

Propuestas rigurosas de evaluación de alguna faceta de la educación química.

Evaluación de materiales impresos para la enseñanza de la química:

II. Diseño del instrumento.

Aspectos semánticos

M. G. Lorenzo* y A. M. Reverdito

Abstract (Assessment of printed materials for chemistry teaching: II. Design of evaluation tool. Semantic aspects)

This work is centered in the evaluation of printed materials, text books and notebooks elaborated by the teachers, for chemistry teaching in college. Although these materials represent an obstacle for the learning of the students, their evaluation is not a frequent task. In this case, we propose an evaluation instrument from a constructivistic position for the semantic aspects of the material. This completes the observation guide for syntactic ones previously presented. We suggest the analysis of three dimensions, *curricular*, *pedagogical* and *epistemic* ones. According to this, we recommend classified texts like informative, practicing and formatives ones. Finally, we empathize in chemical language and scientific models usage.

Key words: printed material, chemical language, evaluation tool, chemistry, university.

Introducción

Los materiales impresos (MI) constituyen un recurso didáctico insustituible en toda propuesta pedagógica, en particular, en el nivel universitario donde el contacto profesor alumno es limitado. Sin embargo, la lectura de libros de texto, los apuntes o guías de problemas de asignaturas científicas como la química no conduce a la comprensión automática como pareciera esperarse. En los primeros años de universidad, esto puede deberse tanto a la inadecuación de los conocimientos previos de los estudiantes como a las características propias de los textos.

Dada la diversidad de la oferta, si se pretende recomendar tal o cual MI, resulta conveniente definir

ciertos criterios que permitan su evaluación. En este sentido ya se ha presentado una guía para el análisis de los *aspectos sintácticos* (Lorenzo y Reverdito, 2003). En esta segunda parte, se discuten los criterios para la evaluación de los *aspectos semánticos* relacionados con la significatividad y validez de un dado MI para contextos específicos. Las interrelaciones entre ambos aspectos, permiten determinar su grado de adecuación con una propuesta de enseñanza que oriente al alumno hacia las metas de un aprendizaje constructivo.

Dada la pertenencia de las autoras a un grupo de Química Orgánica (QO), algunos ejemplos o comentarios hacen referencia a esta rama particular de la Química. A pesar de ello, se cree que las reflexiones son de carácter general.

Aspectos semánticos. Diseño del instrumento

Los *aspectos semánticos* refieren al tratamiento que un MI ofrece de los contenidos disciplinares considerando los procesos de enseñanza y de aprendizaje, aceptando que todo MI corresponde a la voz del profesor plasmada en papel. Las concepciones sobre dichos procesos se manifiestan a lo largo de todo el texto; por tanto, sea el profesor autor o no, al recomendarlo tácitamente las comparte. Por ello, para el análisis de estos aspectos debe tenerse en cuenta la capacidad del discurso para favorecer la motivación, captar y mantener la atención, alentar la curiosidad, facilitar el recuerdo y propiciar la comprensión (Alonso, 1997; Huertas, 1997).

Desde la postura defendida en esta serie de trabajos, el diseño del instrumento se basa en una visión constructivista del aprendizaje, de modo que los indicadores describan aspectos considerados como positivos. Luego, un buen MI será aquel que, adaptándose a las exigencias curriculares, presente una propuesta pedagógica que propenda a un aprendizaje constructivo desde una visión dinámica de la ciencia.

Los textos presentan un entramado complejo donde por cada ruptura o frase se esconden (o se asoman) los supuestos sobre cómo aprenden los

* Cátedra Química Orgánica I. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico: glorenzo@ffyb.uba.ar

Recibido: 29 de septiembre de 2003; aceptado: 19 de enero de 2004.

alumnos, cuál es la mejor manera de enseñar y cómo son los contenidos disciplinares. Un MI puede ser diferente de otro; sin embargo, en todos ellos pueden reconocerse ciertas dimensiones prototípicas de un material destinado a la enseñanza.

