

**La enseñanza y el aprendizaje
de la Química en Secundaria
A la búsqueda de unos contenidos
para el siglo XXI**

Miguel Ángel Gómez Crespo

**Jornadas sobre la Enseñanza de la Química
Palma de Mallorca, 14 de octubre de 2005**

Cunde entre los profesores de ciencias, especialmente en la Educación Secundaria, una creciente sensación de desasosiego, de frustración, al comprobar el limitado éxito de sus esfuerzos docentes.

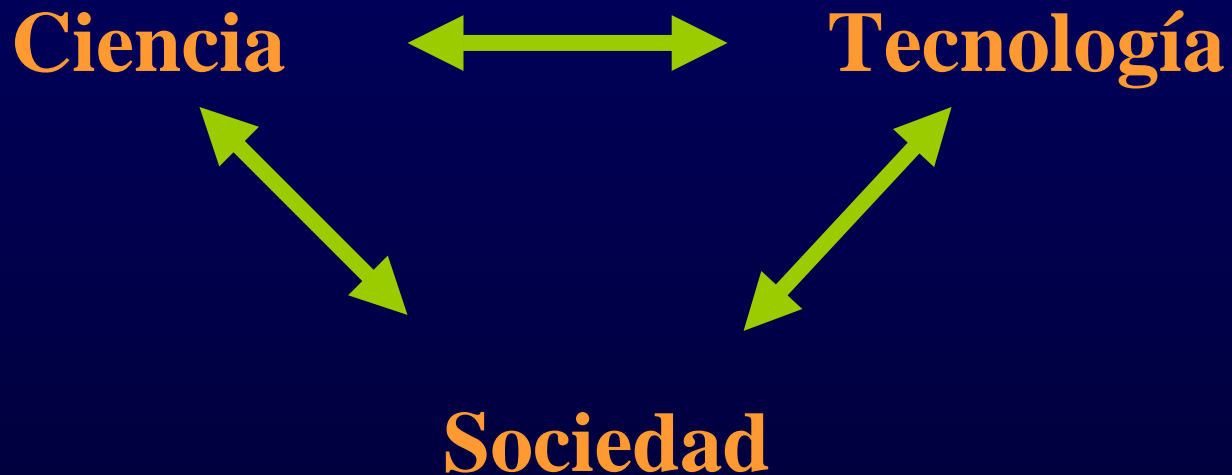
En apariencia los alumnos cada vez aprenden menos y se interesan menos por lo que aprenden.

Pozo y Gómez Crespo (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Ed. Morata.

Posiblemente todos podamos estar de acuerdo en que corren malos tiempos para las ciencias.

Pero, probablemente no todos estemos de acuerdo en las causas y en las soluciones.

**Ciencia y tecnología forman parte de
nuestro mundo y nuestra cultura**



Necesitamos proporcionar a los futuros ciudadanos una cultura y una formación científicas adecuadas.

- ¿Proporciona la escuela esa formación y cultura científicas?
- ¿Qué formación deberían recibir nuestros alumnos, ciudadanos del siglo XXI?

El problema del aprendizaje de la química y de la ciencia

Yo leo los recuerdos de Oliver Sacks y Primo Levy y los comparo con mi propio recuerdo con la Química, a los catorce años. No era, no parecía, una hermosa invitación a la aventura, sino un suplicio amenazante, una jerga de fórmulas que tenían menos sentido que un jeroglífico egipcio, y aún menos relación con la realidad, trazadas velozmente en la pizarra ...

A. Muñoz Molina

¿Química para un grupo de elegidos?

¿Química como parte de la cultura básica de todos los ciudadanos?

