

CAPÍTULO 5

INTERACCIONES DIDÁCTICAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑOS

Juan José Irigoyen, Karla Fabiola Acuña, Miriam Yerith Jiménez.

Seminario Interactum de Análisis del Comportamiento. Universidad de Sonora.

La calidad de la educación de un país, y en particular la relacionada con la formación científica y tecnológica, es fundamental en cualquier intento por superar los desafíos que implican la competitividad global en el siglo XXI. La formación en estos ámbitos, posibilita a un país revertir el desempleo, la exclusión social y abatir aquellos elementos que generan índices de desarrollo muy bajo en comparación con el resto de la población, como sucede por ejemplo, con las comunidades indígenas. Según datos del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2009), en México el 38% padece pobreza alimentaria; 46% no ha concluido la primaria y la mitad de los hogares de este grupo, gastan 30% de sus ingresos en salud.

Sin embargo, una de las problemáticas de los últimos años en el ámbito educativo es la formación en el área de ciencias, no sólo a nivel universitario, aún cuando las instituciones de educación superior tienen como encargo especial, el auspicio, generación y aplicación del conocimiento. Al respecto, Benito (2009) señala:

En los últimos años se ha instalado con especial énfasis el interés por indagar los motivos de la creciente crisis de la educación científica, manifestada en las dificultades de aprendizaje de los alumnos, quienes parecen aprender menos ciencia de la que se les enseña, a la vez que presentan menor interés por lo que aprenden. A ello se suma la sensación de frustración por parte de los docentes acerca del éxito de sus esfuerzos por la enseñanza de las ciencias (p. 28).

Por su parte, Alvarado y Flores (2001) han manifestado que desde hace más de una década los resultados de la investigación en la enseñanza de la ciencia en México, no ha logrado condiciones que permitan influir en la práctica docente y mucho menos en el desarrollo de políticas educativas tendientes a mejorarla.

Ésta problemática se expresa en las dificultades de aprendizaje de los alumnos y su posterior aplicación, y se hace evidente en los resultados del Programa de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para la Evaluación Internacional de los alumnos (PISA), el cual evalúa los resultados de los alumnos de 15 años, y pretende establecer una comparación válida y fiable (en cuanto a calidad, equidad y eficiencia) tanto entre sistemas educativos como entre cohortes de alumnos dentro de un mismo sistema educativo. Su propósito es producir sistemáticamente indicadores orientados a la información y a su eventual impacto en la toma de decisiones políticas.

Este programa produce fundamentalmente según Troncoso (2007), tres tipos de indicadores del funcionamiento de los sistemas educativos:

- 1) *indicadores básicos*, orientados a proporcionar una línea base del perfil de conocimientos, destrezas y competencias de los alumnos, así como de los distintos subgrupos que sean de interés en función de sus características sociales;
- 2) *indicadores contextuales*, que muestran la relación entre los niveles de rendimiento de los sistemas y algunas variables de tipo demográfico, social, económico y educativo;
- 3) *indicadores de tendencias*, que permiten valorar el cambio en los resultados de los alumnos a través del tiempo, así como el grado de cambio de un sistema en particular en comparación con otros sistemas educativos.

En lo que respecta a la evaluación hecha por PISA (2006), ésta enfatiza el análisis de desempeños en el área de ciencias. Por ejemplo, en esta prueba los estudiantes mexicanos tuvieron una ejecución mejor en las preguntas en las que se les pidió que identificaran temas científicos, no así en tareas de deducción o inferencia de los principales aspectos de una investigación científica. En el nivel de competencia más alto (nivel 5) los estudiantes mexicanos tuvieron muchas dificultades (éste consiste en analizar datos y experimentos), sólo el 3% de los estudiantes alcanzaron esos niveles, es decir, muy pocos estudiantes demostraron que podían identificar, explicar y aplicar de manera sistemática conocimientos científicos en diversas situaciones complejas (OCDE, 2006).

A partir de los resultados obtenidos en estas evaluaciones, durante la presentación de las conclusiones del "Acuerdo de cooperación México-OCDE para mejorar la calidad de la educación de las escuelas mexicanas" (2010), los dirigentes plantearon a México la urgencia de llevar a cabo algunas modificaciones a la educación, pues de otra manera el país tardará más de medio siglo en alcanzar los niveles que presentan otras naciones y que se pueden considerar óptimos. Entre algunas de las recomendaciones que la OCDE presentó a la Secretaría de Educación Pública (SEP) se encuentran la mejora de: a) la enseñanza, b) los estándares de aprendizaje, c) los estándares docentes, y d) los estándares de liderazgo escolar.

En otro espacio se han documentado y presentado (Acuña, Irigoyen y Jiménez, 2011), algunas reflexiones en relación a la calidad de las instituciones de educación y en particular los aspectos relacionados con la formación en el ámbito científico. Se ha sugerido considerar las diferentes dimensiones analíticas involucradas en el proceso educativo para de esta manera se

generen las formas de intervención pertinentes a dichas dimensiones. La calidad es un asunto que compete a los distintos profesionales del ámbito educativo y que sin duda requiere un trabajo sistemático en nuestro país.

Varela y Ribes (2002) plantean que la formación de individuos competentes en los distintos campos del conocimiento requiere de una institución inteligente que promueva interacciones variadas y efectivas, y en su caso que respondan a las necesidades disciplinares y sociales que se plantean en la actualidad. En palabras de los autores:

El comportamiento inteligente es la consecuencia de un ambiente inteligente. Un ambiente inteligente es aquel que está estructurado de manera que establece con precisión los criterios de eficacia del comportamiento esperado en las diversas situaciones. La escuela constituye el ambiente especializado para educar de manera programada, y educar, consiste básicamente en promover, a través del aprendizaje dirigido y estructurado, el desarrollo del comportamiento inteligente (p. 202).

Por ello, en el presente manuscrito proponemos una aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos, derivado desde el Modelo de la Práctica Científica Individual y el propuesto para el análisis de las interacciones didácticas (Irigoyen et al. 2007). Bajo estos supuestos, es posible analizar los criterios que deberá cumplir un estudiante de un área de conocimiento o dominio disciplinar, y de esta manera, caracterizar las formas en cómo se va ajustando el estudiante a dichos criterios. Consideramos que investigar el proceso de la práctica científica es relevante en el intento de hacer una contribución para una pedagogía de la ciencia (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2007; Padilla, 2006; Padilla, Buenrostro y Loera, 2009).

Aproximación al estudio del comportamiento científico

Cuando nos acercamos al estudio del comportamiento científico, encontramos que la actividad científica ha sido mitificada (Padilla et al. 2009), cuando menos en dos sentidos:

- 1) por una parte se ha mantenido a lo largo de la historia, que el conocimiento científico es el único verdadero, y que las demás formas de conocimiento (p.e. filosófico, religioso, mitológico, de sentido común), no son más que maneras distorsionadas del saber acerca del mundo y de nosotros mismos;
- 2) por otra, se ha creído que las personas que se dedican a las cuestiones científicas tienen una serie de facultades o características especiales, por ejemplo, la de poseer una gran "inteligencia" o en muchos casos se llega hasta el absurdo de pensar en características físicas (p.e. barba, canas), tipificando así, físicamente al científico.

En relación al primer punto, autores como Carpio, Pacheco, Canales y Flores (2005) y Padilla (2006), enfatizan que las prácticas que se dan en el ámbito científico, son similares a las que ocurren con otras prácticas culturales, en donde las prácticas científicas son generadas, ejercitadas, aprendidas y auspiciadas por individuos concretos en circunstancias definidas por criterios de organización y valoración específicos (López, 1994). Por lo cual, la práctica científica no puede analizarse al margen del momento sociohistórico en el que se da, ya que los criterios de valoración y por lo tanto, de validación del conocimiento, son distintos para cada época.

Por lo tanto, en cualquier intento por analizar la práctica científica, se requiere considerar que el conocimiento científico está permeado por los criterios de validación del momento en que es (o fue) planteado.

Padilla et al. (2009) en este sentido nos comentan:

Quienes desean incursionar en la actividad científica como profesión se sorprenden al escuchar que la ciencia es subjetiva en cuanto a que se trata de una actividad humana de naturaleza social. Pero que también es objetiva porque la obtención del conocimiento ocurre según un conjunto de criterios con los que es posible trascender lo aparente e inmediato de lo observado (p. 6).

En este sentido, los colectivos de científicos han creado los criterios de validación de cada uno de los modos de conocimiento actualmente conocidos, es decir, la actividad científica es creada y compartida convencionalmente mediante una serie de prácticas significativas.

Por su parte, Kantor (1990) enfatiza la influencia que las prácticas sociales y normativas ejercen sobre las teorías y la práctica científica a través del tiempo, como una actividad más propia de una cultura específica. Señala que la concepción del hombre acerca de los objetos, ha cambiado conforme lo hace la sociedad. Así, es necesario enfatizar que la valoración e interpretación de los hechos, así como la percepción y descripción de la realidad no puede analizarse al margen de su momento sociohistórico, por ello, en ciencia el criterio de objetividad no tiene un sentido absoluto, más bien siempre constituye un proceso, no un dato fijo y definitivo (Schaff, 1974).

