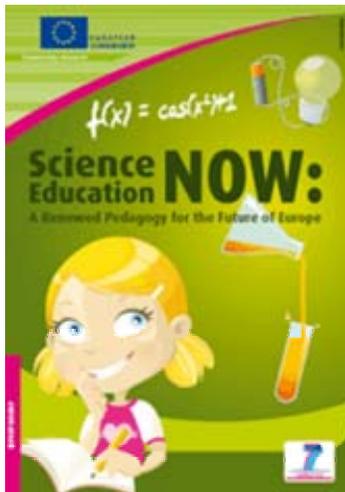


**Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa**

ROCARD, M.; CSERMELY, P.; JORDE, D.; LENZEN, D.; WALWERG-HENRIKSSON, H.y HEMMO, V.



Una serie de estudios realizados en los últimos años han venido señalando un descenso alarmante en el interés de los jóvenes por los estudios de ciencias y matemáticas. A pesar de los numerosos proyectos y acciones llevados a cabo para revertir esta tendencia, los signos de mejora todavía son modestos. Si no se realizan acciones más eficaces, la tendencia actual puede incidir negativamente en la base de los futuros científicos europeos (y, por lo tanto, en la capacidad de innovación y en la calidad de la investigación europeas) así como en las destrezas necesarias para que los jóvenes desarrollen un pensamiento crítico y un razonamiento científico que les serán fundamentales en una sociedad cada vez más dependiente del uso del conocimiento.

La Comisión Europea encargó a Michel Rocard (antiguo primer ministro francés y miembro del Parlamento Europeo) dirigir un grupo de expertos que evaluara una muestra significativa de las acciones innovadoras que ya se están llevando a cabo y extrajera de ellas las medidas que deben adoptarse para luchar contra la falta de interés entre los jóvenes por los estudios científicos. Puesto que la merma en este interés se debe en gran medida a la manera como se enseña la ciencia en las escuelas de primaria y de secundaria, esa enseñanza se convierte en el principal objetivo del estudio.

Este grupo de expertos no pretendía «descubrir el Mediterráneo» ni llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la práctica docente, ni siquiera realizar un análisis comparativo entre los Estados miembros. El cometido de este grupo de expertos se limitaba a encontrar una respuesta a la pregunta: ¿Puede modificarse la situación actual, y pueden identificarse ejemplos concretos que señalen cómo emprender medidas eficaces? Aun reconociendo las posibles deficiencias derivadas de las limitaciones de tiempo en las que tuvo que realizar su tarea, el grupo se puso en contacto con los coordinadores de una serie de iniciativas prometedoras y se reunió con representantes de varios ministerios nacionales responsables de la investigación y las políticas educativas.

El grupo de expertos señala que aunque la comunidad de la educación científica acepta que las prácticas pedagógicas fundadas sobre métodos basados en la investigación son más efectivas, la realidad del aula demuestra que en la mayoría de países europeos estos métodos no se están implementando. Las Iniciativas actuales en Europa en esta línea son prometedoras, pero no alcanzan una escala suficiente para tener un impacto sustancial. A continuación se exponen de forma sumaria los descu-

brimientos y recomendaciones de los expertos.

Una reorientación de la pedagogía de la enseñanza de las ciencias en las escuelas, introduciendo los métodos basados en la investigación, permitiría aumentar el interés de los estudiantes por las ciencias. Será necesario, pues, que el enfoque deductivo deje espacio a la enseñanza con los nuevos métodos, la cual, según estos expertos, ya ha demostrado su eficacia en los niveles de primaria y secundaria, donde además de aumentar el interés y los niveles del alumnado, estimula también la motivación del profesorado. Este método es efectivo con todos los estudiantes, sea cual sea su rendimiento escolar y no está reñido con el afán de excelencia; además, contribuye a fomentar el interés y la participación femeninos en las actividades científicas. El método basado en la investigación no excluye el enfoque deductivo tradicional; al contrario, ambos métodos deben combinarse según el nivel o la edad de cada grupo. Asimismo, proporciona mayores oportunidades para la cooperación entre los actores de la educación formal y no formal, y crea ocasiones para implicar a empresas, científicos, investigadores, ingenieros, universidades, ciudades, padres, etc.

El profesorado juega un papel fundamental en la renovación de la enseñanza de las ciencias. Se ha demostrado que la pertenencia a una red de profesores mejora la calidad de la enseñanza y fomenta su motivación. Las redes de profesores constituyen un componente efectivo en el desarrollo profesional del profesorado, si bien son complementarias con las formas más tradicionales de formación permanente.

