

**EVALUACION DEL NIVEL DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DE ALUMNOS EN  
QUÍMICA, DE INGENIERIAS NO QUÍMICAS DE LA UTN REGIONAL SANTA FE**  
**Avalis, C.; Liprandi, D. y Schiappa Pietra M**  
**UDB- Química. Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional**  
**Lavaise 610- Santa Fe. Argentina**

### **Introducción**

El conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en un elemento esencial para el funcionamiento de las sociedades modernas, así lo reconocen los distintos organismos internacionales y nacionales que sitúan el desarrollo de la educación científica y tecnológica entre los objetivos educativos más importantes de este siglo. Por ejemplo, la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI declara: “Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico (...). Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, (...) a fin de mejorar la participación de la ciudadanía en la adopción de decisiones relativas a las aplicaciones de los nuevos conocimientos”.

El alfabetismo científico supone haber desarrollado un conjunto de competencias básicas para desempeñarse no en un sistema semiótico sino en muchos a la vez. La actividad científica es un género discursivo que moviliza una combinación de sistemas semióticos (habla, escritura, aritmética, algebra, química, etc) y tipos discursivos (argumentativo, narrativo) conformando una estructura simbólica funcional. La Oede (2004, 2006) expresa que el alfabetismo científico no solo implica tener los conocimientos científicos pertinentes, sino la capacidad de aplicarlos funcionalmente. El alfabetismo científico se caracteriza particularmente por involucrar habilidades argumentativas como hipotetizar, fundamentar, justificar, manejar datos, refutar, etc; que determinan no solo una mejora en los aprendizajes curriculares en ciencias, sino que favorece el desarrollo de recursos cognitivos para la construcción de un conocimiento flexible y habilidades de pensamiento complejo (Kuhn, 2000). Ser alfabeto científicamente es poder pensar lo científico para comprender el mundo que nos rodea y poder tomar decisiones para desempeñarnos en él. La alfabetización científica es una de las competencias indicada por organismos internacionales (Unesco, Occd, American Association of Advancement of Science) como indispensable para el desarrollo del capital humano de un país

La competencia científica resulta crucial en la preparación para la vida de los y las jóvenes en la sociedad contemporánea. Mediante ella, el individuo puede participar plenamente en una sociedad en la que las ciencias desempeñan un papel fundamental. Esta competencia faculta a las personas a entender el mundo que les rodea para poder intervenir con criterio sobre el mismo. La competencia científica se define haciendo referencia a: Los conocimientos científicos de un individuo y al uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia La competencia científica alude a la capacidad y la voluntad de utilizar el conjunto de conocimientos y la investigación científica para explicar la naturaleza y actuar en contextos de la vida real.

Por lo tanto, esta competencia se centra, tanto en el conocimiento científico y el uso del mismo que hace posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiarse o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos, como en resolver problemas de naturaleza científica y tecnológica, así como analizar críticamente la forma en que ciencia y tecnología influyen en el modo de vida de la sociedad actual. El concepto de competencia pone el acento en el hacer y en el saber hacer, en la movilización o aplicación del conocimiento, subrayando de este modo la importancia de la funcionalidad de los aprendizajes escolares. No basta con adquirir unos conocimientos, retenerlos y memorizarlos, ni siquiera con memorizarlos comprensivamente, como lo haría una

persona erudita; además, hay que movilizarlos e integrarlos cuando la situación y las circunstancias lo requieran (Coll, 2007).

Las competencias básicas involucradas en este trabajo:

### 1. Competencia en comunicación lingüística

Esta competencia hace referencia a la utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de la realidad, de construcción y comunicación del conocimiento y de organización y autorregulación del pensamiento, las emociones y la conducta.

#### 1.a. Subcompetencias Científicas:

Fomentar la reflexión y la expresión de ideas para que los alumnos/as puedan intervenir en la sociedad desde una perspectiva crítica.

### 2. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico

Es la habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de modo que facilite la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de los demás hombres y mujeres y del resto de los seres vivos.

