar con un nuevo bote del insecticida, luego esperar hasta que caduque y las moscas vuelvan y después probar otra vez”. (Puntuación, 2)

“Llevar lotes del insecticida al laboratorio cada cinco meses y comprobar su efectividad”. (Puntuación, 2)

“Hacer lo mismo, pero comprando, cada vez, un insecticida nuevo; con esto se comprueba si la teoría es correcta o incorrecta”. (Puntuación, 1)

“Posiblemente pueda probar su teoría, si envía un lote fresco del insecticida al laboratorio con un lote del antiguo preparado y consigue volver a comprobar los resultados”. (Puntuación, 1)

“Podría comprobarlo cada año y ver si no ha caducado y aún es eficaz”. (Puntuación, 0)

“Coger una mosca de los residuos de su establo y de los de otro establo y rociarlas a cada una de ellas con el insecticida”. (Puntuación, 0)

### Pregunta de ejemplo 4 (respuesta abierta)

• **Proceso.** Extraer o evaluar conclusiones.

• **Concepto.** Cambio fisiológico.

• **Situación/área de aplicación.** Ciencias de la vida y de la salud (salud, enfermedad y nutrición). La suposición del granjero es que el insecticida se descompone con el tiempo. Da dos explicaciones alternativas de por qué “el insecticida A es cada vez menos eficaz”.

Explicación 1: \_\_\_\_\_

Explicación 2: \_\_\_\_\_

El estímulo de esta unidad presenta observaciones a partir de las cuales puedan extraerse diferentes conclusiones. La pregunta de ejemplo 4 se centra en dar otras explicaciones posibles para la disminución de la eficacia del insecticida, además de la sugerida por el granjero. En el caso de las respuestas que se refieren a la resistencia de las moscas, se necesitan conocimientos científicos del cambio fisiológico y de la posible y consiguiente resistencia hereditaria. Esta última es una de las respuestas dadas por la mayoría de los estudiantes evaluados en la prueba piloto del proyecto PISA. Por ejemplo: “Con el uso continuado del mismo insecticida las moscas se hicieron inmunes a su composición”. Las otras dos explicaciones que se aceptan implican el reconocimiento de la posibilidad de cambios en las condiciones medioambientales y un cambio en la manera de aplicar el insecticida—conclusiones que pueden deducirse de la evidencia disponible—. Este tipo de preguntas, donde existen tres posibles respuestas correctas (y, en algunos casos, más) pero sólo se necesitan dos, plantean un problema general de calificación. Puede suceder que una respuesta determinada sea mucho peor que las otras; sin embargo, se le otorga la puntuación completa sólo cuando está incluida. En la pregunta de ejemplo 4, la respuesta relacionada con la resistencia adquirida de las moscas se considera más importante que las otras dos. Sin embargo, es mejor tratar por igual a todas las respuestas si la pregunta no indica al alumno la preferencia por un determinado tipo de respuesta.

### ¿Cómo respondieron los estudiantes?

Ejemplos (véase al final del capítulo el baremo de calificación):

Explicación 1: “Con el uso continuado del mismo insecticida las moscas se hicieron inmunes a su composición”.

Explicación 2: “Todos los compuestos químicos se quedaron en la parte alta del rociador y el agua (ineficaz) se quedó en la base”. (Puntuación, 2)

Explicación 1: “Las moscas se hicieron inmunes al insecticida”.

Explicación 2: “El calor y los cambios de temperatura lo descompusieron”. (Puntuación, 2)

Explicación 1: “Quizá las moscas desarrollaron un gen resistente que hiciera que el insecticida fuera ineficaz”.

Explicación 2: “Cada vez el granjero lo usaba menos”. (Puntuación, 2)

Explicación 1: “La temperatura subió mucho y deterioró el insecticida”.

Explicación 2: “El granjero roció de manera incorrecta el insecticida sobre las moscas”. (Puntuación, 2)

“Tal vez lo roció en forma incorrecta”. (Puntuación, 1)

“Las moscas desarrollaron una inmunidad”. (Puntuación, 1)

“En cada ocasión había diferentes tipos de moscas”. (Puntuación, 1)

“Las moscas se reprodujeron”. (Puntuación, 0) “Porque cada vez que lo rociaba se hacía menos eficaz”. (Puntuación, 0)

“Cuanto más hay en el bote es más fuerte”. (Puntuación, 0)

administradores, las instituciones escolares y quienes formulan las políticas de educación tienen que apoyar a los docentes.

*Deben establecerse condiciones positivas para una reforma.* No tiene sentido exhortar a los educadores para que modifiquen lo que están haciendo y después hacer caso omiso de los obstáculos que encuentran en su camino. En casi todas las instituciones educativas, las circunstancias físicas, administrativas y psicológicas crean un ambiente que proscribire los esfuerzos que conducen a la reforma mencionada. A menudo, los maestros no tienen tiempo para pensar, estudiar, organizar materiales, comentar con colegas, aconsejar a los alumnos y asistir a encuentros profesionales. Más aún, carecen de oficinas privadas, computadores, asistentes de laboratorio, acceso a consultores expertos u otros tipos de apoyo que esperan los profesionales en otro campo.