En Europa existen en la actualidad dos iniciativas que promueven esta enseñanza práctica de la ciencia: "Pollen" y "SinusTransfer". Los expertos afirman que estas iniciativas demuestran que los nuevos métodos de enseñanza son capaces de aumentar el interés del alumnado por la ciencia. El enfoque pedagógico que defienden podría aplicarse en diversos escenarios nacionales, adaptándolo a las condiciones locales. El nivel presupuestario que requieren estas iniciativas se ajusta a los instrumentos presupuestarios de la Unión Europea.

### Estado de la cuestión

#### Observación 1

Un peligro capital para el futuro de Europa: la enseñanza de la ciencia dista mucho de atraer multitudes y en muchos países la tendencia está empeorando.

Un trabajo reciente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) indica que, si bien durante la última década el número de jóvenes que empieza una carrera universitaria ha aumentado en muchos países europeos, estos jóvenes escogen carreras no científicas y, por lo tanto, la proporción de jóvenes que estudian ciencias está disminuyendo. Además, en algunas áreas clave como matemáticas y física, unas áreas esenciales para el desarrollo socioeconómico, en algunos países incluso está disminuyendo el número absoluto de estudiantes. El estudio PISA de la OCDE ha puesto de relieve que a la edad de 15 años ya existen claras diferencias entre los alumnos en función del género, y que en la mayoría de países el alumnado femenino muestra un interés por las matemáticas mucho menor que el masculino. Estos patrones de sexo vuelven a aparecer a la hora de escoger la carrera universitaria: un número menor de chicas opta por los estudios académicos en matemáticas, ciencia y tecnología. De hecho, en toda Europa las mujeres sólo alcanzan el 31% de todos los licenciados en estos estudios.

#### Observación 2

Un consenso general sobre la importancia crucial de la educación científica.

Teniendo en cuenta que más del 80% de europeos (Eurobarómetro 2005) considera que «el interés de los jóvenes por la ciencia es fundamental para nuestra prosperidad futura»), es sorprendente que un número cada vez menor de jóvenes escoja seguir estudios científicos fundamentales. Esta falta de interés que muestran los jóvenes por aprender ciencias es una cuestión de importancia capital, ya que la ciencia es vital para:

- *Proporcionar a todos los ciudadanos una alfabetización científica y una actitud positiva hacia la ciencia.* Es absolutamente necesario preparar a los jóvenes para un futuro que exigirá un buen conocimiento científico y una comprensión de la tecnología. La alfabetización científica es importante para entender las cuestiones medioambientales, médicas y económicas a las

que se enfrentan las sociedades modernas, las cuales dependen en gran medida de unos avances tecnológicos y científicos de una complejidad creciente.

En este contexto, resulta fundamental equipar a todos los ciudadanos con las destrezas necesarias para vivir y trabajar en la sociedad del conocimiento, dotándoles con las herramientas necesarias para desarrollar un pensamiento crítico y un razonamiento científico que los capacitará para tomar decisiones bien fundamentadas. La educación científica ayuda a luchar contra los prejuicios y a reforzar nuestra cultura comuna basada en el pensamiento racional.

- *Garantizar que Europa forme y retenga al número de científicos e ingenieros de gran nivel necesarios para su futuro desarrollo económico y tecnológico.* La disponibilidad de profesionales altamente cualificados en los ámbitos de la ciencia y la tecnología es un factor clave para el establecimiento y el éxito de la industria de alta tecnología en la Unión Europea. Europa debería ser capaz de anticiparse a una demanda orientada cada vez más hacia la economía basada en el conocimiento. Además, la relación entre la disponibilidad local de una mano de obra altamente cualificada y las inversiones en I+D es muy apreciable en términos de economía global.

En este contexto, los diseñadores europeos de políticas no han permanecido indiferentes y han suscrito numerosas declaraciones relativas a la importancia crucial de la educación científica.

- ✓ La cumbre de Lisboa llamó la atención sobre la necesidad de que los países europeos actuaran conjuntamente con el fin de convertir Europa en la economía basada en el conocimiento más competitiva del mundo. La cumbre reconocía la necesidad de tomar medidas: medidas para fomentar una sociedad basada en el conocimiento y medidas para promover la educación y la formación.
- ✓ En la cumbre de Lisboa del 2000, los jefes de Estado y de Gobierno de la Unión Europea reconocieron que la prosperidad de Europa en el futuro depende de crear un entorno en el que el uso del conocimiento devenga la piedra angular del desarrollo socioeconómico. Una serie de cumbres europeas, desde Lisboa a Barcelona (en marzo de 2002), terminó con el establecimiento de un objetivo estratégico europeo: aumentar la media europea del PIB dedicado a la investigación hasta el 3% en el año 2010. Esto significa aumentar el número de investigadores en medio millón y el personal de investigación en 1,2 millones.
- ✓ En un informe presentado al Consejo Europeo sobre los futuros objetivos concretos de los sistemas de educación y de formación (2001). el Consejo de Educación sub-

rayaba la necesidad de “incrementar los niveles generales de la cultura científica en la sociedad”.

