

Criterios y actividades de evaluación para cursos universitarios de química

Liliana Viera * (PQ), Silvia Ramírez (PQ), Cristina Wainmaier (PQ) ¹

¹ Universidad Nacional de Quilmes , Dto. Ciencia y Tecnología, Roque Sáenz Peña 180, Bernal, Argentina, lviera@unq.edu.ar

Palabras clave: criterios, evaluación, química

Introducción

La evaluación en el marco del paradigma constructivista

En los últimos años hemos asistido a un importante desarrollo de la innovación en la enseñanza de las ciencias, que ha derivado en propuestas fundamentadas en un modelo psicológico constructivista para el aprendizaje de las ciencias. Estas propuestas transformadoras, tendientes a producir lo que hemos definido como aprendizaje comprensivo (Wainmaier y Salinas, 2002), han afectado a la propia concepción del currículo y a la manera de estructurar el trabajo en el aula así como a la forma de realizar los trabajos prácticos de laboratorio, al modo de abordar los problemas, a la introducción de aspectos teóricos y a la evaluación.

Desde la investigación educativa en ciencias se viene señalando que la evaluación, como cualquier otro aspecto didáctico, debe integrarse a las innovaciones curriculares para contribuir al cambio de paradigma didáctico actual (Linn, 1987; Alonso et al., 1992b, Bonilla et al. 2005), dado su carácter especialmente integrador (Duschl y Gitomer, 1991; Cudmani et al. 2003) y el reconocimiento de ésta como cada vez más esencial para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias por su influencia sobre la actividad del profesor y de los estudiantes (Satterly y Swann, 1988; Sanmartí 2004; Baade et al. 2002; Alurralde et al. 2003).

La evaluación es una de las variables que más condiciona el desarrollo y la aplicación de un currículo. Si no se modifica la concepción de docentes y estudiantes de la evaluación -aun cuando se implementen innovaciones en los otros elementos del proceso de enseñanza y aprendizaje- la actitud de los estudiantes frente a la tarea, determinante del estilo de aprendizaje, no cambiará (Petrucchi y Cordero, 1994, Novak, 1991). Aún más, los estudiantes centran su atención en lo que se pide y cómo se pide en la evaluación. Un profesor puede verbalizar unos determinados objetivos, pero los alumnos sólo reconocen aquellos que se reflejan en la evaluación (Sanmartí 2004).

Se plantea así, la necesidad de una redefinición de la práctica evaluadora que acompañe a las propuestas cuyo objetivo es el aprendizaje comprensivo (Alonso et al., 1992a; Alonso, 1994; Petrucci y Cordero, 1994), señalándose que de no existir una coherencia entre el modelo de enseñanza y de aprendizaje y las actividades de evaluación se producirán ciertas disfunciones en el proceso de aprendizaje (Alonso et al., 1992a). Poco importan, en efecto, las innovaciones introducidas, si la evaluación sigue consistiendo en ejercicios para constatar el grado de asimilación de algunos conocimientos conceptuales, pues entonces éste será para los alumnos el verdadero objetivo del aprendizaje (Alonso et al., 1992b).

Desde los planteamientos constructivistas se planea una nueva orientación del proceso de evaluación que implica cambios profundos sobre para qué, qué, cómo y cuándo evaluar, en relación con respuestas dadas desde otros paradigmas pedagógicos. Se entiende a la evaluación como un proceso que, a través de instrumentos, permite recoger información, analizarla, interpretarla en función de ciertos criterios y a los fines de emitir juicios que sean relevantes a los procesos de enseñar y aprender (Gimeno Sacritán y Pérez Gómez, 1992; Sanmartí 2004).

Centrando la atención en algunas de las reformulaciones del proceso de evaluación -relevantes para el presente trabajo- cabe señalar que incidir en el aprendizaje (favoreciéndolo), incidir en la enseñanza (contribuyendo a su mejora) e incidir en el currículo (ajustándolo a lo que puede ser trabajado con interés y provecho por los estudiantes) son ahora sus funciones (Alonso, 1994).