En la escuela actual,
profesores del siglo XX,
enseñamos a alumnos del siglo XXI
los contenidos del siglo XIX
(o anteriores)

(Monereo y Pozo, 2001)

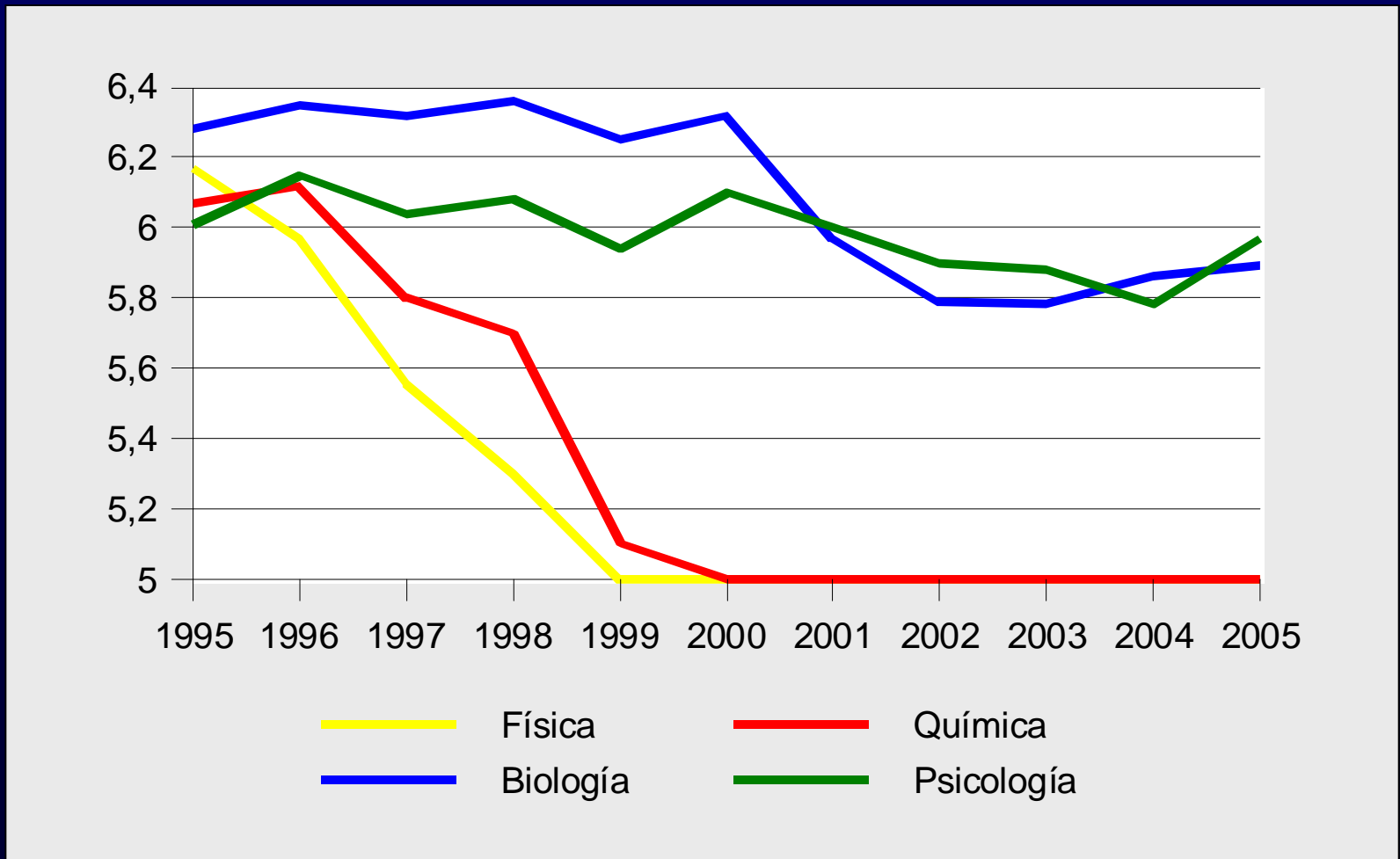
Podría decirse que la ciencia y lo científico están de moda

- ✿ proliferan los museos relacionados con la ciencia
- ✿ se publican numerosos libros de divulgación
- ✿ existen varias revistas de divulgación dirigidas al gran público
- ✿ se emiten series de televisión dedicadas al medio ambiente, la naturaleza o los avances científicos,
- ✿ muchos periódicos tienen un suplemento semanal sobre ciencia y tecnología,
- ✿ aparecen tiendas especializadas en juguetes científicos o pseudocientíficos
- ✿ y muchas cosas más que sería difícil enumerar

La ciencia tiene, probablemente, una presencia más extensa e intensa que nunca en los ámbitos de educación formal e informal.