La evidencia sugiere que los profesores tratan de evitar el cambio, en especial el que significa que su experimentación podría estar socavando su confianza en lo que siempre ha venido haciendo en las aulas (Duffee y Aikenhead, 1992). Los profesores de ciencia no han tenido que tratar, en el pasado, con el desarrollo de técnicas de solución de problemas o toma de decisiones útiles para la sociedad. Los profesores, en el pasado, no han tenido que tratar con el desarrollo de los estudiantes como miembros de la sociedad, o con el desarrollo de técnicas sociales (para ser un miembro responsable de la sociedad) durante las lecciones de ciencia. De esta manera, a los profesores de ciencia les es difícil introducir valores éticos o sociales en las aulas de ciencias, aun cuando esto tiene gran relevancia para la sociedad.

Ninguna innovación en la educación científica ha sido exitosa sin el soporte y la innovación de los profesores en las aulas, por lo cual es fundamental ayudar al profesorado a cambiar la percepción sobre la naturaleza de las ciencias, su enseñanza, su aprendizaje y su evaluación (Porlán, 2003). De este modo, sería más eficaz el desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza centradas en los estudiantes, prestando más atención a la relevancia en la sociedad. Exhortar a los profesores al cambio quizá no ayude a esta situación. Ellos necesitan que se les muestre cómo, y decirles por qué; ésta es la manera en que se pueda cambiar. Los formadores de los

profesores deben convencerse de la necesidad de cambiar, y para que el cambio ocurra, los profesores necesitan ser convencidos acerca de cómo el cambio puede ser implementado en forma exitosa.

Dos factores que requieren tomarse en consideración para que el profesorado se comprometa con su cambio profesional son: primero, suministrar evidencias que son producto de investigaciones que muestren que el cambio puede llevar a adquisiciones sustanciales tanto para sus estudiantes como para ellos; segundo, proveer de programas de formación inicial y permanentes que permitan al profesorado la reflexión sobre el cambio necesario y distintos grados de progresión del cambio (Porlán y Rivero, 1998).

Es necesario hacer que las autoridades pertinentes hagan conciencia de la necesidad de establecer procesos de formación del profesorado *in situ* (programas de formación permanente al interior de las instituciones escolares) en los cuales se compartan ideas y desempeños sobre la evaluación en el aula, lo cual implica que estos procesos estén atados al desarrollo profesional docente y a las posibilidades de innovar e investigar en el aula, antes que simplemente someterlos a entrenamientos de talleres con expertos. Buena parte de los docentes que asisten a estos talleres consideran que no basta con que se les den conferencias sobre evaluación por competencias, o en su momento por logros, algunas de ellas con fundamentos totalmente diferentes y muchas veces contradictorias, dependiendo de las calidades y las orientaciones del expositor. Se requiere seguimiento de una práctica organizada a partir de una interpretación coherente con respecto al PEI de las instituciones.

También es posible inferir otras recomendaciones concretas que son útiles a la hora de pensar en un trabajo didáctico de las competencias:

- Toda competencia está fundamentada en estándares básicos que deben describir el grado de competencia esperado.
- Los estándares formulados por el MEN deben asumirse más como una guía que como una lista por cumplir a rajatabla. Es desde las autonomías y desde los PEI que debe asumirse cómo se incorporará un currículo base que sea coherente con las disposiciones nacionales, el orden internacional y la propia realidad local.

- Se requiere establecer una serie de criterios en torno de la pluralidad de competencias que permitan establecer juicios respecto al ser competente o al ser incompetente.
- Establecer actividades de las cuales puedan extraerse elementos sobre las competencias logradas tanto en el trabajo colectivo como en el individual.
- Establecer escenarios reales y no ficticios que permitan el trabajo pedagógico/didáctico.
- Las competencias no deberían asumirse como un conjunto de exámenes y resultados de calificaciones para promover o no a los estudiantes, sino como la base que permite llevar a cabo un proceso para acopiar evidencias de desempeño y conocimiento, respecto a un grado de competencia, es decir, que su función está más en servir en el ámbito diagnóstico y como dinamizador de los procesos de enseñanza/aprendizaje.
- Evaluar por competencias debe ser un trabajo de colectivos docentes, que tenga por lo menos estos pasos: definición de las competencias, recolección de evidencias y comparación con distintos grados de desarrollo para formar la competencia, y establecimiento de un juicio acerca de si puede calificarse como competente o incompetente a un estudiante.
- Los grados de competencias se establecen para períodos largos, incluso de varios años. Por tanto, debería considerarse la pertinencia de aprobado o reprobado, no desde la trayectoria del año lectivo, por lo cual podría demandarse períodos de dos, tres o cuatro años para llegar a un grado determinado de competencias.

Para finalizar, esperamos que estas reflexiones contribuyan al debate en torno de las competencias en Colombia. También deseamos positivamente que este interés por las competencias permita prepararnos de manera adecuada para una participación decorosa en las pruebas PISA 2006, evitar escandalizarnos si sólo podemos igualarnos en los últimos lugares (como le ha sucedido en el año 2000 a los países latinoamericanos), sino que se hayan realizado programas de formación serios con el profesorado en sus aulas de clase.