La primera dimensión corresponde a los aspectos sintácticos discutidos previamente, relacionados con la accesibilidad al texto, en cuanto al reconocimiento de un desarrollo argumental, los tipos de lenguaje utilizados, y que además, desde la organización faciliten el mantenimiento de la atención para el proceso de la lectura. Al mismo tiempo, las dimensiones *curricular* y *pedagógica* atienden al desarrollo expositivo de los contenidos en un escenario académico específico, y a la propuesta de actividades y de evaluación relacionado con las concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje que sostiene el autor. Por último, la dimensión *epistémica* es el enfoque general del material sobre el conocimiento disciplinar, que se manifiesta a través del lenguaje químico y los modelos defendidos.

Estas dimensiones pueden examinarse utilizando ciertos criterios que contemplan el modo como el autor concibe cada una. Los *criterios didácticos* se relacionan con las concepciones del docente-autor sobre la enseñanza. Los *criterios psicológicos* contemplan el rol que se le adjudica al alumno-lector, para lo cual las estrategias discursivas son determinantes para lograr una actitud favorable hacia el aprendizaje activando ciertos procesos psicológicos (motivación, atención, curiosidad y memoria) que, en conjunto, predisponen para la comprensión. Finalmente, los *criterios epistemológicos* analizan el tratamiento que se hace de los contenidos y de la disciplina desde una perspectiva histórica y cognoscitiva.

Dimensión curricular

Un MI es un recurso para la enseñanza y el aprendizaje y como tal debe estar al servicio de determinado grupo de alumnos y sus docentes. En contextos académicos, el currículo condiciona los contenidos a ser enseñados presentados bajo la forma de programas y planes de estudio, dando cuenta de las demandas sociales, culturales y profesionales. En principio, resulta conveniente evaluar el grado de ajuste del MI a los programas vigentes (*selección*). No es necesario un encastre perfecto, pero sí que el docente sea consciente de su rango de aplicabilidad. Si sólo cubre parte de los contenidos, o si su extensión excede los requerimientos del curso, los docentes deberían comunicarlo a sus alumnos y al mismo

tiempo trabajar con sus capacidades para la búsqueda, la selección y la organización de la información (Pozo y Gómez, 1998).

Asimismo, debe examinarse si el *nivel de tratamiento* de los contenidos es el adecuado para el colectivo estudiantil al cual está destinado y si despliega los tres *tipos de contenidos*, conceptuales, procedimentales y actitudinales (Coll y otros, 1994) para promover un aprendizaje integral de los conocimientos. Del mismo modo, el orden en que se presentan los contenidos (*secuenciación*) condiciona los saberes previos al iniciar el estudio de un nuevo tema, por lo que es importante contrastarlo con la planificación docente. Otros aspectos a considerar relacionados con los contenidos son la contextualización, la fiabilidad, los puntos de vista de diversas corrientes teóricas, el desarrollo histórico y por ende, su carácter dinámico, y la funcionalidad que establece la posibilidad de aplicación y transferencia.

Los contenidos se encuentran estrechamente vinculados a la concepción de ciencia al considerar el modo con que se vinculan al marco disciplinar en cuanto a su actualidad, veracidad y pertinencia (Cabeiro, 1994; Gagliardi y Giordan, 1986; Gil Pérez, 1993; Solbes y Traver, 1996). Por ello, los procesos de transposición didáctica, la presencia de analogías y metáforas, el orden en que se presentan y el grado de importancia otorgado atañen a las concepciones epistemológicas, presumiblemente implícitas, que sostiene el docente-autor vinculadas con el paradigma en el cual se enmarca el MI.

Dimensión pedagógica

La forma de presentación de los contenidos y las estrategias utilizadas para desarrollarlos da cuenta de la intencionalidad pedagógica del autor. Un profesor comprometido con una visión constructivista del aprendizaje situará su explicación y la propuesta de actividades en un contexto conocido y/o comprensible para el lector. Además, diversificará la presentación de contenidos, en particular para aquellos de reconocido grado de dificultad utilizando distintas puertas de entrada (Gardner, 1993). También, presentará los temas formulando interrogantes y mostrando información nueva o sorprendente, promoviendo el interés, despertando la curiosidad y manteniendo la atención de modo que el lector se involucre activamente con las tareas. Otros recursos discursivos relacionados con aspectos motivacionales y el fortalecimiento de la autoestima son la explicitación de las metas generales y particulares

del MI y de los logros que se espera alcance el lector estudiante.