Como instrumento de mejora del proceso de aprendizaje de las ciencias, el proceso de evaluación, con el que se pretende comprender-apreciar- interpretar el progreso de los estudiantes y no sólo medir los logros alcanzados, es concebido como una estrategia orientadora, de intervención, de impulso del trabajo de los estudiantes y de los profesores. Se piensa no sólo en una evaluación sumativa (o de productos) sino también en integrar

las actividades evaluadoras a lo largo de todo el proceso -evaluación formativa- con el fin de permitir un seguimiento del trabajo, de los progresos y las dificultades de los estudiantes, a fin de obtener información para reorientar convenientemente el aprendizaje e incidir positivamente en el mismo. Además a partir de la misma el estudiante puede tomar conciencia de su punto de partida y de las dificultades con las que se va encontrando al aprender, identificando sus posibles causas y tomando decisiones para superarlas (Cudmani et al., 1986, Sanmartí, 2004).

Si se pretende que la evaluación favorezca un aprendizaje comprensivo se deberá contemplar todos los aspectos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que ese aprendizaje entraña, lo que supone no reducirla a la memorización repetitiva de conocimientos teóricos y su aplicación igualmente repetitiva a ejercicios de mera aplicación de casos tipo (Alonso et al., 1992a, Leonetti et al., 2000). Esto redefine y deja planteado la problemática de qué y cómo evaluar.

Desde los paradigmas educativos actuales se señala que es necesario que tanto los criterios de evaluación como los requisitos para la certificación sean claros y explícitos (Petrucci y Cordero, 1994), y que, sin caer en taxonomías excesivamente pormenorizadas de objetivos operativos (Bloom et al., 1975; Gimeno y Sacristán 1982), deben tenerse presentes los grandes objetivos de la educación científica y los obstáculos a superar para hacer posibles los cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales asociados a la educación en ciencias (Alonso et al., 1992a).

Pero se encuentran pocas propuestas concretas de criterios de evaluación y las mismas se caracterizan, en general, por enunciados demasiado generales. Son escasas aquellas que responden a una concepción renovada de la práctica evaluadora, tendiente al aprendizaje comprensivo (Fortuny et al. 1989; Trigueros 2004).

El presente trabajo pretende hacer un aporte al respecto presentando posibles criterios y actividades de evaluación para contenidos de Química en cursos básicos de carreras científico tecnológicas.

Aportes de la pedagogía por objetivos a la definición de criterios de evaluación

A veces suele confundirse la enunciación de objetivos concretos con la redacción de un programa de contenidos. Para los fines de la evaluación estos no son de ningún modo equivalentes, si bien están estrechamente vinculados. La enunciación de un conjunto de temas

de una disciplina no determina las capacidades que se esperan como resultado del proceso (Cudmani et al., 1976).

Los objetivos generales de una disciplina son, en último término, nuestra referencia sobre el qué evaluar. Sin embargo dichos objetivos, formulados en términos de capacidades, son en general excesivamente genéricos y no remiten de manera inmediata a actividades de evaluación, iniciales, formativas y/o sumativas. Por otro lado, en el ámbito universitario muchas veces se enuncian éstos sólo para cumplimentar formalidades, sin realizar un análisis profundo de los mismos y sin la consideración de éstos en el proceso de enseñar y aprender.

Las tendencias curriculares de corte tecnológico tampoco resuelven adecuadamente los dilemas de qué evaluar. En este marco, el diseño operativo del control de los aprendizajes logrados caracterizó a la llamada "pedagogía por objetivos", enmarcada en una visión conductista del aprendizaje. Se propugnaba la enunciación de metas concretas, observables y objetivas, expresadas en términos de conductas referidas operacionalmente (Gimeno Sacristán, 1982). Con su preocupación por el rigor y la eficacia, incorporaba una visión más amplia del qué evaluar. Al mismo tiempo, al presentarse los objetivos conceptuales organizados y secuenciados atendiendo a su nivel de dificultad, se facilitaba, al menos idealmente, una evaluación más ajustada al desarrollo conceptual de cada alumno y una funcionalidad mayor de las posibilidades de recuperación (Porlán, 1993). Así, la conocida taxonomía de objetivos formulada por Bloom y colaboradores (1975) desarrolla una clasificación de objetivos educacionales, a través de la descripción de los comportamientos que se espera que alcancen los estudiantes con relación a esos objetivos. Respecto al dominio cognoscitivo, en el que está centrada la atención de este trabajo, se distinguen seis categorías fundamentales de acuerdo a las habilidades y destrezas que se desean desarrollar: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis, y evaluación. Cada una de estas categorías a la vez se subdivide en subcategorías y quedan así referidas operativamente las variables a controlar.