La ciencia era declarada una necesidad para todos los ciudadanos: “El conocimiento científico y tecnológico está llamado a desempeñar un papel cada vez más importante en el debate público, la toma de decisiones y la legislación. Para poder entender las cuestiones que se le plantean y tomar decisiones fundadas, aunque no necesariamente técnicas, el ciudadano necesita tener un conocimiento básico en matemáticas y en ciencias”.

- ✓ Esta afirmación de la importancia crucial de la educación científica se vio renovada y reforzada en el programa de 18 meses de las presidencias alemana, portuguesa y eslovena.

Este programa afirma explícitamente que “las presidencias se esforzarán por fomentar un mejor entorno y mejores condiciones para las actividades de investigación mediante medidas como las siguientes: (...) el refuerzo de los recursos humanos en ciencia y tecnología; la promoción de la educación y la cultura científica y tecnológica”.

- ✓ La decisión del Parlamento Europeo y el Consejo en relación con el Séptimo Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, desarrollo y demostración ofrece una base para apoyar las acciones de colaboración.

En el apartado de “Ciencia y sociedad” aboga por la “creación de un entorno abierto que provoque la curiosidad por la ciencia en los niños y los jóvenes, reforzando la educación científica en todos los niveles, incluidas las escuelas, y promueva el interés y la plena participación en la ciencia de personas de todas las extracciones sociales”.

### *Observación 3*

Los orígenes de esta situación pueden encontrarse, entre otras causas, en la manera como se enseña la ciencia.

Las razones por las que los jóvenes no desarrollan el interés por la ciencia son complejas; sin embargo, parece evidente que existe una conexión entre las actitudes hacia la ciencia y la forma en que se

enseña la ciencia.

El estudio del Eurobarómetro 2005 sobre “Europeos, ciencia y tecnología” informa que sólo el 15% de los europeos están satisfechos con la calidad de las clases de ciencia en la escuela. En la encuesta de 2001, la muestra de la población preguntada sobre las causas del interés decreciente por los estudios y carreras científicos señaló en primer lugar el hecho de que “las clases de ciencias en la escuela no son suficientemente atractivas” (59,5%). En la misma encuesta, el 60,3% de los europeos afirma que “las autoridades deberían intentar solucionar esta situación”.

El informe publicado recientemente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). “La evolución del interés de los estudiantes en los estudios de ciencia y tecnología”, identifica el papel crucial que los contactos positivos con la ciencia en una fase temprana juegan en la ulterior formación de actitudes hacia la ciencia. Sin embargo, el estudio también subraya que, aunque los jóvenes poseen una curiosidad natural por estas materias, la educación científica formal tradicional puede ahogar este interés y, por lo tanto, puede tener un impacto negativo sobre el desarrollo de actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia. Entre las causas señaladas, se encuentra la incómoda situación del profesorado de primaria, que debe enseñar unas materias en las que carece de la suficiente confianza y conocimiento. A menudo los profesores escogen la metodología tradicional de la “tiza y la charla” (*chalk and talk*), con la que se sienten más cómodos, y evitan métodos basados en la investigación, que les exigen una comprensión de la ciencia más integrada y profunda. Así pues, se pone énfasis en la memorización en detrimento de la comprensión y, además, los cargados programas de contenidos dejan poco espacio para realizar experimentos significativos.

El informe recomienda que “la enseñanza debería concentrarse en los conceptos y métodos científicos más que en la pura retención de información” y que debería darse mayor apoyo a la formación del profesorado de ciencias. En el informe “Europa necesita más científicos”, el grupo de alto nivel dirigido por el profesor José Mariano Gago analiza los problemas con los que se encuentra la enseñanza de las ciencias. De nuevo se llega a conclusiones similares: los temas de ciencias a menudo se enseñan de una forma demasiado abstracta. “Es abstracta porque se basa en la presentación de ideas fundamentales, la mayoría de las cuales fueron desarrolladas en el siglo XIX, sin ofrecer suficientes elementos de experimentación y observación” y sin “mostrar una suficiente comprensión de sus implicaciones”. La educación científica también suele ser incapaz de proporcionar a los jóvenes “un desarrollo acumulativo de la comprensión y el interés” y se halla en un grave peligro de “ser excesivamente factual debido a la explosión del conocimiento científico y a la adición de temas a una base de contenidos ya excesiva”. Como consecuencia de todo ello, no es extraño que “los estudiantes perciban la educación científica como irrelevante y difícil”.