Una revisión historiográfica de libros de QO revela que en los últimos años aparece un número creciente de actividades, muchas de ellas intercaladas en el texto y también como suplemento anexo. Pueden aparecer *actividades de refuerzo* (ejercicios), tendientes a la automatización de determinados procesos básicos o los *problemas* (cerrados y abiertos) que requieren de procesos heurísticos y de orden superior (metaconocimiento) para ser resueltos (Pozo y otros, 1994). En ambos casos, pueden presentarse distintos tipos de tareas para un mismo contenido (*diversificación*) o variación en su *grado de dificultad* aludiendo a diferentes niveles de comprensión (Perkins, 1995) adaptándose al ritmo de aprendizaje de diferentes individuos y/o distintos momentos del aprendizaje.

La mera presencia de actividades en un texto no es suficiente para que un alumno esté en condiciones de resolverlas. En este sentido, los autores pueden optar por obviarlo, presentar “ejercicios resueltos” o por intentar describir un *planteamiento* estratégico como guía para la resolución de problemas. Éste se manifiesta mostrando los procesos implicados en la resolución de las tareas para la *planificación*, la *supervisión* y la *autoevaluación*. El planteo de preguntas retóricas, la división de tareas en pequeños pasos, la presencia de frases que insten a la reflexión sobre aciertos y errores, a un grado de autonomía creciente y hacia una actitud de búsqueda de ayuda (libros, compañeros, docentes), como así también las tareas metacognitivas explícitas, son estrategias discursivas de la última postura.

Independientemente del contenido sobre el que versan, ciertas actividades representan un estereotipo dentro de una determinada disciplina por su funcionalidad o relevancia. Esto debería quedar explícito en el texto para mostrar su utilidad práctica y ampliar sus posibilidades de transferencia a otras situaciones.

La evaluación es una instancia que ejerce gran presión sobre los estudiantes. Los MI deberían servir de ayuda para superarla orientando al lector en forma continuada sobre cómo conocer su propia situación en el progreso de su aprendizaje, enfatizando en los procesos seguidos más que en la memorización de hechos factuales. En este sentido, la explicitación de los criterios, de la relevancia de los contenidos y la revisión de las tareas realizadas, permite clarificar la evaluación, mermando los efectos nocivos que suelen tener las calificaciones sobre

la motivación de los estudiantes.

A grandes rasgos, la presentación de los contenidos y de las actividades da cuenta del modelo pedagógico en el que podrían diferenciarse dos polos de un continuo; por un lado, una propuesta expositiva descriptiva y enumerativa coherente con una concepción de aprendizaje por recepción con un fuerte componente memorístico, y por otro, una exposición con ciertos párrafos narrativos que insten a la participación activa del lector y promuevan un aprendizaje constructivo. En esta línea, si la propuesta de actividades está ausente, podría decirse que el autor defiende la primera postura donde bastaría la lectura repetitiva del texto para alcanzar el aprendizaje y la comprensión. La presencia de ejercicios cuya respuesta se encuentra explícita en el texto hace pensar en un aprendizaje reproductivo, mientras que la diversificación de las actividades, los problemas abiertos y las tareas metacognitivas dan cuenta de una concepción de aprendizaje más reflexivo.

Asimismo, la forma en que el MI recupera (o no) los *conocimientos previos* del lector es un indicador de la concepción de aprendizaje; puede simplemente hacer mención a ellos, plantear una pregunta retórica o proponer alguna actividad práctica facilitando la activación de los procesos cognitivos básicos involucrados en el aprendizaje significativo (selección, organización e integración de la información relevante, codificación y almacenamiento permanente) (Mayer, 1993).

Dimensión epistémica. Modelos y lenguaje químico

El avance de la química se logra por el trabajo serio y riguroso de los científicos y por su capacidad de transmitir y comunicar los resultados entre ellos y a toda la sociedad. Por ende, el lenguaje químico es un instrumento para pensar, crear y transmitir conceptos, tradiciones históricas, métodos y metas que trasciende los tipos de lenguaje del habla cotidiana. Como sistema notacional que es, da cuenta de ciertos modelos de la química.

