

## Capítulo 1

### Aproximación a la pedagogía de la ciencia<sup>1</sup>

*Juan José Irigoyen, Miriam Yerith Jiménez y Karla Fabiola Acuña*  
Departamento de Psicología y Ciencias de la Comunicación  
UNIVERSIDAD DE SONORA

La educación es un fenómeno social. Acontece como relaciones entre individuos reguladas por criterios convencionales (normas, valores, técnicas e instrumentos) cuya función es la preservación de la cultura. En sentido estricto, es el medio mediante el cual se incorpora al ser humano a un ambiente normativo.

La escuela como institución y la enseñanza como ejercicio, cumplen el propósito de fomentar el desarrollo individual y social del ser humano, de dotar al individuo de los instrumentos necesarios para su adecuación a la dinámica social. Por esto, recientemente el *conocimiento como dominio del saber*, es visto como el valor agregado fundamental en los procesos de producción de bienes y servicios, como factor del desarrollo autosostenido en la sociedad, en el plano tecnológico y en el científico (Castañeda, 2004).

Lejos de una visión de ciencia como asiento de sabiduría y poder, nos interesa comprender las condiciones concretas de su realización como hacer y decir concretos, esto es, comportamiento científico, así como los criterios que lo regulan y las circunstancias en que ocurre su enseñanza-aprendizaje, entendiendo por enseñanza científica una formación en el modo científico de comportarse, cuyo propósito es que se constituya en una "práctica vinculada a

---

<sup>1</sup> Este manuscrito se deriva del proyecto: Evaluación de las interacciones didácticas en la enseñanza de las ciencias, realizado con el apoyo otorgado por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Sonora, Clave SON-2004-C02-006.

los hechos y las decisiones y acciones individuales de cada día" (Carrillo, 1983; p. 334).

Compete a las Instituciones de Educación Superior la labor de formar individuos capaces de desempeñarse de manera efectiva e innovadora en la generación de conocimiento y la solución de problemas, más aun cuando el siglo XXI plantea retos respecto a la vigencia del conocimiento, la modificación continua del mismo así como el acceso a la información, produciendo transformaciones en los patrones tradicionales de los procesos productivos, de la ciencia, la industria, el comercio y en general, de toda la actividad de las organizaciones humanas.

Las ciencias del comportamiento enfrentan el compromiso de dimensionalizar este fenómeno en sus diversas acepciones: como fenómeno sociológico (fines, agentes, desarrollo social), como fenómeno pedagógico (propósitos, medios, optimización de los procesos educativos), como fenómeno psicológico (circunstancias en que ocurre el aprendizaje, la enseñanza, criterios de ajuste y de evaluación).

La pedagogía constituye un saber integrador de múltiples disciplinas (historia, filosofía, sociología, psicología) que trata los fenómenos de la educación, en sus diferentes acepciones: actores, escenarios y criterios normativos. La didáctica es la disciplina pedagógica aplicada, que estudia los métodos, procesos y técnicas para potenciar la enseñanza y el desarrollo profesional de los docentes, su interés radica en propiciar el aprendizaje formativo de los estudiantes en los más diversos contextos (Medina y Salvador, 2002; Vadillo y Klingler, 2004).

La mayor parte de las innovaciones pedagógicas y las investigaciones didácticas han tratado de mejorar la comprensión y el aprendizaje del alumno modificando los contenidos de los programas y las estrategias de enseñanza de los maestros, en lugar de considerar cómo el alumno puede aprender mejor, en qué situaciones puede construir su saber y cuál podría ser el papel del docente para facilitar dicha construcción, segmentando inadecuadamente a los diferentes sujetos y condiciones de la acción y obviando las condiciones de interacción didáctica como una unidad (Pozo, 2003).

En lo que respecta a la psicología, ésta constituye una disciplina científica que define un objeto y una metodología que permiten entender las circunstancias y los procesos comprendidos en el acto de aprender, las condiciones que probabilizan su ocurrencia y su transferencia. Aporta criterios de evaluación que permiten diferenciar desempeños y su pertinencia en función del ámbito y el criterio de logro requerido.