#### 2.a. Subcompetencias Científicas:

Aplicar, en la investigación de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el manejo de material de laboratorio, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global, para construir un conocimiento más significativo y crítico

La química tiene especial relación con esta competencia, ya que requiere del aprendizaje de los conceptos básicos que permiten la interpretación de los fenómenos, el establecimiento de relaciones elementales entre ellos, la asociación de causas y efectos y la transferencia de manera integrada de estos conocimientos en otros contextos. Entre las capacidades y habilidades necesarias para alcanzar esta competencia destacan las asociadas al proceder científico, a la resolución de problemas y al manejo y tratamiento de información.

La globalización se perfila actualmente como la solución más pertinente para organizar los contenidos educativos a fin de que los alumnos realicen aprendizajes significativos y funcionales. La metodología globalizadora es el intento de ofrecer a cada estudiante los materiales de aprendizaje de la forma más similar a como las informaciones le llegan en la vida cotidiana y profesional con la intención de que el mismo estudiante construya de forma personal los significados y los transfiera a las situaciones reales que se le presentan. Esta metodología pone el énfasis en la resolución de problemas, en el descubrimiento de los nuevos aprendizajes, en el establecimiento de nuevas relaciones e interconexiones entre los contenidos, etc., tareas que promuevan procesos de construcción de conocimientos realmente significativos y motivadores para el estudiante. Teniendo en cuenta lo anterior, una metodología inspirada en estos planteamientos no puede defender un modelo único de enseñanza, porque las necesidades individuales y grupales, los diversos contenidos de aprendizaje y las competencias a adquirir necesitan de métodos didácticos flexibles que abarquen gran diversidad de actividades de aprendizaje y satisfagan las necesidades de cada contexto educativo y las intenciones educativas propuestas (Zabala, 1989). La perspectiva globalizadora se orienta, pues, hacia propuestas de trabajo en las que los estudiantes tengan que realizar actividades de aprendizaje que requieran el concurso simultáneo o sucesivo de contenidos de distinto tipo, nociones, procedimientos, actitudes, valores, normas y/o contenidos propios de las distintas áreas. Como método de construcción del conocimiento utilizaremos el aprendizaje basado en problemas (Problem Based Learning) (ABP o PBL) (Barrows, H. 2000; Rodríguez, J. 2004) cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas. El método ABP parte de la idea de que el

estudiante aprende de un modo más adecuado cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar o, sencillamente, indagar sobre la naturaleza de fenómenos y actividades cotidianas.

Nuestro objetivo fue evaluar el grado de alfabetización científica logrado por los estudiantes sobre el tema: estado sólido. Para lo cual, los alumnos debieron abordar, de manera autónoma, la resolución de actividades ofrecidas a través del aula virtual en el Campus de la UTN regional Santa Fe (Soobard, R y Rannikmäe, M. 2011)

Para valorar el nivel de alfabetización científica de los alumnos participantes utilizamos como marco de referencia la idea de que la alfabetización científica se trata como un continuo de cinco niveles en los cuales los individuos van desarrollando una comprensión mayor y más sofisticada de la ciencia y tecnología (Bybee, R., & McCrae, B. 2011; Marco, 2000; OCDE, 2008; Shwartz, BenZvi & Hofstein, 2006).

Los cinco niveles a considerar son:

**1) Analfabetismo científico**

Caracterizado por estudiantes de baja capacidad cognitiva o comprensión limitada (falta de vocabulario, manejo insuficiente de conceptos) para identificar una pregunta dentro del dominio de la ciencia. Los factores que pueden influir en la asignación a esta categoría son la edad, el estado de desarrollo o la presencia de una discapacidad. Se espera que el porcentaje de estudiantes dentro de este nivel sea bajo

**2) Alfabetización científica nominal**

Los estudiantes comprenden o identifican una pregunta, un concepto o un tema dentro del dominio de la ciencia; sin embargo, su entendimiento se caracteriza por la presencia de ideas erróneas, teorías ingenuas o conceptos inexactos. En la mayoría de los casos, la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia tienen su punto de partida en este nivel, y constituye el piso para avanzar a los niveles siguientes;