Aunque en general se acepta que las prácticas pedagógicas fundadas sobre métodos basados en la investigación son más efectivas, la realidad del aula demuestra que en la mayoría de países europeos la enseñanza de la ciencia no sigue esta metodología.

En la mayoría de países europeos, los métodos de enseñanza de las ciencias son esencialmente deductivos. Lo primero es la presentación de conceptos y marcos intelectuales, seguida de la búsqueda de consecuencias operacionales, mientras que los experimentos se utilizan sobre todo a modo de ilustración. En algunos países se está produciendo un cambio hacia un uso más extendido de métodos basados en la investigación, pero la tendencia predominante sigue siendo eminentemente deductiva.

#### *Observación 4*

Muchas iniciativas que se están llevando a cabo en Europa contribuyen activamente a la renovación de la educación científica. No obstante, a menudo tienen un alcance reducido y no aprovechan de forma activa las medidas de apoyo para la disseminación y la integración europeas.

Dentro de la comunidad de la educación científica pueden encontrarse muchas iniciativas. En primer lugar, muchos profesores dinámicos, en la educación primaria y secundaria, han desarrollado diversas prácticas innovadoras. Estos proyectos suelen implicar a las comunidades locales: padres, empresas, científicos, investigadores, estudiantes universitarios, etc. La financiación, cuando existe, procede de diversas fuentes; las autoridades locales (municipales y regionales) suelen proporcionar buena parte de los recursos necesarios. Otros actores muy importantes son las organizaciones extraescolares de educación científica, tales como los centros científicos, los museos de la ciencia y las asociaciones para la promoción de las ciencias, que suelen organizar ferias y eventos. Sin embargo, estas iniciativas dependen casi exclusivamente de la motivación y la buena voluntad de unos pocos individuos, lo que da lugar a limitaciones presupuestarias, a la poca posibilidad de ampliar la escala de intervención y al riesgo de su permanencia y sostenibilidad. Además, debido a las limitaciones presupuestarias y de tiempo, la evaluación de iniciativas suele ser limitada. Las interconexiones entre las iniciativas son muy escasas, lo que de hecho elimina la posibilidad de aumentar la escala y disseminar las nuevas ideas: no llega a explotarse la dinámica de la “economía de escala” ni el enorme potencial de producir un impacto real.

En este contexto insuficientemente organizado, Europa tiene que desarrollar un papel fundamental en

la identificación, integración y diseminación de las buenas prácticas.

### **Trabajo realizado**

Parece evidente que hay que hacer algo, pero ¿qué medidas concretas pueden tomarse en Europa para mejorar la forma en que se enfoca la enseñanza de la ciencia en primaria y secundaria? Afortunadamente, ya se han realizado muchos estudios en profundidad con el objeto de entender las causas del problema y sugerir posibles pautas de actuación. Por lo tanto, los objetivos de este informe son:

- . Analizar una selección de iniciativas de educación científica cooperativa que se están llevando a cabo actualmente en la UE, con el fin de identificar técnicas eficaces e innovadoras que sean capaces de aumentar el interés hacia la ciencia y que puedan utilizarse como modelos para políticas futuras.
- Establecer un conjunto reducido de recomendaciones prácticas concretas que garanticen que la experiencia de estas iniciativas sea utilizada, valorada y diseminada por toda Europa.

Como base para el análisis de las iniciativas, se adoptaron los siguientes criterios:

- Cuanto antes mejor: la enseñanza de las ciencias en la escuela primaria tiene un fuerte impacto a largo plazo. La escuela primaria coincide con el tiempo de la construcción de la formación intrínseca; en este momento los niños sienten una fuerte curiosidad natural y es el momento adecuado para influir en los patrones de sexo.
- Se da prioridad a las acciones realizadas en las escuelas, por cuanto permiten que los alumnos se beneficien de una exposición a la actividad más prolongada, tienen un efecto más sistemático sobre grupos grandes y prodigan más atención a los alumnos que más lo necesitan.
- Poca necesidad de materiales específicos.
- Se da prioridad a las iniciativas diseñadas para incidir en una cantidad importante de jóvenes y que al mismo tiempo respeten la diversidad.
- El profesorado es la piedra angular de cualquier renovación de la educación científica. Las aptitudes de los profesores (contenido y pedagogía), la confianza en su propia capacidad, la motivación y la integración en una comunidad mayor son cruciales.
- Se da prioridad a las iniciativas que incluyan una gran diversidad de prácticas pedagógicas

para dar respuesta a las diversas necesidades del alumnado: aprendizaje basado en problemas; actividades para “aprender haciendo y pensando”; trabajo en equipo; trabajo independiente con preguntas abiertas; actividades interdisciplinarias, etc.