Pero, estamos lejos de alcanzar los objetivos para los que enseñamos ciencias

Notas de corte en las Pruebas de Acceso a la Universidad Autónoma de Madrid



Algunos factores que influyen en el aprendizaje de la ciencia

- Problemas de motivación para el estudio en general.
- La necesidad del razonamiento formal para hacer y comprender la ciencia.
- Dificultades relacionadas con los procedimientos que hay que manejar para hacer y para aprender ciencia.
- Las relacionadas con la naturaleza del conocimiento científico.

Tres niveles de representación en Química (Johnstone, 1982)

Macroscópico

Microscópico (submicroscópico)

Simbólico



Dificultades para conectar y diferenciar entre los tres niveles (por ej.: Wu et al, 2001)

Dificultades para manejar conjuntamente los tres niveles (por ej.: Treagust et al, 2003)

Conocimiento cotidiano

frente a

Conocimiento científico

El conocimiento científico es contrario a la mayor parte de suposiciones y creencias que los seres humanos tenemos sobre el mundo.

Somos científicos intuitivos

- Podemos predecir con precisión asombrosa cómo se mueven los objetos o cómo agarrarlos para desplazarlos.
- Tenemos ideas muy arraigadas sobre cómo funcionan los organismos y lo que necesitan para sobrevivir.
- Sabemos cómo se van a comportar muchos cuerpos si los calentamos.
- Somos capaces de estimar con notable precisión la probabilidad de que ciertos fenómenos ocurran a partir de nuestra experiencia previa.

Aprender ciencia

No es sólo adquirir conocimiento nuevo

implica cambiar la forma de concebir el mundo,
reorganizar nuestras intuiciones y creencias primordiales,

requiere cambiar la forma en que nos representamos el
mundo en nuestra vida diaria

sólo es posible a través de una instrucción
cuidadosamente diseñada

Aprender ciencia

una de las causas principales de la escasa comprensión de la ciencia por las personas es que las capacidades necesarias para hacer ciencia no formarían parte del *equipamiento cognitivo de serie* de los seres humanos,

sino que es un costoso extra cultural y educativo

¿Qué ocurre entonces?

El conocimiento cotidiano compite con el conocimiento científico.

La mayoría de las veces con ventaja

Conocimiento Cotidiano

TEORÍAS IMPLÍCITAS alternativas a las TEORÍAS CIENTÍFICAS

- Nos permiten predecir el comportamiento del mundo que nos rodea.
- Limitado en su capacidad de explicar lo que pasa, pero muy eficaz para predecir los sucesos.

Nuestra ciencia intuitiva se construye a partir de la forma en que percibimos el mundo que nos rodea por medio de nuestros sentidos, a través de la información que nos proporciona nuestro cuerpo.

T. personales frente a T. científicas

Implícitas

Explícitas

Incoherentes

Coherentes

Específicas

Generales

Inductivas (verifican)

Deductivas (falsan)

Buscan la utilidad

Buscan “la verdad”

T. Cotidianas



T. Científicas

Cambio epistemológico

Cambio Ontológico

Cambio en la estructura Conceptual

Cambio epistemológico

CONSTRUCTIVISMO

REALISMO
INTERPRETATIVO

REALISMO
INGENUO

Cambio en la lógica en
torno a la que se
estructuran las teorías



Cambio ontológico

SISTEMAS

PROCESOS



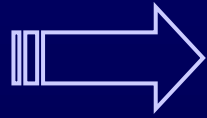
ESTADOS



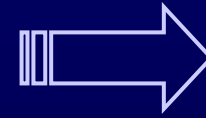
Cambio en los entes a partir de los que construimos las teorías