En este sentido, la psicología aplicada a la educación, es el cuerpo de conocimiento que estudia las características, modulaciones y condiciones del cambio comportamental humano en situaciones educativas (interacción docente-aprendiz), cuyo objetivo es lograr el desarrollo -intelectual, cognitivo, competencial- de los individuos en los diferentes escenarios de organización social (Hernández, 1999; Ribes, 2004).

La aportación de la psicología a la comprensión de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, se ha enfocado en las últimas dos décadas al análisis de las variables *del individuo que aprende y las circunstancias socio-históricas* en las cuales se construye el conocimiento. Autores como Hernández (1999) plantean que la psicología como disciplina de conocimiento, no debe circunscribirse sólo a las variables del proceso de aprendizaje, a los contenidos, o sus circunstancias. En otras palabras, el proceso enseñanza-aprendizaje debiera considerar en su dimensión psicológica, las interacciones docente-aprendiz respecto a los eventos de estudio de la disciplina (ámbito) que se enseña-aprende. La pertinencia de tomar como agente determinante a uno de los factores (profesor, alumno, contexto o materiales) se ha cuestionando por autores como Carretero (2000) en el contexto de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, así como la discusión respecto a la participación del pensamiento formal como requisito necesario para comprender el lenguaje científico.

Para los autores que se fundamentan en una propuesta cognitiva, el aprendiz es un agente dinámico y autorregulador en los procesos de adquisición de su conocimiento, ya que el aprendizaje es concebido como la construcción de nuevo conocimiento sobre la base del conocimiento actual, lo que implica que el aprendiz sea capaz de: a) desarrollar estrategias de planeación y evaluación -el qué, el cómo y el para qué se aprende-; b)

establecer metas como aprendizaje a lograr; c) modificar, seleccionar y construir las estrategias necesarias para el logro de las metas deseadas así como estimar el grado en que éstas se cumplieron (Castañeda, 2004; Pozo, 2003).

En lo que concierne al aprendizaje de las ciencias, éste requiere un proceso de explicitación y reconstrucción progresiva de las representaciones implícitas y encarnadas en este dominio (Pozo, 2003). Se identifican como condición necesaria, la utilización de heurísticos o reglas que simplifican la construcción de las representaciones implícitas como reglas de semejanza, contigüidad espacial, contigüidad temporal y covariación cualitativa o cuantitativa de los eventos que se estudian.

Por otra parte, se establece que la adquisición del conocimiento científico implica la reconstrucción respecto a la manera en como representamos los eventos: de objetos concretos a procesos (relaciones entre sucesos) "...el peso en la física newtoniana no es ya una propiedad material, absoluta de los objetos, sino una relación entre sus masas. El calor tampoco es una propiedad material de los objetos sino una relación energética" (Pozo, 2003; p. 218).

De esta forma, más que acumular conocimiento o sustituir unos conceptos por otros, la instrucción científica debería promover una *reflexión o redescrición representacional* de unos saberes en otros, asumiendo que ciertas formas de conocimiento tienen mayor potencia representacional. Dicho conocimiento que se traduce en prácticas de los aprendices y docentes, reguladas por criterios disciplinares, se significan en función de aquellas dimensiones del objeto de conocimiento que son pertinentes, bajo criterios de contrastación y verificación.

Una aproximación cognitiva al aprendizaje de la ciencia lo constituye la línea de investigación acerca del *cambio conceptual*, en donde, uno de los problemas encontrados cuando se implementan programas para generar el cambio conceptual es que la instrucción resultó eficaz en el tipo de tareas en el que los aprendices recibieron la instrucción, cuando se evaluó el mismo

---

contenido con un formato diferente, no se encontraron resultados a favor de la transferencia del aprendizaje (Limón y Carretero, 2000; Mares, 2001).

Para Rodríguez-Moneo y Carretero (2000) el cambio conceptual se logra cuando un sujeto cambia las relaciones con el contexto, relacionándose con él de otro modo, concediéndole un nuevo significado. En este sentido, desde el punto de vista didáctico, no basta con que el profesor proponga actividades que contradigan el conocimiento previo del aprendiz, sino que es necesario que expongan las teorías disciplinares que se constituyen como descripción alternativa.