Los modelos sirven para hacer visible el mundo invisible de las moléculas (Ramberg, 2000), y actúan como herramientas del pensamiento científico. Los químicos los construyen basándose en el pensamiento analógico para visualizar y comprender los procesos del mundo submicroscópico e interpretar los hechos experimentales relacionados con los compuestos químicos (Johnstone, 1993; Otero, 1999). Para ello, consideran que las propiedades del mode-

lo macroscópico “encajan” con las propiedades del objeto representado (Del Re, 2000). Pueden clasificarse en físicos (materiales) y simbólicos; dentro de estos últimos pueden distinguirse los matemáticos y los gráficos.

La especial relación entre los símbolos químicos para representar sustancias y las sustancias mismas hace que el lenguaje sea un aspecto esencial de la química, en el que pueden reconocerse cuatro niveles o sublenguajes, de acuerdo con el grado de abstracción alcanzado: simbólico, relacional, modélico y epistémico (Jacob, 2001). Cada nivel incorpora nuevos términos de mayor abstracción que permiten la discusión sobre lo enunciado en el anterior e interconectan los niveles entre sí (figura 1). Desde un primer nivel para representar a las fórmulas y ecuaciones químicas hasta el último, que plantea un sublenguaje para la discusión epistemológica de la química como un todo. Por ejemplo, la fórmula CH_4 (N1) corresponde al compuesto (N2) metano, que participa en una reacción sobre la que se plantea una hipótesis (N3), la cual podrá o no ser *falsada* (N4).

El modo como se presentan las fórmulas en los textos o en las clases es el resultado del carácter evolutivo del pensamiento sobre las estructuras químicas. De tal forma, los autores de libros de texto de química reconocen su carácter de lenguaje, la importancia del uso de modelos, del pensamiento analógico y del razonamiento deductivo (Streitwieser y Heathcock, 1993; Ege, 1997). Por tanto, cuando en un MI se desarrollan determinados contenidos se emplea el lenguaje químico especificado por el modelo científico que explícita o implícitamente adoptan sus autores; por ejemplo, podría referirse a la “órbita” de los electrones o al “orbital” según adoptar el modelo atómico de Bohr o el modelo cuántico respectivamente, y hasta cometer el error de mezclar los términos de un modelo con el otro. Es decir, la detección de palabras de cada subnivel ayuda al reconocimiento del modelo teórico subyacente.

El instrumento de evaluación, aplicación y derivaciones

El reconocimiento de indicadores de los aspectos semánticos en un MI no es tan sencillo como el de los aspectos sintácticos. Por eso la guía de observación es un instrumento que orienta hacia la búsqueda de determinadas frases que puedan interpretarse como la punta del iceberg de una concepción más profunda sobre algún aspecto de la enseñanza, el aprendizaje y la ciencia.

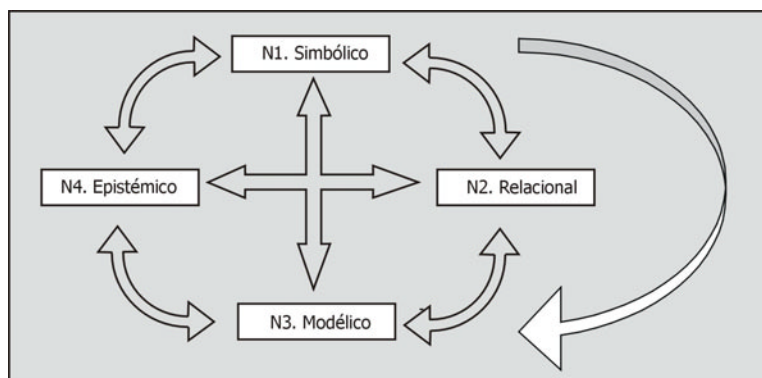


Figura 1. Niveles del lenguaje.

Para la evaluación de estos aspectos se propone el análisis de las dimensiones presentadas previamente, apelando a los criterios didácticos, psicológicos y epistemológicos, cuyo entrecruzamiento conducirá a una visión entramada del material (ver anexo).

De acuerdo con las dimensiones analizadas, se propone la clasificación de los MI que se muestra en la tabla 1, que intenta resaltar el carácter fundamental del texto. Esto no implica, por ejemplo, que frente a un texto informativo, un estudiante no pueda reflexionar sobre los contenidos, sino que desde el texto no se promueve la reflexión en forma explícita.