Cambio en la estructura conceptual

Hechos

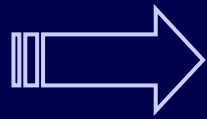


**Causalidad
lineal**

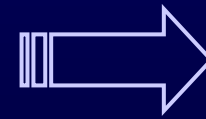


Interacción

**Cambio sin
conservación**

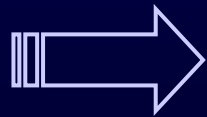


**Cambio con
conservación**

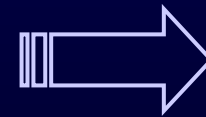


**Conservación
y equilibrio**

**Relaciones
cualitativas**



**Reglas
simplificadoras**



**Relaciones
cuantitativas**

La enseñanza de la Química

C. Cotidiano



C. Científico

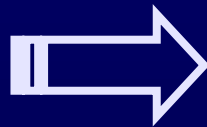
Reestructuración teórica
Explicitación progresiva
Integración jerárquica



Redescripción representacional

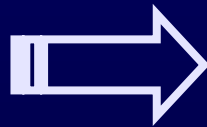
Procedimiento

**Enseñanza
expositiva**



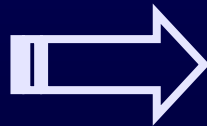
**Exposición y aplicación
del modelo científico**

**Ens. basada
en modelos**



**Comparación y
diferenciación de modelos**

**Ens. apoyo
ordenador**



**Comparación y
diferenciación de modelos
+ simulaciones ordenador**

Pretest



Instrucción

(2 semanas)



Postest

(2 meses después instrucción)

4. Efecto de la temperatura en el movimiento de las partículas

Actividad 5. Dilatación del aire por acción del calor



¿Qué ocurrirá?



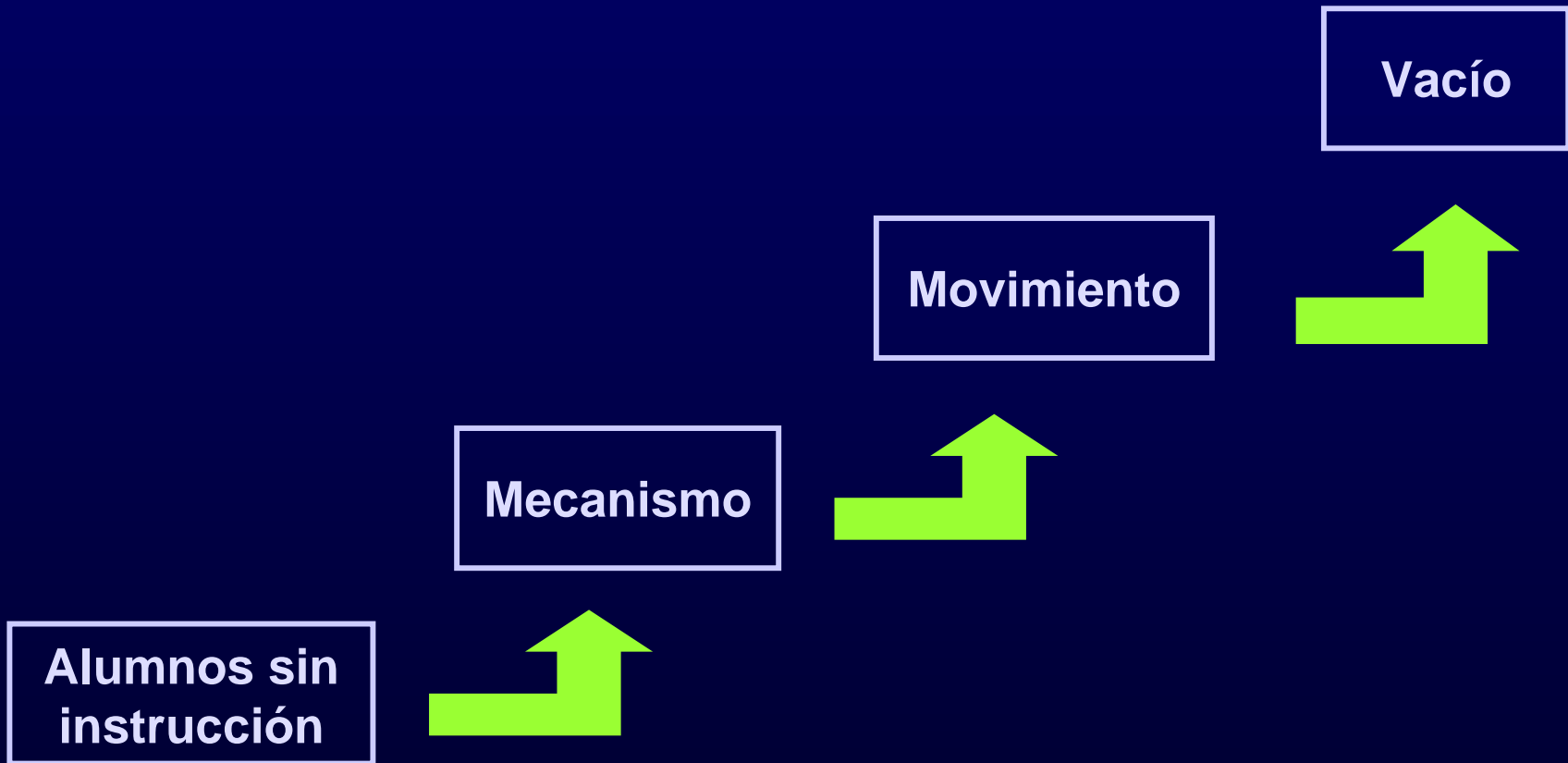
4. Efecto de la temperatura en el movimiento de las partículas