Se ha creído que el científico posee una serie de facultades específicas (p.e. una capacidad intelectual superior) que lo hacen un individuo especial. Carrillo (1983) nos ayuda a disipar cualquier duda en este sentido, al mencionar como algunas versiones vigentes llegan al grado de caricaturizar al individuo que se dedica a las cuestiones científicas:

La personalidad física como sujeto de la acción científica no se atribuye aquí llanamente a ese espectro introvertido, venerable y barbado que se considera *el científico*, sencillamente porque no existe. En la actualidad es tal la multiplicidad de tareas relacionadas con la actividad científica que rara vez se podría hallar un ejemplo de científico puro. En efecto la academia, la administración, la diplomacia, la política, la colegiabilidad, la representación, la asesoría y la burocracia constituyen hoy escenarios que reclaman demasiadas horas hombre de ciencia (p. 31).

López (1994) por su parte, nos expone que la ciencia como parte de la cultura, implica una práctica compartida y que la membresía a una cultura es lograda a través de un complejo aprendizaje de sus prácticas, la cual es adquirida mediante el contacto con "otros significativos". Así, la ciencia como fenómeno social, se aprende en la medida que se comparten tareas y actividades con otros, contando con la supervisión de expertos. En palabras de Padilla et al. (2009)

El aprendizaje de la ciencia ocurre de la misma manera que el aprendizaje del lenguaje ordinario, ya que constituye un proceso por medio del cual la conducta de los individuos se asemeja progresivamente a la de otros miembros de la comunidad o de la sociedad (p. 16).

Así, la ciencia como otras instituciones culturales, está constituida por dos elementos complementarios: a) en primer término, por la acumulación histórica elaborada por un grupo social particular (es decir, los productos); b) en segundo término, por el conjunto de las instituciones que regulan las relaciones recíprocas de los grupos sociales (esto es, los procesos). De esta manera, la ciencia debe ser entendida como el resultado de individuos que se dedican a las tareas científicas y como un proceso continuo de contrastación y verificación de los enunciados formulados (p.e. de las teorías).

Sin embargo, en el estudio de la ciencia se han realizado mucho más sus productos que sus procesos, dejando a un lado las actividades y el contexto que dieron origen a dichos productos

(Padilla, 2006), de ahí que en muchas ocasiones se le caracterice como un cuerpo acabado de conocimientos. Esto, por supuesto, ha traído una serie de implicaciones para la enseñanza de la ciencia, ya que se buscaron los métodos para enseñar los productos (p.e. teorías, leyes e hipótesis), y no las estrategias relacionadas con la obtención de dichos productos (p.e. el estudiante típicamente es expuesto a un discurso oral y muy pocas veces a una situación en donde se modele el proceso de la obtención de una evidencia o producto particular). Al respecto, Morales et al. (2010) comentan:

Uno de los principales problemas o limitaciones de la enseñanza de la ciencia es que se centra en los productos de la ciencia, es que la formación de los futuros científicos queda reducida a hacer uso de los productos de la ciencia, desconociéndose la manera en la que se produce ciencia, así como en una dificultad (o incapacidad) de los nuevos científicos para generar criterios y conocimiento nuevo (p. 96).

En otros manuscritos, hemos discutido (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2007) que la instrucción científica más que acumular conocimientos o sustituir unos conceptos por otros, debería promover una reflexión de unos saberes en otros, enfatizando los haceres y decires de los profesores y aprendices, considerando siempre que las prácticas son reguladas por criterios disciplinares y que se significan en función de las dimensiones del objeto de conocimiento bajo criterios de contrastación y verificación.

En años recientes se ha consolidado una multidisciplina por las diversas ciencias (sociología, economía, antropología, filología y psicología), en el estudio del comportamiento científico. Padilla (2006) por ejemplo, llevó a cabo una revisión de cada uno de los niveles de análisis bajo los cuales se ha estudiado la ciencia: 1) análisis formales o lógicos (sustentándose en autores como Carnap, 1965; Nagel, 1974), 2) análisis de los criterios lógicos previos a la investigación (Popper, 1959; Lakatos, 1975), 3) análisis de las circunstancias sociohistóricas (Bernal, 1975; Kuhn, 1986). Dentro de este último apartado se encuentran los estudios de la ciencia que enfatizan por ejemplo: a) la historia y el desarrollo de las ideas, b) las circunstancias sociológicas y económicas de su origen y desarrollo y, c) las prácticas etnológicas de ejercicio y organización.

Sin embargo, la aproximación de la que parte el presente manuscrito consiste en un acercamiento al comportamiento científico desde una perspectiva de la práctica individual -Modelo de la Práctica Científica Individual-, la cual analiza el quehacer científico como variación individual del método bajo condicionantes lógicos, culturales y sociales (Ribes, 1993; Ribes, Moreno y Padilla, 1996; Padilla, 2006). Las implicaciones de este modelo para la enseñanza de la ciencia, radican en la posibilidad de analizar las condiciones concretas en las que se forma a un científico en donde el análisis de la ciencia, supone que la práctica es individual en la medida en que es una práctica idiosincrásica regulada por la comunidad científica a la que pertenece el estudiante o profesional, pero a la que cada individuo le impone una forma particular de hacer-decir.

Por mucho tiempo se pensó que lo que regulaba el hacer de un científico era el método. Tradicionalmente el proceso de investigación científica se identificaba como un proceso enmarcado por una serie de procedimientos -fijos- que el investigador debía seguir para obtener el conocimiento científico. Sin embargo, autores como Feyerabend (1975), Kuhn (1986) y Lakatos (1975) han considerado a la ciencia como proceso dinámico, que no admite la concepción de un método rígido o estático, puesto que sus teorías están en constante construcción (adhesión de nuevos conocimientos, rectificación-validación de teorías), cuyo desarrollo ha implicado

con el paso del tiempo una variación de métodos “como modos particulares de hacer ciencia”. Por su parte, Ribes et al. (1996) consideran que así como existen gran cantidad de individuos que practican la ciencia, de igual manera es posible encontrar infinidad de modos o métodos individuales efectivos de obtener conocimiento. Luego entonces, no sería factible la idea de un “método científico” como guía general que explicita al practicante de ciencia que es lo que deber hacer, puesto que tornaría la práctica como un trabajo “mecanizado”, lo cual esta lejos de serlo.

Bajo estos presupuestos es posible analizar y por lo tanto, derivar una estrategia pedagógica para enseñar la ciencia, a partir de la identificación de los elementos fundamentales que interactúan en la modulación del desempeño del profesional o investigador y los criterios convencionales a los que responde. Dicho modelo fue propuesto inicialmente por Ribes (1993) y modificado posteriormente por Ribes et al. (1996), el cual enfatiza fundamentalmente los siguientes elementos:

1) **la metáfora-raíz y el modelo.** Consisten en los supuestos y creencias que amparan la actividad científica en cualquier nivel. Estas creencias, como maneras de pensar de un individuo, probabilizan un determinado comportamiento, y modulan la forma en que el científico entra en contacto con la teoría y sus categorías, así como la manera en que realiza una actividad en el contexto de la práctica científica (o juegos de lenguaje).

Por su misma naturaleza, las creencias y los supuestos que sustentan la actividad científica no son necesariamente identificables para el propio científico, independientemente de su nivel de “expertes” (Padilla, 2006). Tener la posibilidad de analizar las creencias que sustentan la práctica científica se considera relevante en la medida en que éstas modulan en gran medida la forma en que el científico entra en contacto con las categorías de una teoría y, por lo tanto, afectan la forma en que se práctica dicha teoría en el contexto de los aspectos empíricos.

2) **la teoría explícita.** Es el universo de eventos o elementos con los que trabaja el científico (y de cómo estos elementos se relacionan entre sí), sea explícita o implícitamente. La función que cumple la teoría es delimitar los elementos, las herramientas y los criterios de interacción pertinentes con los fenómenos de estudio. Por ello, todos los sucesos estudiados por un científico son hechos teóricos, ya que el científico abstrae analíticamente las propiedades de los eventos que son de interés, para crear hechos que sólo son observables y tienen sentido desde una teoría particular.

3) **los juegos de lenguaje y el ejemplar.** Constituyen los criterios necesarios para llevar a cabo las actividades relacionadas con el comportamiento científico, como prácticas con sentido. Estos juegos de lenguaje no constituyen en sí mismos actividades y, por consiguiente, no pueden identificarse con actividades específicas de la práctica científica. Más bien un mismo conjunto de actividades pueden ubicarse en uno u otro juego de lenguaje dependiendo de las prácticas comprendidas en el proceso científico, es decir, es posible examinar las prácticas en relación a la satisfacción de distintos propósitos o criterios como juegos de lenguaje (identificación de hechos, planteamiento de preguntas pertinentes, elaboración de sistemas de registro a partir de la observación, diseño de instrumentos para generar evidencias, cuantificación y análisis de resultados).

El ejemplar consiste en el conjunto de prácticas que tienen que ver con la solución y planteamiento de “problemas” pertinentes a una teoría y el diseño de procedimientos y acciones que lleven a su solución. En otras palabras, el ejemplar está relacionado con las

maneras en cómo se implementan estudios de investigación para la observación y recogida de datos, y las maneras que posibilitan el establecimiento de evidencia empírica en un ámbito disciplinar particular.

4) **los procesos y competencias conductuales.** Consisten en las formas de organización funcional de las habilidades sobre criterios de efectividad específicos. Una competencia conductual puede identificarse a partir de las habilidades involucradas y el criterio de logro especificado, el cual puede estar determinado por las propiedades físico-químicas o convencionales de los objetos, eventos o circunstancias con las que interactúa, y por las demandas sociales (en este caso determinadas por la disciplina y el gremio) que definen la funcionalidad de una determinada conducta como ajuste a una situación.