La denominación *textos informativos* se reserva para aquellos que exponen gran cantidad de información, con escasa o nula propuesta de actividades. Los libros “clásicos” (1950-1980) suelen entrar en esta categoría, como así también, los textos destinados a la actualización de temas específicos. Si bien, no suelen ser adecuados como texto de base para iniciarse en determinada disciplina, sí lo son en las etapas de especialización (p. ej., espectroscopía de ^{13}C , síntesis con reactivos quirales). Considerando los aspectos curriculares y pedagógicos, estos MI son acotados en el desarrollo y presentación de los temas, pero ganan en profundidad de los mismos.

Por otro lado, un MI basado exclusivamente en la resolución de problemas, es lo que se ha denomi-

Tabla 1.

MI	Rol del alumno	Rol del docente	Concepción de ciencia
Informativos	Receptivo	Emisor	Estática
De práctica	Activo	Ausente	Estática
Formativos	Reflexivo	Tutor	Dinámica

nado *de práctica*, que a su vez, puede variar desde una simple enunciación de actividades hasta la inclusión de los planteamientos estratégicos de resolución.

Otro tipo de MI serían aquellos que acompañan la exposición de información con la presentación de actividades, los que se han denominado *formativos*. Dependiendo del tipo de actividades y la ubicación de las mismas podrán ajustarse en mayor o menor grado a una propuesta más o menos constructivista. Estos textos empiezan a dominar el mercado editorial a partir de los 90 y su uso está haciéndose más generalizado.

En definitiva, resulta importante que el alumno se sienta considerado en forma explícita a lo largo del MI sobre aquellas cuestiones relacionadas con su propio aprendizaje, instando a la reflexión sobre los procesos seguidos y la evaluación de los propios errores.

Más de dos décadas de investigación en Didáctica de la Ciencia fueron necesarias para comenzar a detectar *cambios* en los libros de texto universitarios. Aunque el cambio en la concepción de aprendizaje no parece del todo contundente, esta preocupación por la enseñanza de la química a nivel universitario desde los libros, a mediano plazo debería verse reflejada en los profesores y sus estrategias de enseñanza con el consiguiente beneficio para el aprendizaje de los estudiantes y la comunidad educativa en general. ▀

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto UBACYT B048 *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas en la universidad*.

Referencias bibliográficas

- Alonso, J. (1997) *Motivar para el aprendizaje*. Madrid: Edebé.
- Cabero, J. (1994) Evaluar para mejorar: Medios y materiales de enseñanza. En: Sancho, J. M. *Para una tecnología educativa*. Barcelona: Horsori.
- Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E. (1994) *Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Buenos Aires: Santillana, Aula XXI.
- Del Re, G. (2000) Models and analogies in science. *HYLE, An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, **6** (1), 5-15.
- Ege, S. (1997) *Química Orgánica. Estructura y reactividad*. Trad. cast. de Farrás, J., García, J. y Urpí, F. de, *Organic Chemistry, Structure and Reactivity*. Third Edition. Barcelona: Reverté.
- Gagliardi, R. y Giordan, A. (1986) La historia de las ciencias: Una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, **4** (3), 253-258.
- Gardner, H. (1993) *La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas*. Trad. cast. de F. Meler-Orti. Barcelona: Paidós.
- Gil Pérez, D. (1993) Contribución de la Historia y la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, **11** (2), 197.
- Huertas, J. A. (1997) *Motivación: Querer aprender*. Buenos Aires: Aique.
- Jacob, C. (2001) Analysis and Synthesis. Interdependent Operations in Chemical Language and Practice", *HYLE*, **7** (1), 31-50. <http://www.hyle.org>
- Johnstone, A. (1993) The development of Chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, **70** (9), 701-705.
- Lorenzo, M. G. y Reverdito, A. M. (2003) Evaluación de materiales impresos para la enseñanza de la química: I. Diseño del instrumento. Aspectos sintácticos, *Educación Química*, **14** (2), 106-112.
- Mayer, R. E. (1993) Comprehension of graphics in texts: an overview. *Learning and Instruction*, (3), 239-245.
- Otero, M. R. (1999) Psicología cognitiva, representaciones mentales e investigación en enseñanza de las ciencias, *Investigações em Ensino de Ciências*, **4**(2).
- Perkins, D. (1995) *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Trad. cast.: G. Ventureira. Barcelona: Gedisa. **Smart schools. From training memories to educating minds**. New York: The Free Press (1992).
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I., Pérez Echeverría, M. P., Domínguez Castillo, J., Gómez Crespo, M. A. y Postigo Angón, Y. (1994) *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.
- Ramberg, P. J. (2000) Pragmatism, belief, and reduction stereofomulas and atomic models in early stereochemistry. *HYLE, An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, **6** (1).
- Solbes, J. y Traver, M. J. (1996) La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, **14** (1), 103-112.
- Streitwieser, A. y Heathcock, C. (1993) *Química Orgánica* (3ª edic) México: Mc Graw-Hill Trad.: F. Bermejo González y L. Castedo Expósito,