Se han señalado aspectos negativos de estas operativizaciones tales como: descuidar importantes aspectos del proceso educativo (por estar inserta en una visión conductista del aprendizaje); representar una visión rígida y uniformada; pretender listados de objetivos inmanejables en el aula; insistir en un rigor empíricamente cuantitativo de las evaluaciones a expensas de lo cualitativo (Gimeno Sacristán, 1982; Porlán, 1993).

Pero, por otro lado, se destacan aspectos positivos de las referencias operativas. Se señala que toda práctica educativa se caracteriza por su intencionalidad, por la existencia, aunque implícita, de unos determinados objetivos. Si estos permanecen ocultos el docente estará imposibilitado de analizarlos críticamente, permaneciendo su actuación fuera de un control relativamente racional. El hecho de sacar a la luz aspectos implícitos en los propósitos de los educadores ayuda a clarificar diferentes cuestiones respecto a la planificación y evaluación (Porlán, 1993). Se favorece que los docentes compartan criterios explícitos, se supera la vaguedad de metas generales y se facilita la enunciación de objetivos operativos.

Muchas de las críticas a la evaluación habitual de los aprendizajes apuntan a la crisis, reconocida, del paradigma en el que se apoya la pedagogía por objetivos (conductista en lo psicológico, positivista en lo epistemológico, eficientista y tecnicista en lo metodológico). Pero ellas no debieran traducirse en un rechazo a la pretensión racional de explicitar los objetivos, que tienen un sentido orientador y deben ser considerados en interrelación con otros elementos de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Wainmaier, 2005).

En este trabajo se tomó la idea, característica de la pedagogía por objetivos, de establecer dimensiones (capacidades que se espera que alcancen los estudiantes) y sub-dimensiones (comportamientos asociados a las dimensiones) (Bloom et al, 1975) para definir criterios de evaluación. Se lo hizo desde una perspectiva psicológica "constructivista", una orientación epistemológica de "realismo científico" y una visión metodológica "integradora de estrategias cualitativas y cuantitativas" (Piaget, 1972; Bunge, 1980; Pozo, 1989).

Discusión

Dimensiones y subdimensiones útiles para evaluar el dominio cognoscitivo de la Química, alcanzado por estudiantes de ciclos básicos universitarios

Wainmaier y Salinas (2002), han identificado y fundamentado dimensiones y subdimensiones en el dominio cognoscitivo para el aprendizaje de la física. Creemos que las mismas son adecuadas también para la evaluación de contenidos de química. En base a esta identificación consideramos que un estudiante universitario que ha adquirido una adecuada comprensión de un área temática de la Química es capaz de:

1. Diferenciar conceptos y leyes
2. Integrar conceptos (en leyes) y leyes (en teorías)

3. Transferir conceptos y leyes lateral y verticalmente

4. Relacionar adecuadamente teorización y comportamiento fáctico

Para cada una de estas dimensiones es posible definir subdimensiones que permiten establecer criterios de evaluación. Ellos constituyen fuente de información sobre la enseñanza y el aprendizaje, no se limitan solo a pruebas finales, sino que además orientan el diseño de actividades para el trabajo permanente en el aula.

En lo que sigue hacemos una breve referencia a cada dimensión y subdimensión.

1. Primera dimensión: Diferenciar conceptos y leyes. Apoyándonos en la idea ausubeliana de diferenciación progresiva (Ausubel et al., 1978), consideramos que un estudiante que diferencia conceptos y leyes es capaz de:

1.a. Explicar verbalmente diferencias entre significados de conceptos: La explicación verbal de diferencias entre conceptos puede mostrar, en cierto grado, que hay un aprendizaje comprensivo del concepto y no tan sólo un aprendizaje literal y memorístico de una definición previamente proporcionada. Permite controlar la presencia de confusiones e incomprensiones que pueden quedar enmascaradas por un tratamiento meramente formal de representaciones (ecuaciones, gráficos, fórmulas químicas) a las que no se atribuye significado correcto o se las vacía de significado (Galagovsky, 2003).

1.b. Reconocer el significado de leyes y conceptos en diferentes posibilidades: Para el reconocimiento se presentan definiciones y leyes asociadas a un concepto. Se obtiene así también información sobre la comprensión de leyes. Esta subdimensión es un complemento de la anterior y proporciona información significativa sobre errores muy comunes que cometen los estudiantes, como por ejemplo la no diferenciación entre conceptos, o la presencia de concepciones alternativas (Coll et al., 1994).