Así, el MPCCI supone que la ciencia, como una práctica social, es un proceso variado y flexible. Por ello, cada disciplina y aun dentro de un mismo dominio se expresan formas diferenciadas o estilos de hacer y decir, en función de los criterios disciplinares.

Esto tiene implicaciones para la pedagogía de la ciencia, en donde para poder enseñarla, sería necesario identificar los criterios de logro o ajuste a los cuales deberá adecuarse el estudiante en formación. Padilla (2006) propone al respecto lo siguiente:

El diseño de una metodología de la enseñanza de la ciencia como actividad práctica podría hacer más eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje de las destrezas y competencias científicas. Se supone que dicho objetivo sería más fácil de alcanzar si se identifican, de la forma más detallada posible, los criterios de ejecución a exigir a un aprendiz científico (p. 200).

A continuación comentaremos y describiremos cuales han sido algunas aproximaciones que se han acercado al estudio de la formación en el ámbito científico, así como algunos de sus supuestos más relevantes que plantean cada una de ellas.

Algunas aproximaciones teóricas a la enseñanza-aprendizaje de contenidos científicos

Como lo señalábamos anteriormente, en los últimos años se ha producido un notable incremento de las críticas a los fines, métodos y formas que han adoptado la enseñanza y el aprendizaje escolar en general, y el de la ciencia en particular, Benito (2009) enfatiza que gran parte de las críticas coinciden en señalar:

- a) que después de tantos años de escolarización las personas no obtienen ni el conocimiento ni las estrategias necesarias para el manejo de información de contenidos científicos;
- b) que gran parte del tiempo de enseñanza se ocupa en la transmisión de conocimientos y destrezas que en poco tiempo quedarán obsoletas;
- c) que gran parte del proyecto educativo se ocupa en potenciar una cultura científica idealizada y alejada sustancialmente de lo que ocurre realmente en el quehacer científico; y
- d) que no existe ninguna garantía que el conocimiento enseñado en las aulas, proporcione habilidades que cualifiquen para la inserción en el sistema productivo.

En un intento por dar respuesta al problema que se vive en el ámbito del aprendizaje de contenidos científicos, encontramos que por más de dos décadas la perspectiva constructivista de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias ha tenido un gran impulso, particularmente las tendencias relacionadas con el cambio conceptual (Flores, 2004). Entre el tipo de investigaciones que se han llevado a cabo destacan las que tienen que ver con la construcción de modelos de

representación de los procesos conceptuales, las de cambio conceptual, así como las que analizan la historia y la epistemología de la ciencia para encontrar referentes de interpretación de procesos y dificultades en la comprensión de los procesos científicos (Gallegos y Flores, 2003).

Campanario y Moya (1999) llevaron a cabo una revisión de las principales tendencias y propuestas para enseñar ciencias. Entre las principales propuestas que analizaron estos autores con respecto a la enseñanza de las ciencias, se plantean las siguientes:

- a) el aprendizaje basado en el uso de problemas,
- b) el aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación dirigida y,
- c) el aprendizaje como cambio conceptual.

Con respecto a la propuesta basada en el uso de problemas. Encontramos que la mayor parte de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el nivel universitario se ha centrado bajo la perspectiva de la resolución de problemas por parte de los alumnos. Uno de los aspectos instrumentales relacionados con la enseñanza, consiste en organizar unidades didácticas articuladas fundamentalmente como colecciones de problemas. En donde los problemas han de ser seleccionados –por el profesor- cuidadosamente y secuenciados en forma que se consiga el aprendizaje significativo (Lopes y Costa, 1996).

Según Schmidt (1995) la propia dinámica interna de esta estrategia fomenta el aprendizaje autorregulado. Autores que sustentan esta propuesta puntualizan que durante el análisis inicial del problema, el alumno debe crear un modelo mental relativo a la situación que se describe en el enunciado. Bajo esta lógica, gran parte del proceso instruccional recae en el alumno; la tarea del profesor estaría orientada a la selección de los problemas y su correcta secuenciación.

En este sentido, Campanario (2003), sugiere que se dé una orientación a los estudiantes durante la resolución de problemas que les permita organizar las ideas y desarrollar una estrategia coherente y exitosa. Por su parte, Pozo y Gómez-Crespo (1998) coinciden en la importancia de designar un tiempo en clase para discutir detalladamente en grupo los resultados obtenidos, de esta manera se presupone permite que los resultados generen las explicaciones pertinentes y puedan llegar a conclusiones satisfactorias mediante el análisis de estos resultados.

En cuanto al aspecto de evaluación desde esta perspectiva, no se proponen criterios claros que permitan la caracterización del desempeño del estudiante cuando resuelve problemas, así como la identificación de las maneras en cómo los resuelven y con qué nivel de pericia.

En relación al segundo inciso, el aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación dirigida, se utiliza la metáfora del científico novel que alcanza un grado de competencia en un dominio concreto. Según Gil (1994) uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias es el abismo que existe entre las situaciones de enseñanza-aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico. Se propone en este sentido, que el novel científico se integre en un grupo de investigación y empiece a desarrollar investigaciones en las que replica los trabajos previos en un área determinada, abordando problemas en las que los científicos expertos, los van supervisando. Así, desde este planteamiento se concibe el aprendizaje de las ciencias como una investigación dirigida de situaciones problema de interés.

Con respecto a las estrategias de enseñanza, Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa (1991) proponen una secuencia predeterminada para proponer el aprendizaje de la ciencia, las cuales se enuncian a continuación:

- a) se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.

- b) los alumnos trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.
- c) los problemas se trabajan siguiendo una hipótesis (y explicitación de ideas previas), elaboración de estrategias posibles de resolución, análisis y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de alumnos.
- d) los nuevos conocimientos se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en ellos.

Con respecto al último inciso, una de las preguntas que se ha intentado responder desde esta perspectiva es cómo se consigue el cambio conceptual (Gil, 1994). Por ello, las estrategias que se promueven para el cambio conceptual reflejan un estilo de enseñanza en el cual tanto los alumnos como los profesores animan a los alumnos a expresar sus ideas, y a reflexionar sobre las mismas, para de esta manera se modifiquen sus explicaciones dependiendo de los puntos de vista que consiguen establecer los alumnos (Campanario y Moya 1999). Las pautas generales que se siguen en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual se resumen a continuación:

- a) las ideas de los alumnos deberían ser una parte explícita del debate en el aula.
- b) el estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado.
- c) la justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios.
- d) el debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición.

Bajo estos supuestos se desprende la necesidad de disponer de un repertorio de técnicas y recursos acordes con las condiciones que se han mencionado anteriormente. Las ideas previas pueden ponerse de manifiesto utilizando ejemplos adecuados, cuestionarios, demostraciones, técnicas de discusión en grupo, etc. El uso de estas actividades incide, además, sobre las concepciones epistemológicas de los alumnos. Por lo tanto, es necesario considerar que enseñar a los alumnos dentro de esta perspectiva implica enseñarlos a detectar inconsistencias entre diversos puntos de vista (algo que se da por supuesto, aunque no siempre esté garantizado) y que aprendan a aplicar criterios de comprensión adecuados en tales situaciones. Sin embargo, autores como Carretero (2000) nos señalan que las ideas previas pueden resistir incluso a la enseñanza que se propone explícitamente a erradicarlas.

Gallegos y Flores (2003) comentan que gran parte de la investigación desde esta perspectiva se ha dirigido a indagar las características de las concepciones incorrectas y a evaluar procedimientos que logren modificarlas en los estudiantes. Los estudios generalmente reportan que las concepciones incorrectas son resistentes a los diferentes métodos utilizados durante la enseñanza. Los resultados conducen a suponer que las concepciones incorrectas forman conjuntos coherentes con la experiencia cotidiana. De hecho, la mayoría de los investigadores del área aceptan que las concepciones incorrectas conforman teorías implícitas que desempeñan una función cotidianamente antes y después de la instrucción.

Como un ejemplo de la importancia de analizar las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia, Campanario (2003) enfatiza la prioridad de conocer las concepciones de los profesores universitarios, antes de iniciar cualquier programa de formación docente y didáctica, como también conocer los posibles orígenes de las concepciones inadecuadas y prejuicios más comunes que los profesores tienen sobre la didáctica de las ciencias y el impacto que puede tener en la enseñanza.

Lo anterior ha llevado a los autores que sustentan sus trabajos en esta perspectiva (Flores, Gallegos y Reyes, 2007; Gallegos y Flores, 2003), a interrogarse sobre el sistema de pensamiento del alumno: las cuestiones que se plantea, su marco de referencia (lo que sabe o cree saber), su sistema de operar (los argumentos que acepta y no acepta), las formas de razonamiento que utiliza y su disponibilidad. Dando al profesor un papel pasivo; solamente el de búsqueda de las situaciones o intervenciones que obligan al alumno a “reorganizar” sus conocimientos.

Desde esta aproximación, el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe, de ahí que se intente analizar y conceptualizar lo que el alumno ya conoce. Alvarado y Flores (2010) mencionan que algunas de las causas que impiden que los estudiantes alcancen los objetivos deseados son:

- a) las ideas muy generales sobre teorías y conceptos científicos;
- b) conocimientos exclusivamente memorísticos, mal comprendidos; y
- c) la enseñanza de las ciencias no les permite adaptarse al sistema educativo actual, lo que les incapacita para acceder a estudios superiores.

Sin embargo, hemos señalado que evidenciar las concepciones alternativas no es suficiente para mejorar la práctica educativa de contenidos científicos (Irigoyen et al. 2007). Se requiere más bien analizar las condiciones en las cuales tiene lugar la práctica científica, para de esta manera diseñar y auspiciar mejores formas de contacto de los aprendices con los diferentes juegos de lenguaje requeridos en el aprendizaje de los contenidos científicos.