**3) Alfabetización científica funcional y tecnológica,**

Caracterizada por el uso de vocabulario científico y tecnológico solo en contextos específicos, como al definir un concepto en una prueba escrita, donde el conocimiento es predominantemente memorístico y superficial. Los estudiantes pueden leer y escribir párrafos con un vocabulario científico y tecnológico simple y asociar el vocabulario con esquemas conceptuales más amplios, pero con una comprensión superficial de estas asociaciones

**4) Alfabetización científica conceptual y procedimental**

No solo se comprenden conceptos científicos, sino cómo estos se relacionan con la globalidad de una disciplina científica, con sus métodos y procedimientos de investigación. En este nivel son relevantes los conocimientos procedimentales y las habilidades propias de la investigación científica y de la resolución de problemas tecnológicos. Los individuos identifican conceptos en esquemas conceptuales mayores, y comprenden la estructura de las disciplinas científicas y los procedimientos para desarrollar nuevos conocimientos y técnicas

**5) Alfabetización científica multidimensional**

Caracterizada por una comprensión de la ciencia que se extiende más allá de los conceptos de disciplinas científicas y de los procedimientos de investigación propios de la ciencia. Este nivel de alfabetización incluye dimensiones filosóficas, históricas y sociales de la ciencia y de la tecnología. Los individuos desarrollan un entendimiento y apreciación de la ciencia y tecnología como una empresa cultural, estableciendo relaciones dentro de las disciplinas científicas, entre la ciencia y la tecnología, y una amplia variedad de aspiraciones y problemas sociales.

**Muestra**

Se analizaron las respuestas de 104 estudiantes regulares, de Química General año 2017, divididos en 34 grupos: 13 de Ingeniería Mecánica y 21 Ingeniería Civil.

Los alumnos participantes, de ambas especialidades, concurren a clases de aula y laboratorio dictadas por los mimos docentes.

### Metodología

Para conocer el nivel de alfabetización científica de los alumnos elaboramos un video con contenidos experimentales relacionados al estado sólido. El mismo se puso a disposición de los estudiantes en las aulas virtuales, del Campus de la UTN, de las respectivas especialidades.

En este contexto, se solicitó a los estudiantes con carácter obligatorio, y fuera del horario curricular, que, por un lado completasen la siguiente tabla:

Sustancia	Maleable/dúctil	Conduce corriente eléctrica en estado puro	Disolución en agua	Conduce corriente eléctrica en disolución
Sulfato de cobre (II)				
Plomo				
Azufre				
Dióxido de Silicio				
Azúcar				

Y, por el otro, con esta información respondiesen a la consigna:

- **A qué tipo de sólidos con estructura regular definida pertenecen y cómo explican las diferencias de las propiedades observadas en las experiencias realizadas**

La primera actividad relacionada con la capacidad de asociar lo observado (visión macroscópica) con conceptos teóricos sencillos, los cuales pueden considerarse parte del capital que el alumno ingresante logró en su etapa educativa preuniversitaria. Mientras que, la segunda está vinculada con la habilidad de generar una argumentación que refleje la conexión de los resultados experimentales con saberes de mayor grado de abstracción (visión nanoscópica) típico de un conocimiento a incorporar a nivel universitario.

### Elaboración cuantitativa de los Resultados

El tema Estado Sólido se desarrolló con anterioridad (semana 7) al momento de estar disponible el video en el Campus virtual (semana 11) y el informe de las actividades propuestas fue entregado en la semana 13 según calendario académico. De este modo los estudiantes dispusieron de un tiempo prudencial para incorporar y consolidar los saberes involucrados.