En el estudio de Baillo y Carretero (2000), la verificación o falsación de una hipótesis (estrategia de razonamiento) depende más del conocimiento del dominio que del desarrollo cognitivo *per se*. La idea previa que el aprendiz explicita con relación a la explicación del evento determina qué relación va a verificar y en cuáles utilizará una estrategia que contradiga el supuesto, generalmente utiliza estrategias de verificación sólo en aquellas relaciones que afianzan su creencia respecto a su explicación.

En este sentido, si se produce el cambio conceptual, no necesariamente ocurre hacia una descripción *disciplinariamente* más adecuada y pertinente, sino con relación a descripciones que resultan más acordes a una visión precientífica, de sentido común, lo que implica que el cambio conceptual ocurre pero no en la dirección esperada.

No resulta suficiente evidenciar que las ideas previas o concepciones alternativas del estudiante no son pertinentes en el contexto de la disciplina que se enseña-aprende; para generar el cambio conceptual, es necesario demostrar -con el ejemplo y el ejercicio-, que la descripción que formula no es pertinente en el sentido de que emplea categorías con significados diversos para referir al objeto de estudio o se confunden niveles de descripción conceptuales, instrumentales y de medida (Limón y Carretero, 2000; Rodríguez-Moneo y Carretero, 2000).

Decir que el estudiante no aprende, significa dado lo anterior, que el alumno no cuenta con el repertorio lingüístico (historia de referencialidad)

suficiente para elaborar la referencia lingüística en relación al objeto referente, que se requiere en ese momento de evaluación. En otras palabras, la forma en como se le ha enseñado a "usar el lenguaje" no resulta pertinente para describir las relaciones entre eventos que la disciplina estudia "...mediante el lenguaje se nombra, se construyen objetos, el lenguaje mismo se convierte en objetos, se describe, se afecta y se planea el comportamiento y, lo más importante de todo, el lenguaje mismo constituye la forma de acto humano por excelencia: hablar, leer, escribir, gesticular, escuchar y observar" (Ribes, 2000; p. 227) "...el mundo –o la realidad– como una colección de cosas, personas, acontecimientos y actividades, no es comprensible sino a través del lenguaje como una forma de vida" (Ribes, 1993; p. 67).

Ese es el objetivo de la instrucción en ciencias, que en palabras de Sutton (2003) nos dice: "me parece que una parte importante de la educación científica debería orientarse a ayudar a los estudiantes a recuperar algunas de las luchas pasadas y a oír las voces auténticas de aquéllos que participaron en el proceso de formular una nueva forma de pensar" (p. 23), entendiendo el pensar como actividad relacional pertinente a los objetos de referencia, como un acto lingüístico que es regulado por los juegos de lenguaje.

El docente en este sentido cumple la función de auspiciar interacciones efectivas entre el alumno y los referentes de la disciplina que lleven a la confrontación entre alternativas explicativas, vinculando el conocimiento científico y el cotidiano. Resulta necesario señalar que la concepción que el docente tiene acerca de cómo aprenden sus alumnos es decisiva en la metodología de enseñanza que vaya a desarrollar (Mares y Guevara, 2004; Rodríguez-Moneo y Carretero, 2000).

Es importante que los contenidos científicos sean enseñados de manera conjunta con las formas de comportamiento que llevaron a la obtención de dichos productos ya que, conceptos y procedimientos resultan inseparables, y a menudo las distinciones demasiado rígidas al respecto pueden servirle al profesor para ordenar su actividad docente, pero no son realistas con respecto a su enseñanza y los criterios de evaluación del aprendizaje en función del saber hacer y del saber decir.

Si el interés radica en identificar los factores que promueven desempeños que se ajustan a requerimientos disciplinares concretos, estudios acerca de la evaluación del conocimiento previo han permitido comprender que existen aspectos que comparten los estudiantes en la manera en como interpretan un fenómeno científico: 1) la referencia que formulan del evento depende de la tarea utilizada para identificarla, es dependiente de dimensiones perceptibles y de la experiencia del alumno en su vida cotidiana; 2) es funcional para el alumno y resistente al cambio; y 3) afecta de modo diferencial dependiendo del dominio a establecer en términos del nivel de especificidad/generalidad (Limón y Carretero, 2000).