Consideramos que a pesar del avance empírico en esta área, y de que las aportaciones desde estas perspectivas han sido dominantes, adolecen en muchos casos de una derivación tecnológica que posibilite la generación de desempeños inteligentes durante el proceso de formación, y por lo tanto, la posibilidad de desempeño efectivo posterior (Irigoyen et al. 2007).

En este sentido, Pacheco (2008) llevó a cabo una crítica a los planteamientos que sustentan las posturas constructivistas, enfatizando que las propuestas teóricas e instruccionales actuales, más que dirigirse al análisis del contenido de las concepciones, su grado de complejidad o su concreción respecto de los conceptos científicos, se dirigen a:

- a) Estudiar las diferentes formas de construir representaciones explícitas o modelos de las situaciones y contextos a partir de la información proporcionada por las teorías implícitas,
- b) indagar cómo es que las representaciones organizan múltiples estructuras más consistentes y coherentes en los estudiantes de ciencias.

Pacheco (2008) hace una crítica con respecto a algunos de los supuestos sobre los que se sustenta esta aproximación, a saber:

- 1) la inaccesibilidad a la verdad;
- 2) el carácter natural del pensamiento científico en humanos;
- 3) el carácter representacional del conocimiento;
- 4) las explicaciones sociologicistas del conocimiento individual.

Recuperaremos con motivos descriptivos solamente el punto uno y tres (para una revisión más exhaustiva ver Pacheco, 2008). En el primero de los puntos, se explicita la confusión en la que se ha incurrido al pensar que los objetos teóricos con los que trabaja el científico son objetos reales. En palabras de la autora... “los juguetes o las frutas que caen se convierten conceptualmente en masas con aceleración específica, los guisantes se convierten en ejemplares fenotípicos, los líquidos hirviendo se transforman en ecuaciones químicas, etc.” (pp. 138 y 139), por

lo tanto, el científico “crea” objetos -teóricos- a partir de las categorías conceptuales de su teoría. Ribes (1997) ha enfatizado con respecto a esto lo siguiente:

Las disciplinas científicas formulan modelos que describen la realidad como si fuera un conjunto de elementos que poseen propiedades acordes con la naturaleza del objeto de estudio delimitado, los científicos deben tener presente que los modelos son metáforas y no una descripción fidedigna de la realidad, tal cual es. En la medida que el científico confunde el modelo con la realidad, comete una invasión categorial y en lugar de hacer uso de la metáfora es víctima de ella (p. 29).

Autores como Driver (1994) citado en Pacheco (2008) afirman que el conocimiento científico es simbólico en su naturaleza y socialmente negociado, de esta manera la ciencia no se ocupa de fenómenos de la naturaleza como eventos concretos sino de los constructos propuestos por la comunidad científica.

Los constructivistas a partir de autores como Piaget (1977) han mantenido el supuesto de que el conocimiento es propio del individuo, explicándolo como proceso de desarrollo cognitivo en el transcurso de la infancia, proceso en que la estructura innata cambia de acuerdo con un patrón. Para Piaget dicha estructura y sus procesos de desarrollo no eran mecanismos lingüísticos que él empleaba para la explicación del comportamiento de los individuos sino que los concebía como algo completamente real, existentes al margen de su propia actividad teórica como científico.

Por el contrario, lo que se propone desde la perspectiva que partimos, es que distintos fenómenos pueden ser observados bajo un mismo criterio en ciencia, a la vez que un mismo fenómeno puede ser observado desde distintos criterios analíticos. La Ciencia –en general– tiene el mismo conjunto de acontecimientos del continuo espacio-tiempo como dominio. Sin embargo, cada disciplina científica segmenta dicho continuo para motivos analíticos, es decir, la segmentación es una convención arbitraria para fines de estudio. Al respecto, Carrillo (1983) señala:

Para una disciplina particular el límite de su dominio deberá estar expresado en su definición. El límite es el criterio mediante el cual se pueden diferenciar los elementos que pertenecen al dominio. Dicho límite se redefine sucesivamente conforme los alcances instrumentales de una disciplina son mayores y más precisos. No es que la medición otorgue existencia al fenómeno: éste ya se encontraba ahí. Es simplemente que pasa a ser un fenómeno conocido: se define dentro del sistema (p. 124).

El concepto de juego de lenguaje anteriormente descrito, puede ser de mucha utilidad para explicitar que cada disciplina plantea prácticas específicas como identificación de hechos, elaboración de preguntas, generación de evidencia por mencionar algunas, las cuales tienen sentido sólo a la luz de un ámbito de desempeño particular. Para Ribes et al. (1996):

Los diferentes juegos de lenguaje identificados suponen criterios implícitos que delimitan el sentido de los usos o actividades, prácticas sociales, como en el caso de la ciencia... Todo juego de lenguaje se aprende mediante la práctica social, y por ello el juego de lenguaje se establece por entrenamiento. Los usos de lenguaje como práctica se adquieren por recompensa o castigo y por entrenamiento ostensivo, no por definición previa. El juego de lenguaje se aprende en relación directa con el mundo y no por traducción de las palabras a cosas y actos (pp. 220 y 221).

Bajo estos supuestos, conceptos tales como objetividad, validez, certeza, entre otros, tienen más bien un carácter objetivo-subjetivo en términos de que son criterios convencionales, como acuerdo explicitado por un gremio. En este sentido, el conocimiento científico deberá ser entendido como un proceso infinito, un proceso que acumula explicaciones tentativas y probables de los fenómenos que analiza, no como conocimiento acabado. Esto obviamente tiene importantes consecuencias para nuestra actitud científica y en particular, para la enseñanza de contenidos científicos.

En la segunda parte del documento exponíamos que hacer ciencia no supone procesos conductuales especiales, de hecho como lo plantea Padilla (2006), los procesos conductuales que intervienen en hacer ciencia y no hacer, pueden ser los mismos y que, por tanto, no hay nada predestinado en el individuo para ser o no un científico. Así, la práctica científica se relaciona más bien con la explicitación de los criterios –de una disciplina particular- y las maneras (como desempeños) en como ajustarse a ellos. Lo que se enseña a los aprendices, en última instancia, son las distintas prácticas significativas (como haceres y decires) vinculadas a las distintas disciplinas científicas.

Con respecto al punto tres (el carácter representacional del conocimiento) que nos plantea Pacheco (2008) éste se relaciona con la idea fundamental de que aprender y enseñar lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican “transformar la mente” de quien aprende, el cual debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos. Esta concepción de aprendizaje se sustenta en que los alumnos construyen su conocimiento científico a partir de sus ideas y representaciones previas. Por ejemplo, la mayoría de los modelos del cambio conceptual presuponen que éste consiste en un proceso mental complejo que implica la transformación de diversos aspectos conceptuales y cognitivos del sujeto (Flores, 2004). En lo que respecta a la enseñanza, esta consiste fundamentalmente en promover un cambio en dichas ideas y representaciones, con el fin de acercarlas progresivamente al área conceptual y metodológica de la ciencia.

Los aspectos fundamentales que se proponen con respecto al aprendizaje dentro de esta perspectiva, son enunciados por Coll (1987), y pueden resumirse en los siguientes enunciados:

- Los individuos construyen las ideas acerca de cómo funciona el mundo.
- Lo que existe en la mente de los sujetos tiene importancia. Las concepciones que los alumnos poseen influyen en sus interpretaciones y llegan incluso a determinar qué datos sensoriales han de ser seleccionados y ha de prestárles atención.
- Se asigna gran importancia al aprendizaje previo y a los esquemas conceptuales preexistentes.
- Encontrar sentido a los conocimientos implica establecer relaciones entre conceptos, diferenciando, por una parte, las relaciones derivadas de la propia estructura de los contenidos y, por otra, los múltiples tipos de conexiones que pueden existir entre ellos. De esta manera, se tienen en cuenta las influencias del contexto sociocultural sobre el aprendizaje.
- Quien aprende construye activamente significados; los individuos, cuando aprenden, tienden a generar significados a partir de su aprendizaje anterior.

En síntesis, en la concepción constructivista del aprendizaje se concede gran importancia a los fundamentos y creencias que los sujetos –tanto profesores y alumnos- tienen sobre el

conocimiento (en este caso el científico) y que enmarcan tanto los aspectos conceptuales como los actitudinales.

Por su parte, Ribes (2002, 2007) ha subrayado que los conceptos de conocimiento y aprendizaje y sus verbos correspondientes conocer y aprender, no hacen referencia a un tipo especial de actividades y resultados “acumulados” o “depositarios”, que se traducen posteriormente en comportamiento efectivo:

Aprender significa cumplir con un criterio de logro o resultado mediante una acción, que puede consistir en la realización de un tipo particular de acción, obtener un efecto particular, o producir un logro como objeto o vestigio de la propia acción (Ribes, 2002, p. 6).

Se dice que alguien aprende cuando su comportamiento ocurre en relación al cumplimiento de un criterio, y de manera complementaria, se dice que alguien ha aprendido algo cuando dicho criterio se ha cumplido o satisfecho en la forma de un efecto, resultado o producto.