- **Resultados Visión Macroscópica**

La Tabla 1 muestra los porcentajes de respuestas correctas, como resultado de la observación de las propiedades de los sólidos presentados en la actividad, desglosados por especialidad

TABLA 1: Porcentajes del análisis macroscópico por especialidad

Sustancia	Especialidad	Maleable/Dúctil %	Conduce corriente eléctrica en estado puro %	Disolución en agua %	Conducción. Corriente eléctrica en disolución %
Sulfato de Cobre (II)	Mecánica	76,9	92,3	92,3	92,3
	Civil	78,9	100,0	100,0	100,0
Plomo	Mecánica	84,6	92,3	92,3	92,3
	Civil	86,6	92,8	92,8	92,8
Azufre	Mecánica	76,9	92,3	92,3	92,3
	Civil	76,9	92,8	92,8	92,8
Dióxido de silicio	Mecánica	69,2	76,9	76,9	76,9
	Civil	84,6	92,8	92,8	92,8
Azúcar	Mecánica	76,9	84,6	76,9	84,6
	Civil	84,6	100,0	92,8	84,6

En la Tabla 2 se presentan los porcentajes promedios totales de las dos especialidades en función de la propiedad evaluada:

TABLA 2: Porcentajes promedios totales

No maleable no dúctil %	Maleable dúctil %	Soluble en agua %	No soluble en agua %	Conduce corriente eléctrica puro %	No conduce corriente eléctrica puro %	Conduce corriente eléctrica en solución %
80,1	85,6	90,5	88,7	92,6	90,6	96,2

- **Resultados Visión Nanoscópica**

Los contenidos curriculares sobre los que se fundamentan el análisis de los resultados son: Unidades estructurales de los sólidos cristalinos y su relación con las propiedades observadas. La Tabla 3 refleja los valores obtenidos del análisis de las respuestas de los alumnos a la consigna:

TABLA 3: Porcentajes del análisis nanoscópico de la actividad

	Nivel de Alfabetización				
	%				
	1	2	3	4	5
Mecánica	27,1	6,0	44,9	22,0	0,0
Civil	24,5	7,0	45,7	22,8	0,0
Total	25,8	6,5	45,3	22,4	0,0

### Análisis de los resultados

- **Visión Macroscópica**

El análisis macroscópico consistió en la interpretación de lo observado en las experiencias presentadas.

El Gráfico 1 presenta los promedios totales de las respuestas de los grupos de las dos ingenierías.

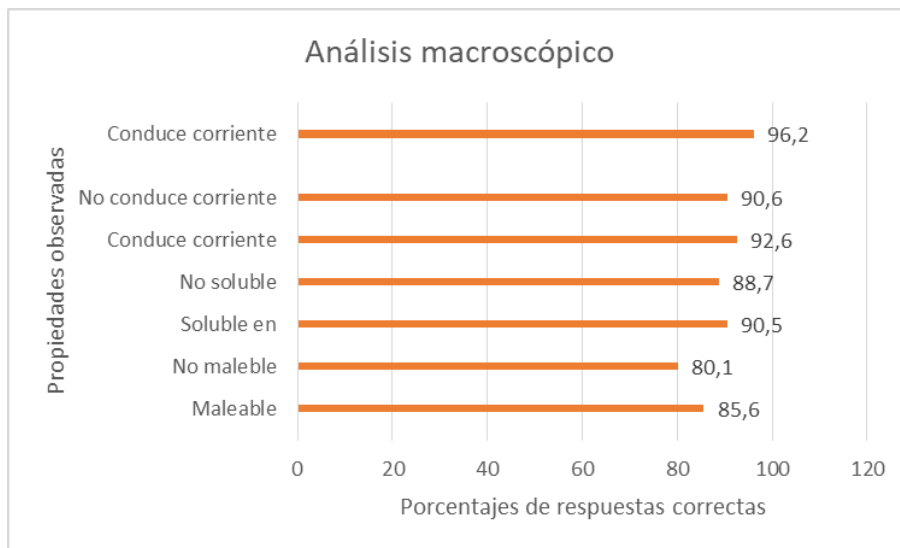


Gráfico 1: Resultados totales del análisis macroscópico

Los porcentajes obtenidos, del análisis de las respuestas de los grupos, muestran una alta capacidad para reconocer las propiedades de los sólidos propuestos, en función de las actividades presentadas

- **Visión Nanoscópica**

El análisis nanoscópico exige una comprensión significativa del conocimiento teórico apropiado para poder interpretar y justificar lo observado.