## Descubrimientos

### *Descubrimiento 1*

La reorientación de la pedagogía de la enseñanza de la ciencia en la escuela, dejando espacio para métodos basados en la investigación, permite aumentar el interés por la ciencia.

- Los métodos basados en la investigación han probado su eficacia en el aprendizaje de la ciencia en la escuela primaria al aumentar tanto el interés del alumnado como la buena disposición del profesorado para enseñar ciencia.

Los nuevos métodos se basan en la curiosidad y en las observaciones seguidas de la resolución de problemas y la experimentación. Utilizando el pensamiento crítico y la reflexión, los estudiantes son capaces de realizar inferencias a partir de los datos recogidos. Además, los métodos basados en la investigación están perfectamente adaptados a todos los niveles de la educación primaria. Este hecho constituye una ventaja clave, pues empezar la educación científica a estas edades permite aprovechar al máximo esta “edad dorada de la curiosidad”. Además, los métodos inductivos proporcionan a los niños y niñas la oportunidad de desarrollar una amplia gama de destrezas complementarias tales como el trabajo en equipo, la expresión escrita y oral, la resolución de problemas abiertos y otras habilidades transdisciplinarias.

- Los métodos basados en la investigación también son eficaces en la educación secundaria.  
Sin embargo, los profesores son reacios a adoptar este enfoque, por considerar que requiere mucho tiempo y, por lo tanto, dificulta que se llegue a dar todo el programa de contenidos.
- Las técnicas basadas en la investigación son eficaces con grupos de estudiantes con los que los métodos deductivos tradicionales son ineficaces. La utilización de métodos inductivos ha demostrado tener un impacto positivo en los logros de los estudiantes, y un impacto todavía mayor en los estudiantes con niveles más bajos de seguridad en sí mismos y aquellos que proceden de ambientes más desfavorecidos. Este hecho permite que la educación científica sea inclusiva, lo que es de suma importancia en una sociedad del conocimiento en la que ser analfabeto científico tiene un coste muy elevado tanto para el individuo como para la sociedad

en general.

- La enseñanza de la ciencia fundada sobre métodos basados en la investigación no supone abandonar el afán de excelencia.

En realidad, estas prácticas pueden utilizarse para crear las condiciones y actitudes (interés, confianza en la propia capacidad) más favorables para que los estudiantes con mayor aptitud, más creativos y más motivados alcancen unos niveles más altos de conocimiento. Además, esta pedagogía fomenta el desarrollo de destrezas intelectuales cruciales a la par que se adquiere conocimiento, lo que constituye la base para cualquier tipo de excelencia en la educación.

- Por último, los dos enfoques pedagógicos no se excluyen mutuamente, y pueden y deben combinarse en cualquier clase de ciencia, en función de los diferentes temas científicos y en función del nivel y la edad del grupo.
- Una renovación de la pedagogía basada en un mayor uso del enfoque basado en la investigación puede ser una forma eficaz de aumentar el interés y la participación femenina en las actividades de ciencias, así como su confianza en la propia capacidad en el ámbito científico.

El grupo de expertos descubrió que en las iniciativas en las que se utiliza este nuevo enfoque pedagógico, las chicas participan con más entusiasmo en las actividades Y desarrollan un mejor nivel de confianza en su propia capacidad que con los enfoques tradicionales de educación científica.

### *Descubrimiento 2*

La renovación de la pedagogía de la enseñanza de la ciencia basada en métodos de investigación ofrece mayores oportunidades para la cooperación entre varios actores en contextos formales y no formales.

Debido a la naturaleza de sus prácticas, la pedagogía basada en la investigación Y en la resolución de problemas ofrece más oportunidades para que los participantes de la educación formal y no formal entablen relaciones. Además crea ocasiones para implicar a empresas, investigadores, universidades y a actores locales como ciudades, asociaciones, padres, etc. Las iniciativas que el grupo de expertos calificó de exitosas a menudo están organizadas y apoyadas a nivel local, especialmente a nivel municipal, incluso aunque formen parte de una organización más amplia.

### Descubrimiento 3

El profesorado juega un papel clave en la renovación de la educación científica. En este sentido, la pertenencia a una red de profesores permite mejorar la calidad de la enseñanza y fomenta su motivación.