ANEXO

Guía de evaluación de aspectos semánticos

Dimensiones	Indicadores	Criterios		
		Didácticos	Psicológicos	Epistemológicos
Sintáctica (Guía I)	Organización del material			
	Lenguaje			
CURRICULAR	Señala las especialidades profesionales a las que responde			
	Los contenidos seleccionados se ajustan al currículo (%)			
	El nivel de tratamiento es adecuado al curso			
	Incluye contenidos procedimentales			
	Incluye contenidos conceptuales			
	Incluye contenidos actitudinales			
	Utiliza ejemplos de aplicaciones prácticas de los contenidos expuestos			
	Incluye distintos tipos de puertas de entrada para un mismo contenido			
	Indica sobre la funcionalidad y relevancia del contenido			
	Secuencia los contenidos en torno a unas ideas eje			
EPISTÉMICA	Intenta crear conciencia del problema			
	Emplea ejemplos que ilustren la relevancia del contenido			
	Sitúa los contenidos en un contexto histórico			
	Aparecen referencias históricas en el texto			
	Presenta (discute) posiciones alternativas			
	Realiza proyecciones hacia contenidos fuera de los incluidos en el texto			
	Reflexiona sobre el establecimiento del concepto			
	Emplea ejemplos			
	Emplea analogías y metáforas			
	Sitúa la exposición en contexto conocido para el alumno			
	Presenta información nueva o sorprendente			
	Alcanza el nivel 4 del lenguaje según Jacob			
Explicita los modelos teóricos				

continúa...

ANEXO

Guía de evaluación de aspectos semánticos... (continuación)

Dimensiones	Indicadores	Criterios		
		Didácticos	Psicológicos	Epistemológicos
PEDAGÓGICA	PROPUESTA DE ACTIVIDADES			
	Se encuentran distribuidas por todo el material			
	Incluye diferentes tipos de actividades (ejercicios, problemas, actividades metacognitivas, de evaluación)			
	Presenta opción de actividades (p. ej. distintos tipos de problemas)			
	Gradúa el grado de dificultad (bajo, medio y alto)			
	Enuncia los conocimientos previos necesarios			
	Intenta activar los conocimientos previos del alumno			
	Enseña a preguntarse cómo resolver los problemas (Planteamiento estratégico)			
	Explica los procedimientos y estrategias			
	Plantea preguntas retóricas			
	Permite la participación del alumno en la planificación de la tarea			
	Sugiere la división de tareas en pequeños pasos			
	Subraya la importancia de pedir ayuda			
	Recomienda la utilización de otras fuentes de información			
	Invita a reflexionar sobre aciertos y errores			
Promueve la práctica independiente				
EVALUACIÓN	Hace explícitas las metas generales del texto			
	Hace explícitas las metas particulares de cada tema			
	Establece los logros que pretende para el alumno			
	Los criterios de calificación son objetivos y se dan a conocer de antemano			
	Subraya el papel activo del alumno			
	Orienta hacia el proceso más que hacia el resultado			
	Brinda información sobre cómo detectar y superar errores			
	Explicita la relevancia de los conocimientos y destrezas evaluados			
	Señala los progresos específicos de los alumnos (refuerzos)			
	Se hacen preguntas sobre lo que se ha aprendido			
	Sugiere que se reflexione sobre el proceso seguido			
	Invita a reflexionar sobre los errores			
Invita a disfrutar de los logros				