1.c. Exponer sobre un área conceptual: Se pretende que el estudiante elabore una composición organizada sobre determinada área conceptual. Este ítem permite controlar si el estudiante relaciona y diferencia entre sí conceptos de modo significativo y relaciona a éstos con leyes. La comparación, el establecimiento de semejanzas y diferencias, la búsqueda de analogías y de ejemplos, son procedimientos que se fomentan con este tipo de actividades (Coll et al., 1994). La aparición de ideas erróneas, ideas limitadas o conexiones equivocadas

entre conceptos o entre conceptos y leyes es aquí un elemento muy informativo.

1.d. Generar ejemplos: Mediante la generación de ejemplos se pretende evaluar el aprendizaje de conceptos y leyes, a través de una activación de conocimientos que no favorezca el uso de una memorización mecánica, acrítica y repetitiva sino la memorización comprensiva, que es un ingrediente fundamental del aprendizaje comprensivo (Piaget, 1972).

2. Segunda dimensión: Integrar conceptos (en leyes) y leyes (en teorías): Apoyándonos en la idea ausubeliana de reconciliación integradora (Ausubel et al. 1978) y en las nociones de comprensión y hábito de Piaget (1972), consideramos que quien integra conceptos (en leyes) y leyes (en teorías), es capaz de:

2.a. Identificar conceptos y leyes válidas en una situación similar a las que se suelen analizar en clase: Se trata de presentar situaciones similares a las resueltas en clase, que permitan evaluar la integración de aspectos conceptuales relevantes; controlar la comprensión del significado de las diferentes representaciones (ecuaciones, gráficos, fórmulas químicas); detectar incomprensiones asociadas a concepciones alternativas.

2.b. Identificar conceptos y leyes válidos en problemas en contexto: Se trata de plantear situaciones nuevas, al menos en algún aspecto. Los enunciados permiten recoger información respecto a: concepciones alternativas; interrelación entre conceptos y leyes; generalidad e interrelación de estas últimas.

2. c. Elaborar una red conceptual: Las redes conceptuales son un instrumento que permiten indagar sobre la comprensión. La confección de una red conceptual implica un esfuerzo intelectual donde el alumno resignifica y organiza conscientemente el aprendizaje y exige la integración de conceptualizaciones. El ejercicio metacognitivo que realizan los alumnos al organizar las oraciones nucleares (oraciones que vinculan conceptos) con los conceptos seleccionados es un sello que resignifica lo aprendido, dándole validez, contexto y precisión, a la vez que les permite revisar las conexiones conceptuales realizadas y concientizarse sobre aciertos y equivocaciones desde una instancia autoevaluativa y autocrítica. (Galagovsky y Ciliberti 1994, Ciliberti y Galagovsky 1999).

3. Tercera dimensión: Transferir conceptos y leyes lateral y verticalmente. Apoyándonos en las ideas de transferencia lateral y vertical (Gimeno

Sacristán y Pérez Gómez, 1992), consideramos que un estudiante que transfiere conceptos y leyes es capaz de:

3.a. Traducir un concepto o ley de una forma simbólica a otra: En química se utilizan diferentes lenguajes (verbal, fórmulas químicas, ecuaciones). La tendencia de los alumnos a expresarse solamente con un lenguaje verbal correcto puede ocultar aprendizajes exclusivamente memorísticos. Es importante estimular a los alumnos para que se expresen mediante otros tipos de lenguajes, además del verbal. Si el cruce de expresiones en lenguajes diferentes muestra incoherencias éstas pueden estar evidenciando errores de aprendizaje. Las representaciones acerca de un tema serían grados complejos de significación, expresados mediante lenguajes alternativos, complementarios y convergentes sobre los mismos conceptos científicos. Aprender, para el novato, consistirá en llegar a compartir las significaciones y representaciones mentales de los expertos (Galagovsky et al., 2003) Se han identificado fuentes de dificultades en el uso del lenguaje formal de la química (Friedel y Maloney, 1992) Se han señalado dificultades surgidas de vaciar de significado físico a las relaciones matemáticas con que se simbolizan los enunciados de leyes y de un manejo de estas expresiones matemáticas como meros algoritmos de cálculo (Cudmani et al., 1995).