En este sentido, el trabajo del docente como experto en el dominio de su área de conocimiento pero a la vez, en la enseñanza de su disciplina, requiere que su desempeño se corresponda con: a) la comprensión teórica de los problemas y contenidos a trabajar; b) la realización de tareas de corte observacional y experimental que los alumnos van a efectuar; c) la variación de las actividades y formas de trabajo de los alumnos (individual, grupal) según el tipo de desempeño que se intenta favorecer y; d) la evaluación de lo que saben hacer y decir los educandos en relación con el ámbito disciplinar y el criterio de logro requerido.

Cabe mencionar que la condición de experto en un dominio no asegura la eficacia del mismo como facilitador del aprendizaje, lo que nos lleva a la distinción entre la competencia del experto en el dominio disciplinar, y la competencia del experto en el dominio del escenario en el que se produce la adquisición del saber hacer y decir, en donde el objetivo es el establecimiento del juego de lenguaje disciplinar (en lo conceptual y metodológico), no el incremento de información (Márquez, 2004).

La distinción entre comportamiento experto y novato radica en que el desempeño de un experto presenta mayores conocimientos y mejores habilidades de razonamiento -en cuanto al conocimiento de dominio-, así como la disposición, organización y aplicación de las estrategias para abordar un problema determinado (Márquez, Op. cit.).

Dicho planteamiento parte de un modelo analítico derivado de la lógica que supone la existencia de procesos psicológicos especiales como son el pensamiento crítico y reflexivo, ingenioso, regulado por operaciones formales, característico de un científico. No obstante, la conducta del científico puede ser descrita con base en los mismos procesos que los de otros individuos que no hacen ciencia. La distinción está en función de los criterios de logro y los juegos de lenguaje que le dan sentido funcional ha dicho comportamiento (Ribes, 1993; Ribes, Moreno y Padilla, 1996; Padilla, 2006).

### **Modelo de comportamiento científico**

El análisis de la ciencia, en su dimensión psicológica, plantea que la ciencia no es un modo privilegiado de conocimiento, producto de la participación de procesos psicológicos especiales. La ciencia, como un modo de conocer, es comportamiento que se regula por los criterios acerca de cómo identificar en la práctica el objeto teórico de conocimiento y de cómo comunicar las actividades realizadas y los resultados obtenidos.

El modelo de la práctica científica individual (Ribes, 1993; Ribes, Moreno y Padilla, 1996; Padilla, 2006) plantea que la actividad de un científico puede ser analizada considerando los siguientes factores: la metáfora-raíz y el modelo, la teoría formal, los juegos de lenguaje y el ejemplar, y los procesos y competencias conductuales.

Los juegos de lenguaje representan los criterios convencionales que significan las prácticas que identifican al grupo de referencia: "lo que comparten la diversidad o variación de prácticas científicas es un conjunto de criterios acerca de cómo identificar el objeto teórico de conocimiento en la práctica y de cómo comunicar socialmente, en forma más o menos normalizada, las actividades realizadas y los resultados obtenidos" (Ribes, 1993; p. 65). Las prácticas presentes en toda actividad científica, pueden contemplarse como distintos juegos de lenguaje, a saber: el juego de la identificación de los hechos; de las preguntas pertinentes; de la aparatología; de la observación; de la representación; y el juego de las inferencias y



conclusiones (para una revisión exhaustiva de lo que comprende cada uno de los juegos de lenguaje enunciados ver Ribes, 1993).

La teoría formal delimita los eventos, las herramientas y los criterios de interacción del científico con su realidad de estudio: "para la ciencia, los eventos son el punto de partida, pero en la medida en que siempre constituyen referencias concretas de la experiencia cotidiana, la ciencia los abstrae analíticamente, para crear hechos que solo son observables y tienen sentido desde una teoría particular" (Ribes, 1993; p. 74). La teoría y su ejemplar, determinan lo que el científico hará, los problemas que se planteará, las estrategias que utilizará para abordar dichos problemas, el tipo de datos que recolectará, la manera en que interpretará dichos datos así como la forma en que comunicará a otros sus resultados. En términos del tipo de contenidos funcionales que representan para el científico, las categorías de la teoría se clasifican en: taxonómicas, operacionales, de medida y representacionales.