Instrucción Expositiva. Los alumnos proponen soluciones micro y el profesor explica lo que ocurre aplicando el modelo cinético.

Instrucción Modelos. El alumno tiene que utilizar los modelos macro y micro, diferenciando y comparando explicaciones, buscando las limitaciones.

Instrucción con Ordenador. Mismo supuesto que en la instrucción mediante modelos. Puede utilizar en todo momento simulaciones mediante ordenador que ayudan a visualizar el modelo micro.

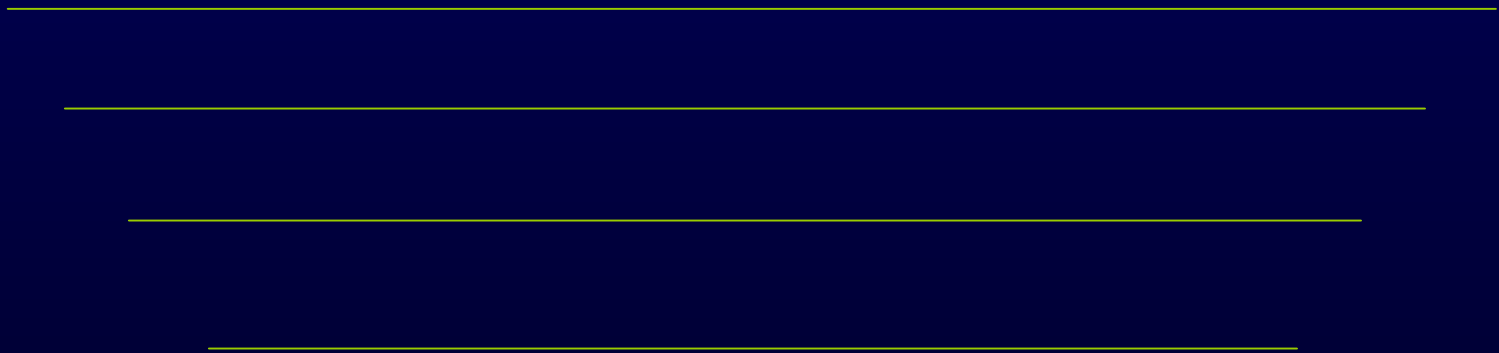
Línea de progresión en el aprendizaje de la TC