3.b. Solucionar reflexivamente situaciones problemáticas similares a las que suelen analizarse en clase: Transferir verticalmente conceptos y leyes constituye una herramienta fundamental para analizar la comprensión de aspectos conceptuales (Ausubel et al. 1978). La elaboración de una respuesta científica, por parte del estudiante, requiere entonces de una vinculación reflexiva entre el contenido y las diversas representaciones de las que hace uso la química. Dicha reflexión muchas veces está ausente; por ejemplo, los estudiantes con frecuencia enfrentan los problemas escribiendo ecuaciones y analizando la situación planteada sólo a través del cálculo, en desmedro de consideraciones cualitativas o conceptuales, o sin analizar si los resultados obtenidos son coherentes con la situación planteada. Es frecuente así mismo que usen una metodología de la superficialidad dando respuestas rápidas y seguras, privilegiando la información inmediata, la evidencia obtenida a través del dato perceptivo (Gil y Carrascosa, 1985).

3.c. Solucionar reflexivamente situaciones problemáticas nuevas: Esta subdimensión complementa la anterior. Permite obtener mayor información sobre el grado de comprensión, pues la solución reflexiva de situaciones nuevas es una buena medida de la cantidad y calidad de las ideas

construidas por el estudiante (Ausubel et al., 1978): para dar una respuesta no basta recurrir al recuerdo de alguna situación similar resuelta en clase.

4. Cuarta dimensión: Relacionar teorización y comportamiento fáctico. Apoyándonos en las ideas de Bunge (1980) sobre la relación entre las teorizaciones y los modelos científicos (Cudmani et al., 2000), consideramos que un estudiante que reconoce la relación entre teorización y comportamiento fáctico es capaz de:

4.a. Reconocer el/los modelos involucrados en la explicación de diferentes situaciones: los estudiantes suelen presentar dificultades con el manejo de modelos alternativos pero que poseen diferente poder explicativo. Se trata de evaluar si el estudiante es capaz de reconocer cuál o cuáles modelos permiten explicar una situación dada.

4.b. Explicar verbalmente las limitaciones de los diferentes modelos: Las leyes tienen límites de validez: lo que establecen se cumple dentro de ciertas condiciones. Es conveniente dar a las leyes la forma condicional para que estas condiciones sean explícitas. Esta subdimensión pretende indagar si los estudiantes son capaces de explicar cuáles son los antecedentes de las leyes, o si las aplican acríticamente sin reconocer sus condiciones de validez.

De esta manera hemos completado los criterios de evaluación para contenidos de Química.

A continuación se presentan ejemplos de actividades de lápiz y papel diseñadas en función de estos criterios de evaluación. En las mismas se toma como eje conceptual la relación estructura electrónica – propiedades físicas y químicas.

1- Diferenciar conceptos y leyes

1.a. Explicar diferencias de significados de conceptos

Explica en un breve párrafo las diferencias entre los conceptos de orbital atómico y orbital molecular. Ejemplifica

1.b. Reconocer el significado de leyes y conceptos

A continuación reproducimos diferentes frases que utilizaron algunos alumnos al hacer referencia a la relación entre las fuerzas intermoleculares involucradas y la solubilidad de un soluto en un determinado solvente. Indica si consideras "correcta" o "incorrecta" cada una de las frases. Justifica tus respuestas.

a) La solubilidad de un soluto en un determinado solvente depende del tipo de fuerzas intermoleculares entre las moléculas del soluto

b) La solubilidad de un soluto en un determinado solvente depende del tipo de fuerzas intermoleculares entre las moléculas del solvente.

c) La solubilidad de un soluto en un determinado solvente depende tanto del tipo de fuerzas intermoleculares entre las moléculas de soluto como de las fuerzas intermoleculares entre las moléculas del solvente

d) La solubilidad de un soluto en un determinado solvente no tiene ninguna relación con el tipo de fuerzas intermoleculares presentes en el soluto o en el solvente.

Justifica.

1.c. Exponer sobre un área conceptual

Un estudiante pide que se le explique qué se entiende por resonancia. Redacta un breve párrafo explicativo que de respuesta al estudiante. Brinda ejemplos aclaratorios.

1.d. Generar ejemplos

¿Es posible que un compuesto no polar presente mayor Punto de Ebullición que uno polar? Justifica y brinda un ejemplo que reafirme tu justificación.

2. Integrar conceptos y leyes

2.a. Identificar conceptos y leyes válidas en situaciones similares a las vistas en clase

Tomando la definición que considera a los ácidos como aquellas sustancias capaces de donar protones, cuando se hace mención a la acidez o fuerza ácida de una sustancia, se está haciendo referencia a:

a) La velocidad con que la sustancia le cede protones al agua

b) La posición del equilibrio en la reacción de la sustancia con el agua

c) A ambas

d) A ninguna de las dos

Marca la opción que consideres correcta y justifica.