En este sentido, podemos señalar que una de las grandes limitaciones en las que se ha incurrido dentro de la enseñanza-aprendizaje de dominios científicos está relacionada con concebir la práctica científica como una práctica especial, y suponer que los procesos conductuales que intervienen en hacer ciencia también lo son. Contrariamente a esto, presuponemos que lo que deberá enseñarse en ciencia son las distintas prácticas vinculadas a cada una de las disciplinas científicas, como actividades pertinentes a un contexto o dominio. Los factores que hemos considerado como relevantes al análisis de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia son los siguientes: a) el desempeño del docente, b) el desempeño del estudiante y, c) los objetos referentes (materiales de estudio), delimitados por un, d) dominio disciplinar o área de conocimiento y, e) el objetivo instruccional.

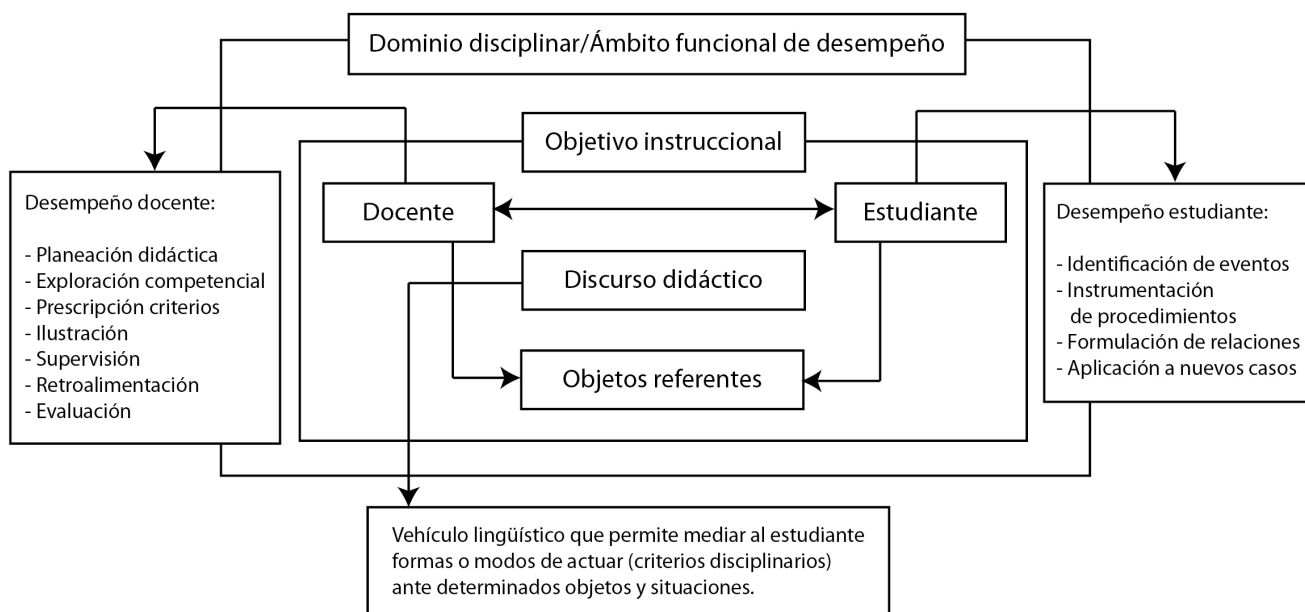


Figura 1. Representa los factores que configuran una interacción didáctica.

Qué, cómo y bajo qué condiciones se enseñan-aprenden los contenidos científicos:

Evaluación de desempeños

Hemos propuesto como análisis alternativo (Irigoyen et al. 2007), algunos planteamientos que nos han permitido analizar las variables relevantes al proceso de enseñanza-aprendizaje de dominios científicos. Al tomar como referencia de un episodio educativo la *interacción didáctica* se han caracterizado los factores necesarios en la configuración del episodio de interacción (docente, alumno, objetos referentes delimitados por un objetivo instruccional y un ámbito funcional de desempeño), señalando la función de los mismos y explícitamente, que ningún factor es más relevante que otro en la estructuración del episodio de interacción didáctica, como se ilustra en la Figura 1.

Las interacciones que se pueden analizar entre los actores en un episodio de interacción didáctica son: docente-estudiante-objetos referentes, docente-objetos referentes, estudiante-objetos referentes y estudiante-objetos referentes-docente, como relaciones que se significan en el ámbito funcional de la disciplina que se enseña-aprende. El ámbito disciplinar delimita los requerimientos que el docente y el estudiante deberán llevar a cabo, los cuales se relacionan con los ámbitos en lo conceptual, procedimental y de medida del área de conocimiento (como juegos de lenguaje).

Así, lo que se enseña son las prácticas reguladas convencionalmente (juegos de lenguaje), dichas prácticas siempre se dan con referencia a los eventos, clases, estados, relaciones y procesos que se significan teóricamente. De esta manera, la identificación de hechos teóricos, la formulación de preguntas pertinentes al ámbito, la observación, la instrumentación de las condiciones para la producción, registro y representación de los eventos de estudio y su interpretación, sólo tienen sentido a la luz de las categorías de la teoría y los criterios de instrumentación como prácticas disciplinariamente pertinentes (Irigoyen et al. 2007).

El profesor entonces a partir de los juegos de lenguaje, deberá mediar el contacto con el estudiante en formación a partir de la exposición, ejemplificación, ilustración, modelado y moldeado de las prácticas pertinentes a dichos juegos. Autores como Barrón (2009) han enfatizado el tipo de competencias que el profesor (universitario) debiera de exhibir; por una parte se mencionan aquellas relacionadas con la disciplina que enseña, y por otra, las psicopedagógicas que le permitirán auspiciar y establecer los repertorios pertinentes a la disciplina que enseña y que pudieran ser acordes a la dinámica actual de los saberes, particularmente los saberes científicos.

La manera en cómo se media el contacto con los referentes de la disciplina que se enseña-aprende determina la posibilidad de contacto posterior. La emisión de comportamiento efectivo ante situaciones novedosas dependerá del tipo de entrenamiento y del nivel de desligamiento de la respuesta en la situación en la que se aprendió (Camacho y Gómez, 2007; Mares, 2001; Mares y Rueda, 1993).

Sin embargo, estudios relacionados con la forma de mediación del profesor con respecto al estudiante y los objetos referentes en el ámbito científico, han mostrado que el nivel de contacto que se promueve está relacionado con aspectos muy situacionales que poco posibilitarán la aplicación a situaciones problema novedosas (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004; Mares, Guevara, Rueda, Rivas y Rocha, 2004).

Con respecto a lo que se aprende en ciencias, consiste en una serie de actividades y las circunstancias funcionales en cada uno de los juegos de lenguaje (en lo conceptual, operacional y/o de medida). Se ha sugerido que la evaluación del estudiante deberá estar en función de las

formas en cómo establece contacto lingüístico (observa, escucha, lee, señala, habla y escribe) con los objetos referentes de su disciplina y en qué nivel de complejidad lo puede hacer.

De esta manera, los criterios de evaluación del aprendizaje se derivan del conjunto de prácticas convencionales que definen al hacer-decir en cada una de las disciplinas científicas, las cuales deben incluir como elementos fundamentales: el juego de lenguaje específico y el nivel funcional en que deberá exhibirse el desempeño, tomando como referencia necesariamente el requerimiento de la tarea y la modalidad lingüística involucrada, y en una interacción específica el ajuste competencial requerido, dado el objetivo instruccional.

Por ejemplo, la descripción de la facilidad o complejidad de la adquisición de los modos lingüísticos y la posibilidad de transferencia tiene implicaciones al menos en dos sentidos:

- En las maneras en cómo se implementan las estrategias instruccionales en los diferentes niveles de formación en ciencias en nuestro país, y
- En las prácticas de evaluación, ya que de manera consistente los profesores tienden a evaluar al estudiante en relación a una sola modalidad de los referentes y ante un mismo criterio de tarea.

La evaluación en este sentido, debiera tener la función de retroalimentar los distintos episodios de interacciones didácticas, en el proceso de formación de los contenidos científicos. Así como lo señala Rodríguez (1998), la evaluación consiste en el proceso y resultado de la recogida de información sobre un área particular (individuos o grupos) con la finalidad de tomar decisiones que afecten a las situaciones de enseñanza.

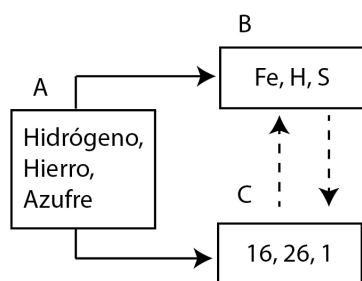
Partiendo de esta lógica se ha evidenciado la importancia de analizar con respecto al desempeño del estudiante variables como: el tipo de tarea (Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2006; Mateos y Flores, 2008), el modo lingüístico (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2006; Mejía y Camacho, 2007), el nivel funcional de la tarea (Irigoyen et al. 2004), en el aprendizaje de contenidos científicos.

A manera de ejemplo, se presenta a continuación un estudio llevado a cabo con noventa estudiantes universitarios de Psicología. El objetivo del estudio consistió en caracterizar el desempeño del estudiante a partir de la modalidad lingüística escribir (representación de un concepto, así como la justificación del mismo), en el contexto de la enseñanza-aprendizaje de una disciplina científica.

En el estudio participaron 130 estudiantes de segundo semestre inscritos en el Programa Docente de Psicología de la Universidad de Sonora. A partir de la muestra total fueron seleccionados al azar, según el tipo de respuesta formulada (correspondencia entre la representación gráfica del concepto y la redacción pertinente que apoye dicha representación –aciertos–), 5 participantes por cada uno de los reactivos correctos, quedando conformada la muestra con un total de 40 participantes, para el segundo análisis (ver Figuras 4 y 5).