Los profesores afirman que el aislamiento suele ser uno de los principales elementos negativos de su práctica profesional y que es claramente perjudicial para su moral y motivación. La pertenencia a una red de profesores, en cambio, puede proporcionarles oportunidades para enriquecer sus prácticas y contextos profesionales mediante la cooperación dentro y entre las escuelas, la reflexión, el desarrollo y la evaluación cooperativas de la instrucción, el intercambio de ideas, materiales y experiencias, la cooperación entre profesores e investigadores y el apoyo y el estímulo por parte de la investigación. Por consiguiente, las redes de profesores pueden ser un componente eficaz en el desarrollo profesional del profesorado y son complementarias con las formas más tradicionales de la formación del profesorado.

### Descubrimiento 4

En Europa, estos componentes cruciales de la renovación de las prácticas de la enseñanza de las ciencias están siendo promovidas por dos importantes iniciativas, Pollen y Sinus-Transfer, que están demostrando ser capaces de aumentar el interés y los logros del alumnado en la clase de ciencias. Adaptándolas a los contextos nacionales, estas iniciativas podrían implementarse a una escala que provocase el impacto deseado.

- *Pollen* ya es una iniciativa internacional, e incluye doce países europeos.

*Pollen* opera en doce ciudades de doce países de la Unión Europea (Bélgica, Estonia, Francia, Alemania, Hungría, Italia, los Países Bajos, Portugal, Eslovenia, España, Suecia y el Reino Unido) con la finalidad de promover las técnicas pedagógicas basadas en la investigación que ya han demostrado su eficacia en Francia (la *main à la pâte*) y, originalmente, en Estados Unidos.

Esta iniciativa, que en un principio se dirigía sobre todo a las escuelas primarias, ahora se está implementando también en secundaria. Pollen se beneficia de una subvención de la Comunidad de 1,75 millones de euros, otorgada en bajo el epígrafe «Ciencia y sociedad», en el Sexto Programa Marco para actividades de investigación, desarrollo tecnológico y demostración. A las ciudades participantes se les proporciona formación del profesorado, recursos específicos para el aula (unidades didácticas, guías para el profesorado, bases de datos de material y recursos, folletos informativos, etc.) así como una web de apoyo.

Se fomentan los intercambios entre los profesores, los científicos y los expertos en pedagogía, y el compromiso de la comunidad científica presta apoyo a los profesores. Son muchos los resultados positivos obtenidos por Pollen. Los métodos que emplea esta iniciativa han demostrado aumentar el interés del profesorado de primaria así como su confianza en su propia capacidad y sus aptitudes en la enseñanza de las ciencias, con lo que se aumenta también la calidad y la cantidad de las clases de ciencia. Pollen también aviva el interés del alumnado en las actividades didácticas de ciencias. La diferencia determinada por el género se reduce, ya que la participación femenina activa en las actividades relacionadas con la ciencia tiende a aumentar. El aumento del interés y la participación todavía es mayor en el caso de los estudiantes con más dificultades y procedentes de entornos más desfavorecidos.

Además, Pollen ha demostrado ser capaz de obtener un fuerte apoyo por parte de la comunidad y de las instituciones científicas (academias de las ciencias, instituciones de educación superior, etc.). A todo ello hay que añadir que Pollen ya ha demostrado la capacidad de aumentar la escala de la iniciativa. De hecho, después de haber sido probada en ámbitos locales, ya ha aumentado dos veces de escala (primero al nivel nacional francés, y después al nivel europeo) mediante la federación de iniciativas nacionales y locales preexistentes (en el Reino Unido, Portugal y Suecia).

La especificidad y el aspecto más importante de Pollen probablemente lo constituya su capacidad para diseminar técnicas útiles sin dejar de respetar por ello la diversidad de los contextos locales: sus métodos son lo suficientemente flexibles para constituir herramientas útiles a este doble nivel.

- *Sinus-Transfer* ya se ha probado extensamente en Alemania. Sinus- Transfer proporciona al profesorado de secundaria las herramientas necesarias para que pueda cambiar el enfoque pedagógico en la enseñanza de las ciencias. Esta iniciativa hace hincapié en la importancia de utilizar la investigación científica y el enfoque experimental. Se pone el acento en el desarrollo profesional del profesorado: Sinus-Transfer se caracteriza por ser un enfoque a largo

plazo, basado en la escuela y colaborativo que se dirige al aprendizaje de los estudiantes. Este método se basa en el planteamiento de problemas en las clases de ciencias y estimula a los profesores a evaluar y a reflexionar sobre su docencia en un proceso de desarrollo continuo de la calidad. Durante este proceso, se establece una estrecha cooperación entre los profesores de una misma escuela y entre las escuelas, así como entre los investigadores y los profesores.