2.b. Identificar conceptos y leyes en problemas en contexto

En la limpieza en seco que se realiza en las tintorerías es muy común utilizar como solvente el percloroetileno. Este tratamiento es muy efectivo para la eliminación de manchas de grasas, aceites o ceras. Sin embargo, las manchas producidas por azúcares o transpiración no son removidas en esta instancia, sino que requieren un tratamiento previo con productos que generalmente poseen en su composición detergentes. Explica.

2.c. Elaborar una red conceptual

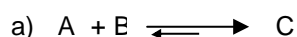
Considera la siguiente lista desordenada de términos empleados en química. Elabora una red en la que intervengan todos los términos y en la que muestres las relaciones entre ellos. Puedes incorporar nuevos términos si lo consideras conveniente.

Estructura electrónica
Electrones de valencia
Orbitales atómicos
Orbitales híbridos
Orbitales moleculares
Orbitales sigma
Orbitales pi
Fuerzas electrostáticas
Enlace químico
Fuerzas intermoleculares
Geometría molecular
Polaridad
Propiedades físicas
Propiedades químicas
Punto de fusión
Punto de ebullición
Acidez
Solubilidad
Basicidad

3. Transferir lateral y verticalmente conceptos y leyes

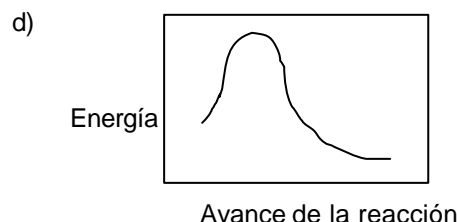
3.a. Traducir un concepto o ley de una forma simbólica a otra

Explica con palabras la información asociada a una reacción química que brindan las siguientes expresiones y representaciones :



b) $\Delta H = -84 \text{ kJ/mol} \longrightarrow$

c) $v = k [A]$



3.b. Solucionar situaciones problemáticas similares a las resueltas en clase

Indica en forma detallada los pasos experimentales que seguirías para obtener por separado ácido benzoico, fenol, anilina y

acetanilida presentes en una mezcla homogénea. Justifica cada una de las instancias planteadas.

3.c Solucionar reflexivamente situaciones problemáticas nuevas

Cosiderando la fórmula estructural de la nicotina, indica que procedimiento utilizarías para extraerla de las hojas de tabaco.

Justifica cada uno de los pasos en el protocolo propuesto.

4. Relación entre teorización y comportamiento fáctico

4.a. Reconocer el/los modelos involucrados en diferentes situaciones

Indica cuál/les de los siguientes modelos para el enlace químico: Lewis, TRPEV, Orbitales Moleculares, Teoría de enlace valencia permiten explicar las cuestiones planteadas a continuación:

- el número de enlaces que forma el carbono en el metano
- La polaridad del CH_3Cl
- La reactividad de los halogenuros de alquilo
- La solubilidad del etanol en agua
- La acidez de los ácidos carboxílicos
- La longitud de los enlaces NO en el nitrometano
- La geometría de una molécula triatómica
- La diferencia de basicidad entre la matilamina y la anilina
- La polaridad de una molécula diatómica
- La equivalencia en las propiedades de los cuatro enlaces C-H del metano

4.b. Explicar verbalmente las limitaciones de los distintos modelos.

Explica verbalmente las limitaciones del modelo de enlace propuesto por Lewis. Brinda un ejemplo

Conclusiones

A nuestro entender estos criterios, derivados de investigaciones educativas, presentan una elevada potencialidad de transferencia al aula. De hecho, por nuestra parte, han sido aplicados en cursos universitarios de Física y actualmente lo estamos haciendo en cursos de Química de ciclos básicos universitarios insertos en el paradigma constructivista.

Alonso, M.; Gil, D., Martínez Torregrosa, J. *Enseñanza de las Ciencias*. **1992a**, 10 (2), 127-138.