La situación de evaluación se aplicó en aula en donde los estudiantes regularmente tomaban sus clases. La sesión de evaluación estuvo conformada por una serie de textos breves y ocho reactivos de formulación que consistieron en la elaboración del gráfico, y su justificación, 4 de ellos referidos a textos que presentan solamente las instancias, esto es, se presentan sólo los eventos con los cuales se elabora el gráfico y 4 referidos a textos que presentaban las relaciones, es decir, en las cuales se mostraban los eventos y el contexto de ocurrencia, como se presenta en la Figura 2.

Texto de instancia



1. Con las instancias de estímulo que pertenecen a los conjuntos A, B y C de la Figura 1 diagrama un arreglo de la función selectora. Nota: Deberás justificar tu respuesta, explicitando a qué caso de la función corresponde y por qué.

Texto de relación

Texto 1. Camilo tiene que contestar la siguiente pregunta de su clase de matemáticas: ¿Cuántos saltos tiene que dar el sapo para llegar a la mitad del camino? En el problema se explicita que el camino mide 18 metros de largo y que el sapo da saltos de 1/2 metro. Para resolverlo, Camilo efectuó lo siguiente:

- 1) Derivó que si 1/2 m. es la mitad de 1 m., el sapo tiene que dar el doble de saltos (9+9)
- 2) Entonces el sapo tendrá que dar 18 saltos.

1. En función del desempeño de Camilo, elabora la representación paradigmática (diagrama) de la función sustitutiva referencial. NOTA: Deberás justificar tu respuesta, explicitando a qué caso de la función corresponde y por qué.

Figura 2. Muestra el tipo de texto, así como el tipo de reactivos presentados a los estudiantes al momento de la evaluación.

A partir de la presentación del texto se les solicitó a los participantes la elaboración de un gráfico y su justificación (modalidad lingüística escribir). Los contenidos de ambas clases de textos (instancias y relaciones) consistieron en casos ilustrativos correspondientes a la taxonomía de funciones conductuales de Ribes y López (1985).

La justificación de la representación del concepto fue analizada en términos de 4 categorías:

	Descripción:	Valores:
Categoría 1	Número de conceptos técnicos utilizados para describir la representación	0
Categoría 2	Número de relaciones que establece entre instancias en la descripción	1
Categoría 3	Número de relaciones de relaciones que establece en la descripción	2
Categoría 4	Número de conectivos utilizados en la descripción	3

Se presentaron de manera simultánea las 8 tareas. A los participantes se les indicó que no se daría ninguna información sobre los aciertos o errores cometidos, y sólo se respondieron dudas leyendo nuevamente las instrucciones contenidas en la situación de evaluación. La duración de la sesión la estableció el desempeño de los participantes (30 min. en promedio). Al término de la sesión de trabajo, las tareas fueron calificadas en aciertos (aquellas ocurrencias en donde ambas respuestas fueron correctas, la elaboración del gráfico y la justificación del gráfico elaborado). Posteriormente, se llevó a cabo la codificación de las categorías en función de cuatro valores (0, 1, 2 y 3).

En la Figura 3 se muestra los resultados de la correspondencia del desempeño de los estudiantes en la elaboración de un gráfico y su justificación; el número de participantes que pudieron llevar a cabo la tarea de elaboración del gráfico fue de 66% en los textos referidos a instancias, y 47% en los textos referidos a relaciones. En lo respecta al número de participantes que pudieron llevar a cabo la tarea de justificación del gráfico elaborado fue de 31% en los textos referidos a instancias y 24% en los de relaciones.

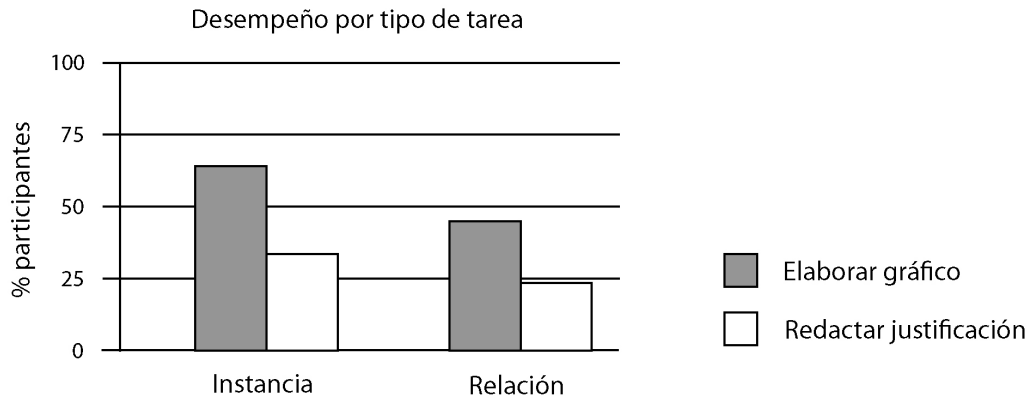


Figura 3. Describe el desempeño de los estudiantes en las tareas de elaboración de un gráfico y su justificación, a partir de dos tipos de texto: referidos a instancias y a relaciones.

Tomando como referencia las categorías elaboradas para el análisis de los datos (uso de conceptos técnicos, elaboración de relaciones entre instancias, elaboración de relaciones entre relaciones y uso de conectivos), a continuación se presentan en las Figuras 4 y 5 los resultados correspondientes a la modalidad lingüística escribir (formulación de la justificación del gráfico),

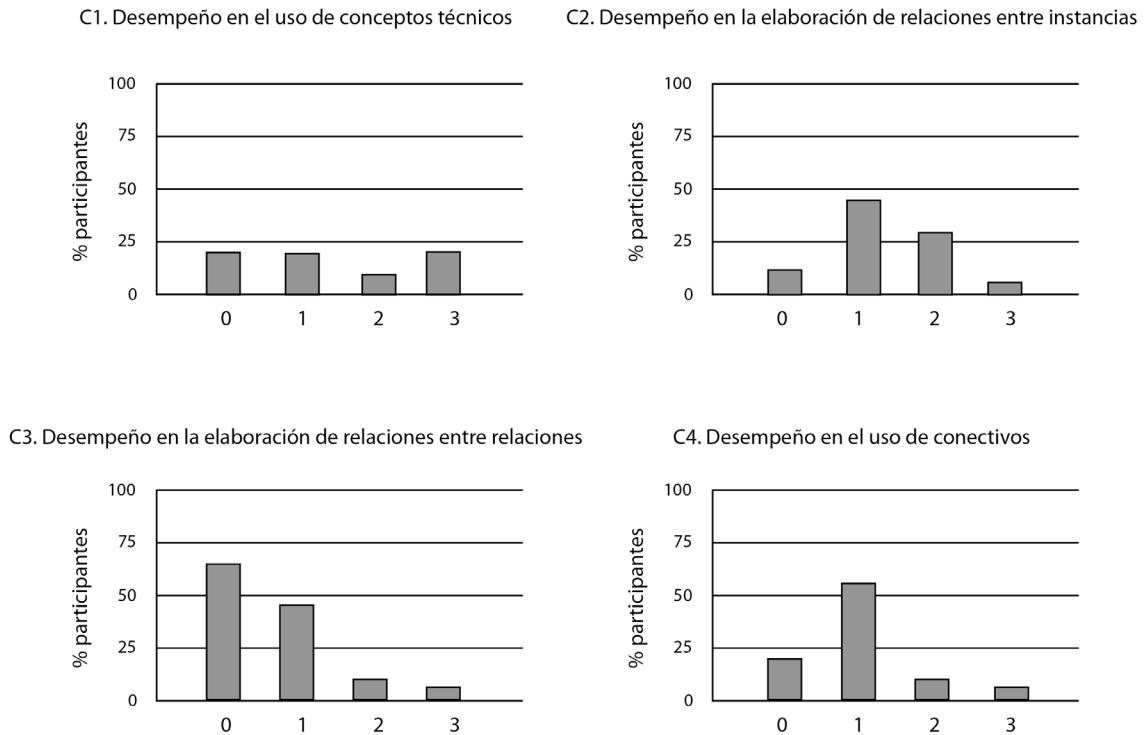


Figura 4. Describe los resultados de los estudiantes por categoría en términos del desempeño en la modalidad lingüística escribir en los textos referidos a instancias. La caracterización de los valores (0, 1, 2 y 3) para cada categoría dependió de las ejecuciones de los estudiantes, en términos del número más alto de uso para cada categoría.

en función de los textos referidos a instancias y a relaciones. En el caso de los textos referidos a instancias, el 75% de participantes emplearon conceptos técnicos (entre uno y tres) para elaborar la justificación. El 50% de los participantes estableció una relación entre instancias (categoría 2), y el 40% formuló dos relaciones. Sin embargo, cuando el estudiante tiene que establecer relaciones entre relaciones como es el caso de la categoría tres los porcentajes se modifican, sólo el 35% estableció una relación.

Con respecto al uso de conectivos, el cual corresponde a la categoría cuatro, el 65% de los participantes sólo utilizaron un conectivo y el 10% dos, lo cual tiene implicaciones para las descripciones elaboradas, ya que la función de un conectivo nos permite establecer relaciones para expresar, describir o formular descripciones y dar coherencia a un párrafo. En la Figura 5 se muestran los resultados del desempeño de los estudiantes en las cuatro categorías en los textos referidos a relaciones. En la categoría uso de conceptos técnicos, el 65% de participantes emplea un concepto para elaborar su justificación. Con respecto a la categoría elaboración de relaciones entre instancias, el 80% de los participantes pudieron elaborar una relación entre instancias, y solamente el 15% una relación entre relaciones. En lo referente al uso de conectivos, el 75% de los participantes utilizó un sólo conectivo para referir relaciones.