El impacto de Sinus-Transfer es muy positivo. Las evaluaciones realizadas muestran un impacto positivo muy importante en el logro de los estudiantes, especialmente en aquellos que tienen más dificultades. Un gran número de profesores han mostrado su entusiasmo hacia esta iniciativa.

- *Puntos básicos comunes entre ambas iniciativas.* Ambos proyectos proponen un enfoque pedagógico innovador, sin necesidad de realizar cambios en el currículo o en los contenidos definidos por las autoridades competentes. Además, los dos métodos promueven una pedagogía basada en la investigación que logra suscitar el interés por la ciencia. Ambos programas presentan los procesos y programas de la ciencia junto con sus resultados, y promueven una amplia gama de prácticas que incluyen las actividades basadas en la investigación, el «aprender haciendo y pensando.. y los proyectos en grupo.

También en su organización muestran grandes similitudes. Su acción se basa en la formación, apoyo y motivación de los profesores, proporcionándoles materiales pedagógicos y dándoles la oportunidad de formar parte de una red de profesores, respetando en todo momento su independencia. Además, ambas iniciativas promueven unas relaciones profundas y a largo plazo con los diferentes participantes (alumnado, profesorado, padres, científicos, ingenieros, empresarios, empresas de I+D, etc.). Por último, ambas iniciativas aspiran a la diseminación, tal como indican sus nombres Pollen y Transfer.

- *Pollen y Sinus-Transfer: ¿Cómo puede la UE ayudarles a aumentar la escala de su actuación y a diseminarse por toda Europa?* El número de ciudades y países participantes en Pollen podría aumentarse. También hay una gran necesidad en lo que se refiere a la formación del profesorado, lo que requiere un mayor compromiso de las autoridades locales en materia de educación. Otras medidas de diseminación prioritarias incluirían la adaptación de los materiales existentes a los distintos idiomas y contextos nacionales, la organización de una evaluación más sistemática del impacto logrado, la mejora de la adaptación a la educación secundaria de la enseñanza de la ciencia basada en la investigación y el desarrollo de redes internacionales de estudiantes y profesores.

En cuanto a Sinus-Transfer, debería darse prioridad al desarrollo del concepto fuera de Alemania y a la colaboración con otros programas nacionales. El primer paso hacia la internacionalización sería la traducción y la adaptación de sus métodos y contenidos así como el desarrollo de redes a nivel europeo. Un objetivo importante de estas redes debería ser el fomentar el intercambio y la colaboración entre importantes subgrupos que están relacionados con la enseñanza de la ciencia y el desarrollo profesional del profesorado de ciencias en Europa: profesores de ciencias (escuelas), estudiantes, miembros de sistemas de apoyo (instituciones encargadas de la formación del profesorado, universidades, la Administración) y expertos internacionales en la educación científica (investigadores pedagógicos, educadores en ciencia).

### **Recomendaciones**

Es indudable que para Europa es sumamente importante que su población adquiriera una buena educación científica. Dado que la pedagogía innovadora se ha desarrollado y probado a una escala relativamente grande, y que ha demostrado tener buenos resultados, tampoco hay duda de que pueden tomarse medidas urgentes y específicas. Las siguientes recomendaciones conforman un conjunto de medidas a adoptar.

#### *Recomendación 1*

Puesto que está en juego el futuro de Europa, los encargados de tomar decisiones deben exigir la mejora de la enseñanza de la ciencia a los organismos responsables de implementar cambios a nivel local, regional, nacional y europeo.

En la estrategia de Lisboa esta cuestión debe considerarse una prioridad absoluta. Los Estados miembros deberían promover y subvencionar más activamente aquellas iniciativas que contribuyan a la renovación de la pedagogía en la educación científica.

#### *Recomendación 2*

Las nuevas formas pedagógicas deben comportar mejoras en la educación científica; debería promoverse y apoyarse activamente la introducción en las escuelas de enfoques basados en la investigación, la formación del profesorado en este método y el desarrollo de redes de profesores.

Aunque los profesores juegan un papel fundamental en la reforma, necesitan un mayor apoyo que complemente la formación profesional y estimule su motivación.

*Recomendación 3*

Debería darse una especial atención al crecimiento de la participación femenina y de la confianza en su propia capacidad en el ámbito científico.

Debería darse prioridad a aquellas iniciativas entre cuyos objetivos se encuentre de forma específica influir en los patrones de sexo, lo que puede lograrse, por ejemplo, presentando como modelos a mujeres científicas, ingenieras y mujeres de negocios en el ámbito del I+D que hayan tenido éxito en sus respectivas actividades.