- Alonso, M.; Gil, D., Martínez Torregrosa, J. *Revista de Enseñanza de la Física*. **1992b**, Vol. 5, Nº2, 18-38.
- Alonso M., **1994**, *Tesis Doctoral*, Universidad de Valencia, España.
- Alonso, M.; Gil, D., Martínez Torregrosa, J. *Investigación en la Escuela*, **1996**, Nº 30, 15-25.
- Alurralde, E.; Pocoví, C.; Doña, M. y Montero, T. Actas de la XIII Reunión Nacional de Educación en Física. 2003, Córdoba, Argentina..
- Ausubel, D.; Novak, J., Hanesian, H. **1978**. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. (Trillas, México).
- Baade, N.; Lavagna, M. y Prodanoff, F. Actas del VI Simposio de Investigadores en Educación en Física. **2002**, Corrientes, Argentina.
- Bloom, B.; Hastings, J., Madaus, G. **1975**. Evaluación del aprendizaje. (Troquel, Buenos Aires).
- Bonilla, M. y López, A. Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. **2005**. Granada, España.
- Bunge, M. **1980**. La investigación científica. (Ariel, Barcelona).
- Coll, C.; Pozo, I.; Sarabia, B., Valls, E. **1994**. Los contenidos en la reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. (Aula XXI, Bs. As.).
- Cudmani, L.; Plopar, M.; Lewin, A., Bullamte, S. *FCEyT-FUNT*, **1976**, Nº EA 2, 6-17.
- Cudmani, L.; Pesa, M., Salinas, J. *Enseñanza de las Ciencias*. **1986**, 4(2), 105-122.
- Cudmani, L.; Salinas, J., Pesa, M. *Enseñanza de las Ciencias*. **1995**, 13 (2), 237-247.
- Cudmani, L.; Salinas, J., Jaén, M. **2000**. Epistemología de la Física. Tópicos introductorios. Facultad de Cs. Exactas y Tecnología, UNT.
- Cudmani, L.; Villalonga, P. y Raya, F. Actas de la VIII Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física. **2003**. La Habana, Cuba.
- Duschl, R., Gitomer, D. *Journal of Research in Science Teaching*. **1991**, 28(9), 839-858.
- Fourtuny, J. M., Izquierdo, M. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorad*. **1989**, Nº6, 169-179.
- Friedel, A., Maloney, D. *Science Education*. **1992**, 76, 65-78.
- Ciliberti, N., Galagovsky, L. *Enseñanza de las Ciencias*. **1999**, 17 (1), 17- 29
- Galagovsky, L., Ciliberti, N. *Enseñanza de las Ciencias*. **1994**, 12 (3), 338- 349.
- Galagovsky, L.; Rodríguez, M; Stamati, N., Morales F. *Enseñanza de las Ciencias*. **2003**, 21 (1), 107-121.
- Gil, D., Carrascosa, J. *European Journal of Science Education*, **1985**, 7(3), 231-236.
- Gimeno Sacristán, J. **1982**. La pedagogía por objetivos, una obsesión por la eficacia. (Morata, Madrid).
- Gimeno Sacristán, J., Pérez Gómez, A. **1992**. Comprender y transformar la enseñanza. (Morata, Madrid).
- Leonetti, A.; Pandiella, S., Pandiella, P. *Memorias del Quinto Simposio de Investigadores en Educación en Física*. **2000**, 148-155.
- Linn, M. *Journal of Research in Science Teaching*. **1987**, Vol. 24(3), 191-216.
- Mc Dermott, L. *Physics Today*. **1984**, 37 (7), 24-32.
- Novak, J. *Enseñanza de las Ciencias*. **1991**, 9(2), 219-220.
- Petrucchi, D., Cordero, S. *Enseñanza de las Ciencias*. **1994**, 12(2), 289-293.
- Piaget, J. **1972**. Psicología y Epistemología. (Emecé Editores, Buenos Aires).
- Porlan, R. **1993**. Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. (Diada Editora, Sevilla).
- Pozo, J.I. **1989**. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Satterly, D., Swann, N. *Enseñanza de las Ciencias*. **1988**, 6 (3), 278-284.
- Sanmartí, N y Alimenti, G. **2004**, *Educación Química* 15 (2) 120-128.
- Satterly, D. y Swann, N. *Enseñanza de las Ciencias*. **1988**, 6 (3), 278-284.
- Trigueros, M. *Educación Química*. **2004**, 15 (2), 129- 141.
- Wainmaier, C., Salinas, J. **2002**. *Memorias del Sexto Simposio de Investigadores en Educación en Física*.
- Wainmaier, C., Salinas J. *Revista de Enseñanza de la Física*. **2005**, 18 Nº 1, 39-54.