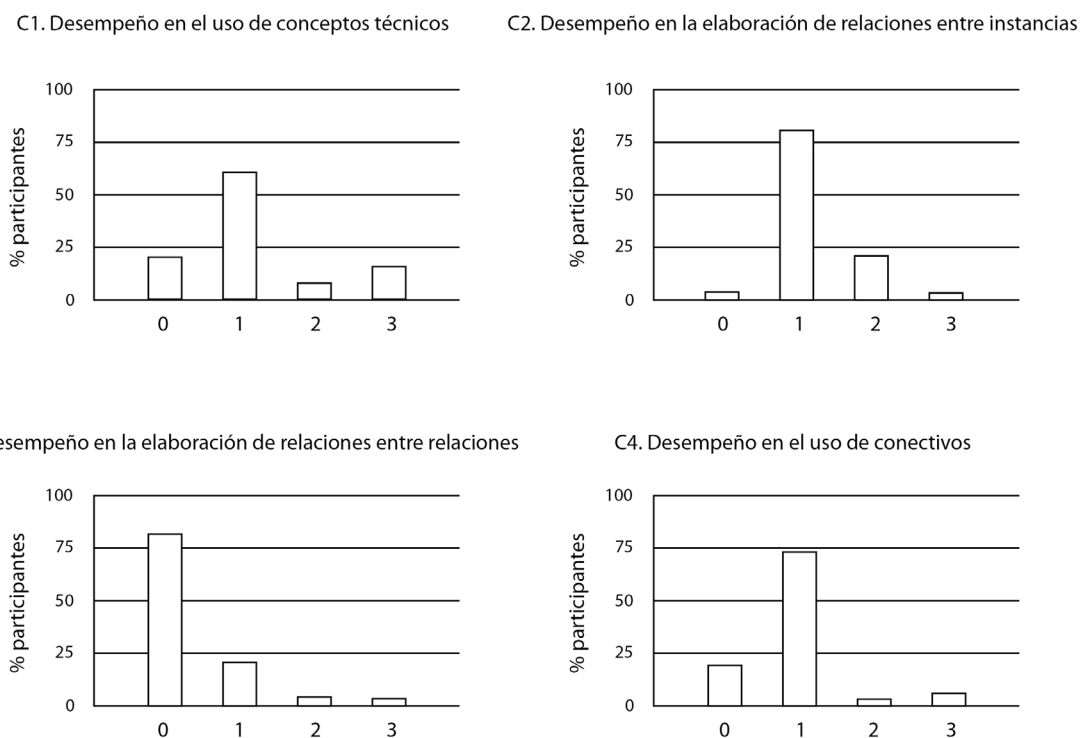


Figura 5. Describe los resultados de los estudiantes por categoría en términos del desempeño en la modalidad lingüística escribir en los textos referidos a *relaciones*. La caracterización de los valores (0, 1, 2 y 3) para cada categoría dependió de las ejecuciones de los estudiantes, en términos del número más alto de uso para cada categoría.

Como dato adicional tenemos que el mayor número de palabras utilizadas por los estudiantes para hacer sus referencias fue de 33 palabras en los textos referidos a instancias y 34

palabras en los textos referidos a relaciones, siendo 5 el número menor para el primer caso y 9 para el segundo. El promedio de palabras utilizadas fue de 15 para los textos referido a instancias y 19 para los textos referidos a relaciones.

Estos resultados señalan que los estudiantes utilizan en la justificación conceptos técnicos sólo como nominativos, establecen relaciones entre instancias, pero difícilmente establecen relaciones de relaciones, siendo el uso de conectivos escaso y con una función de introducir en la oración una relación de causa y efecto (p.e. porque, ya que, debido a que), enfatizando una causalidad lineal en las justificaciones y no una causalidad múltiple como se plantea en las versiones más actualizadas en ciencia (Carrillo, 1983).

Lo anterior supone que el estudiante puede utilizar el lenguaje de la disciplina que aprende (uso de nominativos), pero sin el significado y su uso pertinente en contexto, esto dificulta la expresión correcta de los enunciados para describir un concepto, una relación, un proceso, en este caso, la posibilidad de elaborar una justificación pertinente que permita describir coherentemente semántica y sintácticamente aquello que se hace (o se dice), es decir, sólo sabiendo el qué y el cómo un estudiante podría describir aquello que se hizo en un área de conocimiento.

La posibilidad del estudiante de desempeñarse de forma efectiva ante situaciones nuevas está relacionada con el nivel de entrenamiento y la modalidad lingüística involucrada en el requerimiento de tarea. Sin embargo, en la mayoría de las situaciones de enseñanza sólo se han enfatizado ciertas modalidades lingüísticas, por ejemplo, las de observador y escucha, suponiéndose que el estudiante se ira ajustando gradualmente de manera más compleja a los criterios de logro de su disciplina en formación (Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2010).

Esto tiene implicaciones para el aprendizaje de una disciplina científica, ya que formular una serie de oraciones en forma coherente es un repertorio fundamental en dichos ámbitos (p.e. elaborar un informe, redactar un informe, establecer equivalencias funcionales entre conceptos, entre otros.). Autores como Pacheco y Villa (2005) han expuesto que el análisis de la escritura resulta central si se pretende cubrir uno de los principales objetivos de las instituciones de educación superior, que es promover que sus egresados se desempeñen de manera efectiva y novedosa en los ámbitos científicos y profesionales, en donde solamente el desarrollo de habilidades escritoras permitirá a los estudiantes universitarios acceder a la generación y difusión de conocimiento.

Consideraciones finales

En el contexto de la sociedad actual, las instituciones educativas, deberán brindar garantías de la formación que promueven. Esta situación se hace inevitable en el caso particular de las instituciones de educación superior, como entidades asociadas a la generación de conocimiento que posibilitará el desarrollo de las sociedades.

Al respecto, Barrón (2009) comenta que esto hace necesaria una revisión exhaustiva de los planteamientos que sustentan los sistemas educativos para buscar alternativas que respondan a las demandas del mundo globalizado en que estamos viviendo. El compromiso para las instituciones de educación superior deberá ser asumir una nueva visión para la formación de estudiantes, basados en el aprendizaje a lo largo de toda la vida, con una orientación hacia el aprendizaje autodirigido y el diseño de nuevas modalidades educativas que se correspondan con los requerimientos de la sociedad del conocimiento.

En este sentido, las actividades de enseñanza y de aprendizaje se deberán diseñar en función de las necesidades que plantea la educación científica actual, en donde la modificación continua del saber se presenta como la característica más relevante. Esto implica para el profesor la implementación de situaciones en las cuales el estudiante pueda exhibir sus desempeños (inteligentes) en las diferentes modalidades lingüísticas (observar, escuchar, leer, señalar, hablar y escribir), y no solamente en algunas.

Con respecto a los repertorios de los estudiantes, Rizo (2004) plantea que no basta con manejar con destreza una tecnología específica o ser “poseedor de información relevante”; ahora se requiere de competencias para trabajar en equipo; para el trabajo inter y transdisciplinario; para aprender a aprender, que implica la posibilidad de exhibir repertorios de comunicación efectivos.

Continuar planteando la formación científica solamente en términos de los productos de la ciencia, llevará a los profesores a exponer a los alumnos en el manejo de nominativos, pero no de su uso en contexto y mucho menos, las prácticas que le dan sentido al uso de esos nominativos, por ejemplo, cómo se llega a la obtención de ciertos resultados al llevar a cabo un procedimiento, una intervención.

Kantor (1990) ha enfatizado que los hechos concretos del desarrollo científico ponen de manifiesto la influencia que ejercen las matrices culturales sobre el desarrollo de doctrinas particulares, determinados tipos de investigación y ciertos modos de interpretación. En este sentido, es necesario plantear en la enseñanza una aproximación al conocimiento científico, sujeto a corrección constante y a proposiciones tentativas y no absolutas de los fenómenos que explica.

La enseñanza de dominios científicos como el establecimiento de relaciones entre eventos, relaciones, procesos, estados, implica la necesaria mediación del estudiante con eventos convencionales como relaciones sustitutivas. Por conducta sustitutiva entendemos las formas de interacción en las que en el individuo media relaciones, a partir de respuestas convencionales, pero no están dadas en la situación como relaciones directas fisicoquímicas (Mares y Rueda, 1993). Consecuentemente, el proceso de mediación involucra, por lo general, a dos individuos, el mediador (referidor) y el mediado (referido), aunque en algunas condiciones esta interacción puede ser desarrollada en un solo individuo que desempeña ambos roles funcionales.

La sustitución referencial debe evolucionar a partir de 3 condiciones necesarias:

- 1) las formas específicas de desligamiento promovidas por los estímulos y respuestas convencionales, que permiten ajustes funcionales a las propiedades y dimensiones fisicoquímicas cambiantes de los objetos y eventos;
- 2) la aptitud de ser mediado por las respuestas convencionales de otro individuo, en relación con las contingencias de y entre los eventos físicos y sociales no presentes en la situación, no directamente observables o aparentes, y
- 3) el entrenamiento explícito del individuo para actuar como mediador respecto de otros individuos, considerando los eventos y propiedades no presentes como contingencias actuales realmente disponibles.