*Recomendación 4*

Deben introducirse medidas para fomentar la participación de las ciudades y la comunidad local en esta renovación de la educación de la ciencia a nivel europeo. Además, si los diversos actores comparten el conocimiento práctico (*know-how*) se acelerará el ritmo del cambio.

Las acciones colaborativas piloto llevadas a cabo a nivel europeo demuestran que el apoyo de la Comunidad Europea puede no sólo acelerar el proceso del cambio, sino también enriquecer las técnicas de reciente desarrollo. La participación de todas las partes, incluidos los expertos de la educación científica, los profesores, los estudiantes, los padres, los científicos, los ingenieros, las universidades, los institutos de investigación, los museos de la ciencia, las empresas, las autoridades locales, etc., es un factor clave para el éxito.

Algunas iniciativas han sido promovidas por organizaciones que trabajan en el contexto de la educación científica no formal. Las ciudades deberían aprovechar estas iniciativas para fomentar y fortalecer los vínculos entre la educación científica formal y no formal (curricular y extracurricular). Sería muy útil que se dedicaran recursos (incluyendo recursos humanos) al refuerzo de estos vínculos a nivel local.

*Recomendación 5*

Debe mejorarse la articulación entre las actividades nacionales y las europeas y deben crearse oportunidades para que iniciativas como Pollen y Sinus-Transfer reciban un mayor apoyo a través de los instrumentos del programa marco y de los programas en el ámbito de la educación y la cultura.

El grupo de expertos no se halla en posición de poder cuantificar de forma exacta la cantidad extra de fondos que deben destinarse a esta área, pero hace notar que, a la vista de los presupuestos de las actividades examinadas, la cifra de 60 millones de euros a invertir por la Comunidad Europea durante los próximos seis años no es una estimación desorbitada.

*Recomendación 6*

En el marco de los instrumentos señalados anteriormente, la Comisión Europea debe establecer y apoyar un Comité Consultivo Europeo en Educación Científica en el que participen representantes de todas las partes, incluidos los expertos en educación científica, los profesores, los estudiantes, las organizaciones de padres, los ingenieros y las empresas.

El Comité Consultivo debe proponer maneras y medios de estimular el desarrollo de organizaciones transdisciplinarias y multinacionales de estudiantes europeos interesados por la ciencia.

El Comité Consultivo debería supervisar el desarrollo de nuevas iniciativas que se marquen como objetivo implementar en la educación científica los métodos basados en la investigación así como apoyar su cooperación e integración a nivel europeo, con el fin de evitar la proliferación de proyectos a pequeña escala y de facilitar que los proyectos se beneficien de las sinergias y el conocimiento compartido.

El Comité Consultivo debería continuar apoyando la investigación y el desarrollo de proyectos que

comportan innovación para la enseñanza de las ciencias en Europa. El Comité debería supervisar las prácticas docentes innovadoras en la educación científica, lo que incluye los vínculos establecidos con la comunidad de la educación científica.

### **Conclusión final**

El Comité Consultivo debe organizar la evaluación de las iniciativas.

Aunque la programación de los currículos sigue siendo prerrogativa de los organismos y ministerios competentes en cada uno de los Estados miembros, a nivel europeo podrían hacerse muchas cosas que tuvieran un impacto sustantivo en la forma en que se enseña la ciencia: medidas para promover la adopción de nuevas técnicas docentes; medidas con el fin de ayudar al profesorado a presentar la materia de una forma atractiva, y medidas que estimulen el aprendizaje basado en la investigación entre los jóvenes.

La revisión y la renovación de la enseñanza de la ciencia en Europa deben convertirse en un área prioritaria para los diseñadores de políticas europeos. No sólo es esencial el desarrollo de los distintos países europeos, sino que también lo es el que los Estados miembros de la Unión Europea tomen medidas colectivas para alcanzar los objetivos de Lisboa.

El grupo de expertos ha tenido la oportunidad de estudiar algunas iniciativas de calidad que contribuyen activamente al desarrollo del interés por la ciencia y a la implicación de los jóvenes en estos campos de estudio. La especificidad de Pollen y SinusTransfer es que ambas iniciativas promueven un cambio en el enfoque pedagógico utilizado para enseñar ciencias. Además, estas iniciativas suponen oportunidades para el establecimiento de una red europea de profesores de ciencia, lo que parece ser un factor clave para promover la excelencia. Pollen y Sinus- Transfer son iniciativas relevantes y adecuadas. Por ejemplo, Pollen ha demostrado que su enfoque puede aplicarse en diversos contextos nacionales. Aun respetando su filosofía básica (el aprendizaje basado en la investigación), Pollen se ha implementado en los distintos países adaptándose a las condiciones locales, demostrando así una buena flexibilidad.