El Gráfico 2 muestra los porcentajes totales promedios, de los niveles de alfabetización científica de ambas ingenierías

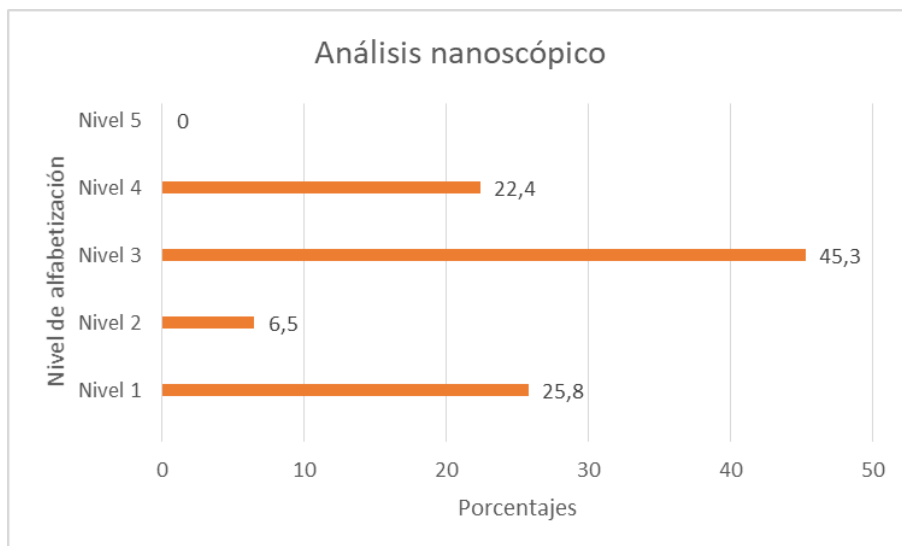


Gráfico 2: Resultados totales análisis nanoscópico

La categorización de los resultados se fundamentó en los cinco niveles mencionados y se sintetizan en los siguientes ejemplos generales, los que surgen de las respuestas de los grupos participantes de la actividad:

- **Nivel 1:**  
No interpretan la consigna. Relatan los que muestra el video. No clasifican
- **Nivel 2:**  
Identifican las unidades estructurales que forman los sólidos; no relacionan las propiedades observadas con las unidades estructurales. No clasifican a los sólidos
- **Nivel 3:**  
Explican las propiedades observadas de los sólidos sin identificar las unidades estructurales que los forman. Se basan en las propiedades generales de los sólidos iónicos, metálicos, moleculares y atómicos.
- **Nivel 4:**  
Identifican las unidades estructurales que determinan las propiedades de los sólidos, las justifican y clasifican a los sólidos en iónicos, metálicos, moleculares y atómicos

### Conclusiones

Los buenos resultados obtenidos en la visión Macroscópica respecto de la actividad ofrecida, de los estudiantes, de ambas ingenierías, demostraron respecto de la actividad ofrecida, indican que los alumnos contaban con un conocimiento conceptual válido del saber disciplinar involucrado. Sin embargo, la habilidad de usar ese conocimiento, que es en un alto porcentaje correcto, estaba basada en una comprensión externa y superficial del saber tal como lo indican los datos relacionados a la visión Nanoscópica a posteriori. Este análisis macroscópico pone de manifiesto, en términos generales, que una gran parte de los estudiantes tenían un conocimiento - saber - y poseían una habilidad - saber hacer -, dos de los aspectos que se contemplan en una competencia, con una fuerte impronta de tipo formal, es decir, se entiende en tanto y en cuanto se ve la realidad manifiesta.