En este sentido, la evaluación de desempeños de contenidos científicos deberá recuperar los criterios de logro en función de las modalidades lingüísticas y los juegos de lenguaje, los cuales se pueden describir en términos de su ligamiento con el objeto, su ligamiento con la operación particular sobre el objeto, su desligamiento de la operación particular, su desligamiento de la situación presente en que se actúan, y su desligamiento de situaciones concretas.

REFERENCIAS

- Acuerdo de Cooperación México-OCDE para mejorar la calidad de la educación en las escuelas mexicanas (2010). Recuperado el 25 de octubre de 2010, de <http://www.oecd.org/dataoecd/44/49/46216786.pdf>
- Acuña, K., Irigoyen, J.J. y Jiménez, M. (2011). Normativas de calidad y desempeños académicos. Algunas reflexiones sobre el proceso educativo. *Revista de Educación y Desarrollo*, 17 (Abril-Junio).
- Alvarado, M. y Flores, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*, XXIII (92), 32-53.
- Alvarado, M. y Flores, F. (2010). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia. Las concepciones de los investigadores universitarios. *Perfiles Educativos*, XXXII (128), 10-26.
- Barrón, M. (2009). Docencia universitaria y competencias didácticas. *Perfiles Educativos*, XXXI (125), 76-87.
- Benito, M. (2009). Debates en torno a la enseñanza de las ciencias. *Perfiles Educativos*, XXXI (123), 27-43.
- Bernal, J. (1975). *La libertad de la necesidad*. Madrid: Editorial Lautaro.
- Camacho, J. y Gómez, D. (2007). Variación de los modos de lenguaje en la adquisición y transferencia de conocimiento. En J. J. Irigoyen, M. Jiménez y K. Acuña. *Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación. Una aproximación a la Pedagogía de las Ciencias* (pp. 105-135). Hermosillo: Editorial UniSon.
- Campanario, J. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de la ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 319-328.
- Campanario, J. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Carnap, R. (1965). La superación de la metafísica mediante el análisis lógico del lenguaje. En A. J. Ayer (Ed.), *El positivismo lógico* (pp. 88-114). México: Fondo de Cultura Económica Española.
- Carpio, C., Pacheco, V., Canales, C. y Flores, C. (2005). Aprendizaje de la psicología: Un análisis funcional. En C. Carpio y J. J. Irigoyen. *Psicología y Educación. Aportaciones desde la Teoría de la Conducta* (pp.1-32). México: UNAM.
- Carrillo, F. (1983). *El comportamiento científico*. México: Editorial Limusa.
- Carretero, M. (2000). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- Coll, C. (1987). *Psicología y currículum*. Barcelona: Editorial Laia.
- Feyerabend, P. (1975). *Tratado contra el Método*. México: Editorial Rei.
- Flores, F. (2004). El cambio conceptual: Interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*, 15 (3), 256-269.
- Flores, F. y Gallegos, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*, 62 (octubre-diciembre).
- Flores, F., Gallegos, L. y Reyes, F. (2007). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. *Perfiles Educativos*, XXIX (116), 60-84.
- Gallegos, L. y Flores, F. (2003). Concepciones, cambio conceptual, modelos de representación e historia y filosofía en la enseñanza de la ciencia. En A. López y Mota. *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje. Tomo I* (pp. 457-507). México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa.

- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.
- Gill, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Irigoyen, J. J., Acuña, K. y Jiménez, M. (2006). Análisis de los criterios de tareas en el aprendizaje de la ciencia psicológica. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11 (2), 209-226.
- Irigoyen, J. J., Acuña, K. y Jiménez, M. (2010). Análisis de competencias académicas en la formación de estudiantes en ciencias. En M. Fuentes, J. J. Irigoyen y G. Mares. *Tendencias en Psicología y Educación. Revisiones Temáticas. Volumen 1* (pp. 94-127). Red Mexicana de Investigación en Psicología Educativa. Sistema Mexicano de Investigación en Psicología.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2004). Análisis de la comprensión desde una perspectiva funcional. En J. J. Irigoyen y M. Jiménez. *Análisis Funcional del Comportamiento y Educación* (pp. 159-184). Hermosillo: Editorial UniSon.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2006). Evaluación de los modos lingüísticos en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11 (1), 81-95.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2007). Aproximación a la Pedagogía de la Ciencia. En J. J. Irigoyen, M. Jiménez y K. Acuña. *Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación. Una aproximación a la Pedagogía de las Ciencias* (pp. 13-44). Hermosillo: Editorial UniSon
- Kantor, J. R. (1990). *La evolución científica de la psicología*. México: Editorial Trillas.
- Kunh, T. S. (1986). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1975). La falsación y la metodología de los programas de investigación científica. En I. Lakatos y A. Musgrave. *La crítica y el desarrollo del conocimiento* (pp. 203-343). España: Editorial Grijalbo.
- Lopes, B. y Costa, N. (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas. Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 45-61.
- López, F. (1994). Cultura y convenciones: un análisis interconductual. En L. Hayes, E. Ribes y F. López. *Psicología Interconductual. Contribuciones en honor a J. R. Kantor* (pp. 127-142). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Mares, G. (2001). La transferencia desde una perspectiva de desarrollo psicológico. En G. Mares y Y. Guevara. *Psicología Interconductual. Avances en la Investigación Básica* (pp. 111-163). México: UNAM.
- Mares, G., Guevara, Y., Rueda, E., Rivas, O. y Rocha, H. (2004). Análisis de las interacciones maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (22), 712-745.
- Mares, G. y Rueda, E. (1993). El habla analizada desde la perspectiva de Ribes y López: Desarrollo Horizontal. *Acta Comportamental*, 1 (1), 39-62.
- Mateos, R. y Flores, C. (2008). Efectos de variar el grado de explicitación del criterio de ajuste sobre el desempeño de estudiantes en tareas de identificación y elaboración. *Acta Comportamental*, 16 (1), 73-88.
- Mejía, M. y Camacho, J. (2007). Variación de aprendizaje al emplear distintos modos del lenguaje en una interacción académica. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (2), 277-289.

- Morales, G., Pacheco, V., Canales, C., Silva, H., Arroyo, R. y Carpio, C. (2010). Apuntes para la transformación de la enseñanza de la ciencia desde la perspectiva interconductual. En C. Carpio. *Comportamiento creativo en estudiantes universitarios. Lectura, escritura y promoción* (pp. 79-109). México: UNAM.
- Nagel, E. (1974). *La estructura de la Ciencia*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- OCDE (2006). An analysis of the Mexican school system in light of PISA 2006. Recuperado el 30 de octubre de 2006, de http://www.oei.es/evaluacioneducativa/Mex_PISA-OCDE2006.pdf
- Pacheco, V. (2008). Del constructivismo al interconductismo en el estudio del aprendizaje de la ciencia. En C. Carpio. *Competencias profesionales y científicas del psicólogo. Investigación, experiencias y propuestas* (pp. 135-158). México: UNAM.
- Pacheco, V. y Villa, J. (2005). El comportamiento del escritor y la producción de textos científicos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 10 (27), 1201-1224.
- Padilla, M. (2006). *Entrenamiento de competencias de investigación en estudiantes de educación media y superior*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Padilla, M., Buenrostro, J. y Loera, V. (2009). *Análisis del entrenamiento de un nuevo científico. Implicaciones para la pedagogía de la ciencia*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Piaget, J. (1977). *La explicación en las ciencias*. Madrid: Martínez Roca.
- PNUD. (2009). Informe sobre Desarrollo Humano 2009. Superando barreras y desarrollo humanos. Recuperado el 20 de Agosto de 2010, de http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2009_ES_Complete.pdf
- Popper, K. (1959). *La lógica de la investigación científica*. México: Rei.
- Pozo, I. y Gómez-Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- Ribes, E. (1993). La práctica de la investigación científica y la noción de juego de lenguaje. *Acta Comportamental*, 1 (1), 63-82.
- Ribes, E. (1997). *Psicología General*. México: Editorial Trillas.
- Ribes, E. (2002). El problema del aprendizaje: Un análisis conceptual e histórico. En E. Ribes (Coord.), *Psicología del Aprendizaje* (pp. 1-14). México: El Manual Moderno.
- Ribes, E. (2007). Lenguaje, aprendizaje y conocimiento. *Revista Mexicana de Psicología*, 24 (1), 7-14.
- Ribes, E. y López, F. (1985). *Teoría de la Conducta. Un análisis de campo y paramétrico*. México: Editorial Trillas.
- Ribes, E., Moreno, R. y Padilla, A. (1996). Un análisis funcional de la práctica científica: extensiones de un modelo psicológico. *Acta Comportamental*, 4 (2), 205-235.
- Rizo, H. (2004). La evaluación del aprendizaje: una propuesta de evaluación basada en productos académicos. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 2 (2), 19-29.
- Rodríguez, J. (1998). La evaluación. Concepto y tipos. En A. Medina, J. Cardona, S. Castillo y M. Domínguez. *Evaluación de los procesos y resultados del aprendizaje de los estudiantes* (pp. 141-157). Madrid: UNED.
- Schaff, A. (1974). *Historia y Verdad*. México: Editorial Grijalbo.
- Schmidt, K. (1995). Problem-based learning. An introduction. *Instructional Science*, 22, 33-44.
- Troncoso, X. (2007). PISA y la lectura. Reflexiones para la educación escolar. *Revista Académica*, 33, 93-112.
- Varela, J. y Ribes, E. (2002). Aprendizaje, inteligencia y educación. En E. Ribes. *Psicología del Aprendizaje* (pp.191-209). México: El Manual Moderno.