## Bibliografía

- AAAS: American Association for the Advancement of Science 1989. *Science for All Americans Online*. (Traducción al español: (2000). *Ciencia: conocimiento para todos. Proyecto 2061*. <http://www.project2061.org/esp/tools/sfaaol/chap1.htm#sci>.
- Acevedo D., José A., Vázquez A., Ángel y Manassero M., María A. 2003. *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la enseñanza de las ciencias*. Recuperado el 20 de marzo de 2005, en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>.
- Bybee, R. W. 1997. *Achieving Scientific Literacy: From purposes to practice*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Byrne, M. S. y Johnstone, A. H. 1988. How to Make Science Relevant, *School Science Review*. 70 (251).
- Cañal, P. 2004. La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *Cultura y Educación*, 2004, 16 (3).
- Caride, José A. y Meira, Pablo A. 2001. *Educación ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel Educación.
- Duffee, L. y Aikenhead, G. 1992. Curriculum change, student evaluation and teacher practical knowledge, *Science Education*, 76.
- García, Eduardo 2004. *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. Sevilla: Diada Editora.
- \_\_\_\_\_. 2004b. Los contenidos de la formación ambiental. Una reflexión desde la perspectiva de la complejidad, *Investigación en la Escuela*, 53.
- \_\_\_\_\_. 2002. Los problemas de la educación ambiental. ¿Es posible una educación ambiental Integradora? *Investigación en la Escuela*, 46.
- \_\_\_\_\_, Martín, T. J. y Rivero, G. A. 1996. El currículo integrado. Desde un pensamiento simple hacia uno complejo, *Aula de Innovación Educativa*, 51.
- Holbrook, Jack 1998. Proyecto 2000+: Cambiando la enseñanza de la ciencia para el siglo XXI. *Educar, Curitiba*, No. 14, 1998. Editora da UFPR. Unesco.
- \_\_\_\_\_. 1996. The role of Science teacher associations in promoting scientific and technological literacy, *Science Education International*, 7 (1).
- Kuhn, Thomas S. 1975. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Laugsch, R. C., y Spargo, P. E. 1996. Construction of a paper-and-pencil "Test of basic scientific literacy" based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science, *Public Understanding of Science*, 5 (4).
- MECD, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2001. *Proyecto PISA. La medida de los conocimientos y las destrezas de los alumnos: la evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el proyecto Pisa 2000/OCDE*. Madrid (España): Ministerio de Educación, Cultura y Deporte; INCE.
- MEN 2004. *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Formar en ciencias: el desafío. Lo que necesitamos saber y saber hacer. Bogotá: Cargraphics, S. A. [www.mineduccion.gov.co](http://www.mineduccion.gov.co).
- \_\_\_\_\_. 2002. *Estándares para la excelencia en la educación*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Mora P., William M. 1999. Modelos de enseñanza-aprendizaje y desarrollo profesional. Elementos para la cualificación docente, *Revista Educativa Volunt@d*. Santa Fe de Bogotá.
- \_\_\_\_\_. 1997. Naturaleza del conocimiento científico e implicaciones didácticas. *Educación y Pedagogía*. Medellín. Colombia.
- Mora, P. W., García, M. A. y Mosquera, S. C. 2004. *Estrategias para el desarrollo profesional en el campo pedagógico y didáctico del profesorado de ciencias experimentales y tecnologías a nivel universitario*. [En I.C.E.-Universidad de Deusto, 2004. *Pedagogía universitaria. Hacia un espacio de aprendizaje compartido*. III Symposium Iberoamericano de Docencia Universitaria. Bilbao: Ediciones Mensajero. Volumen II].
- Morin, E. 2000. *El desafío del siglo XXI: unir los conocimientos*. La Paz (Bolivia): Plural.
- \_\_\_\_\_. 2000a. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Orozco, C., Juan, C. 2004. Estándares, enseñanza de las ciencias y control político del saber. *Nodos y Nudos*, 2 (17).
- Porlán, Rafael 2003. Principios para la formación del profesorado de secundaria, *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1).
- \_\_\_\_\_. y Rivero, Ana 1998. *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de Ciencias*. Serie Fundamentos, No. 8. Sevilla: Díada Editora.
- Selby, David 1996. Educación global: hacia una irreductible perspectiva global en la escuela. *Aula de Innovación Educativa*, 51.
- Vasco, Carlos E. 2003. Objetivos específicos, indicadores de logros y competencias, ¿y ahora estándares?, *Educación y Cultura*. No. 62.
- Vilches, Amparo y Gil, Daniel 2003. *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid: OEL-Cambridge.
- Yager, R. E., Hidayat, E. M. y Penick, J. 1988. Features which separate least effective from most effective science teachers, *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (3).
- Yus, Rafael. 1997. *Hacia una educación global desde la transversalidad*. Madrid: Anaya, S. A.