Línea de progresión en el aprendizaje de la TC



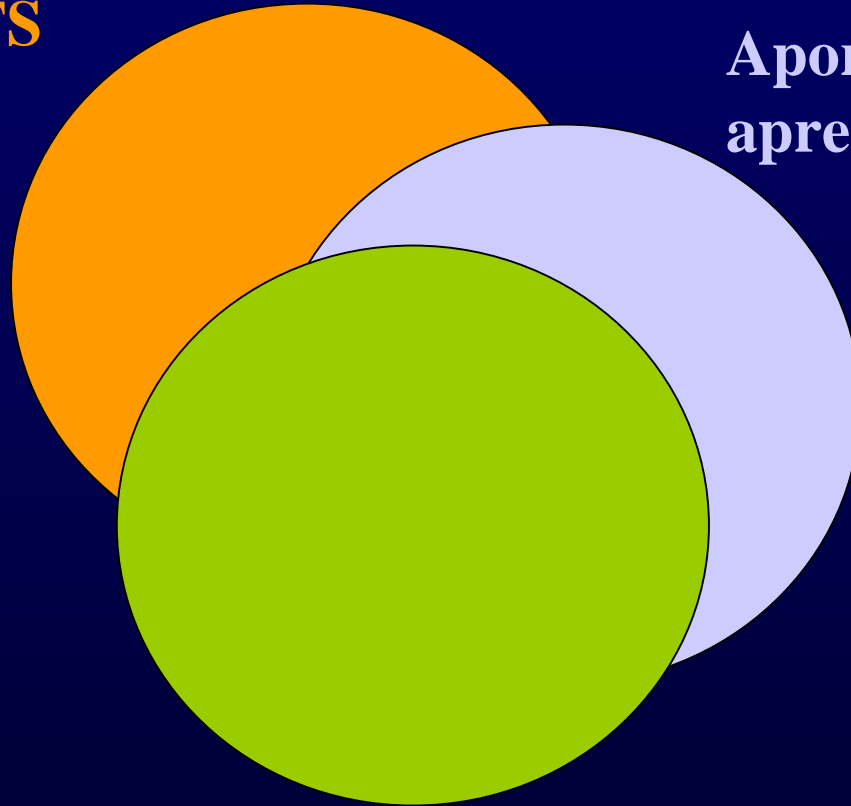
A la búsqueda de un currículo de Química para el siglo XXI



El currículo del siglo XXI

Contenidos CTS

Aportaciones
aprendizaje ciencia



Contenidos disciplinares

Una dirección de cambio

Formar
estudiantes de
química
que además
adquieren cultura
científica



Formar
ciudadanos
científicamente cultos
que además
pueden seguir
estudios científicos

Una dirección de cambio

**estructura
disciplinar**



**estructura
CTS**

Una dirección de cambio

**Aprendizaje
de
contenidos**



**Aprendizaje
de
estructuras**

Una dirección de cambio

**Aprendizaje
de
contenidos**



**Aprender a
aprender a
través de los
contenidos**

Una dirección de cambio

**Entrenamiento
en técnicas de
trabajo
cuantitativo**



**Interpretación de
los fenómenos en
términos de los
modelos que los
encuadran**

Una dirección de cambio

**Ejercicios
numéricos**



**Estrategias de
resolución de
problemas**

Una dirección de cambio

**Aprendizaje de
teorías y
modelos**



**Manejo y
utilización de
modelos**

Una dirección de cambio





Algunas finalidades y objetivos educativos a los que contribuye la enseñanza de las ciencias

Proporciona las bases para comprender el desarrollo social, económico y tecnológico en el que nos encontramos; así como para poder participar con criterios propios ante algunos de los grandes problemas de la sociedad actual.

Despiertan y ayudan a la formación de un espíritu crítico.

Son modeladoras de valores sociales, precisamente por su carácter social.

Proporciona las bases para entender la forma del trabajo científico. Es decir acerca al alumno a conocer y practicar la metodología científica.

Permite a las personas intervenir con criterios propios en muchos de los grandes temas presentes en la sociedad actual: cambio climático, utilización de alimentos transgénicos, sostenibilidad energética, etc.