Por otro lado, el análisis sobre la visión nanoscópica permitió, a través de la distinción de los diferentes niveles, ahondar en el grado de alfabetización adquirido por los estudiantes. En términos generales los valores del Gráfico 2 validan lo dicho en el párrafo anterior. Solo un 22,4% de los alumnos contaban con las competencias de comunicación lingüística y del

conocimiento e interacción del mundo físico adecuadas, como lo indica el Nivel 4 de Alfabetización; no solo de comprender conceptos científicos, sino cómo estos se relacionan con la globalidad de una disciplina científica, con sus métodos y procedimientos de investigación. Es decir, poseían un conocimiento y una habilidad asociados a un mayor grado de abstracción y a un mejor manejo de lo simbólico.

Sin embargo, un dato importante es que un 45,3% de los estudiantes se encontraba en el Nivel 3, en el cual el alumno cuenta con un conocimiento disciplinar - el saber de la competencia - genuino y válido, de modo tal que, para ascender a una alfabetización de Nivel 4 implicaba una mejora en la habilidad. Dado que este aspecto de la competencia es de tipo adquirido, no natural como lo es la aptitud, puede decirse que el mismo es de tipo dinámico y como tal puede mejorarse en el tiempo. Por esto, se implementaron clases de consultas con el docente, además de las clases formales, en donde se propendió a enfatizar la comprensión significativa de los conceptos con un mayor grado de abstracción.

Finalmente, el llamativo 25,8% que indica el Nivel 1 de alfabetización, en el que el estudiante carece de vocabulario y manejo de conceptos entre otros, se podría atribuir a una deficiente formación preuniversitaria y a una falta de actitud frente a la carrera elegida, el querer hacer de una competencia.

A partir de 2018, en base a los datos recogidos de proyectos de investigación educativa anteriores, estamos trabajando en el PID titulado: Formación de competencias científicas en estudiantes de química, para alcanzar niveles satisfactorios de alfabetización científica. Este se desarrolla utilizando aulas virtuales en el Campus de la Facultad con actividades extracurriculares y grupales; consistentes en videos de experiencias sencillas de laboratorio, resolución de ejercicios integradores, etc, como metodología didáctica para mejorar el nivel de alfabetización científica de nuestros alumnos

## Bibliografía

Barrows, H. (2000): Problem-Based Learning Applied to Medical Education, Springfield, IL: SIU: School of Medicine

Bybee, R., & McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7-26.

Coll, C (2007). "Una encrucijada para la educación escolar". *Cuadernos de Pedagogía*, nº 370.

Khun, D. (2000). *Metacognitive Development*. Sage Publications Inc. Vol 9. Nº 5. Pag. 178- 181

Marco, B. (2000). La alfabetización científica. En F. J. Perales y P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 141-164). Alcoy: Marfil.

Oecd (2004,2006) Revisado 12/05/17 [www.oecd.org/centrodemexico/inicio/](http://www.oecd.org/centrodemexico/inicio/).

OCDE (2008). Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. Madrid: Santillana.

OREALC/UNESCO (2005). *Habilidades para la vida a través de la educación científica*. XVII Reunión de Coordinadores Nacionales del LLECE. Santiago, Chile. Revisado 12/05/17 de [www.laaventuradelavida.net/es/doc\\_lav/documentos/habilidades/Habilidades%20para%20la%20vida%20y%20educacion%20cientifica.pdf](http://www.laaventuradelavida.net/es/doc_lav/documentos/habilidades/Habilidades%20para%20la%20vida%20y%20educacion%20cientifica.pdf)



Rodríguez, J. (2004): El aprendizaje basado en problemas. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chemistry Education: Research and Practice*, 7(4), 203-225.

Soobard, R., & Rannikmäe, M. (2011). Assessing student's level of scientific literacy using interdisciplinary scenarios. *Science Education International*, 22(2), 133-144.

Zabala, A. (1989): El enfoque globalizador. *Cuadernos de Pedagogía*, 168, 17-22.