Las categorías taxonómicas delimitan los hechos de interés de una disciplina, son para el científico individual, la realidad a estudiar. Las categorías operacionales se corresponden con los procedimientos que lleva a cabo el científico para obtener evidencia empírica –datos– respecto a los hechos delimitados por las categorías taxonómicas. Las categorías de medida constituyen las dimensiones cuantificables asignadas a los eventos de estudio, que afectan la actividad del científico en la forma de datos. Las categorías representacionales constituyen la referencia que el científico hace respecto a su práctica científica.

Padilla (2006) evaluó la influencia de la teoría, con énfasis en las categorías taxonómicas (teoría genética operatoria), operacionales (teoría operante), de medida (teoría de rasgos) y representacionales (teoría computacional), a partir de la cual se forma al novel aprendiz y su efecto en el desarrollo de competencias de distinto nivel funcional. La exposición de los sujetos a la preparación experimental (diseño de una tarea para la formación de conceptos) permitiría observar, entre otras cosas: a) el tipo de problema que planteaba el sujeto como relevante; b) la elaboración del diseño experimental; c) qué medidas proponía tomar; d) sobre la base de qué; e) de que manera analizaba los datos para tratar de contestar sus preguntas; f) a

qué conclusiones llegaba y qué otros experimentos proponía llevar a cabo a partir de los resultados observados.

Los resultados de dicho estudio confirmaron que la dominancia categorial de la teoría entrenada promueve el desarrollo diferencial de competencias al enfatizar contenidos funcionales distintos (taxonómicos, operacionales, de medida y representacionales) respecto a los eventos de estudio, mostrando una correlación entre la dominancia categorial y el tipo de preguntas, los procedimientos y la métrica utilizada en la tarea experimental. Por lo anterior, el aprendizaje de la ciencia no se caracteriza por la adquisición y ejercicio de competencias genéricas, transferibles a cualquier área de estudio, las competencias se adquieren respecto a circunstancias funcionales determinadas por la teoría en que se es formado, siendo éstas, específicas a dicha condición.

### La enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en ciencias: criterios psicológicos

El concepto de aprendizaje ha estado asociado tradicionalmente con el criterio de cambio. Se dice que alguien *ha aprendido algo* cuando se observan formas de hacer o decir que difieren a las observadas en un momento anterior. Para la enseñanza en ciencias, la referencia al aprendizaje es fundamental al plantearse preguntas del tipo de ¿qué y cómo aprenden los estudiantes?, ¿cuáles son las condiciones favorables para que ocurra?, ¿cómo evalúo su ocurrencia?.

El uso del término aprendizaje conlleva la metáfora de la adquisición, de la cual se es víctima, en el sentido propuesto por Turbayne (citado en Roca, 1993) cuando se plantea el aprendizaje como procesamiento de información, equiparando el funcionamiento de la mente con el de un ordenador, o depositaria del conocimiento. Lo mismo sucede con el término de transferencia –llevar a través, pasar o llevar algo desde un lugar a otro–, derivando preguntas como: ¿lo que se aprende son conocimientos, contenidos, habilidades, valores, competencias?, ¿lo que se transfiere es el conocimiento?, ¿dónde se deposita lo que se aprende para después transferirse?, ¿será diferente la evaluación del aprendizaje a la evaluación de la transferencia?

Lo que el individuo aprende en términos funcionales, es a interactuar con los objetos, eventos o situaciones, de modo que se corresponda con los criterios de logro o adecuación –implícitos o explícitos– en las circunstancias que delimitan la situación de aprendizaje "...se sabe o se conoce en la medida en que *se hace, se dice, se hace lo que se dice, o se dice sobre lo que se hace*. Cuando se aprende algo, el conocimiento adquirido no es ajeno o distinto a lo que se aprende a hacer o decir, a hacer lo que se dice, o a decir sobre lo que se hace. El saber y el conocer no son separables del desempeño o actividad que se aprende; ambos constituyen la consecuencia o resultado de haber aprendido un desempeño respecto de algo" (Ribes, 2002; p. 4). Por lo tanto, los resultados –desempeño que se ajusta al criterio– no son consecuencias del aprendizaje, el aprendizaje son los resultados observados.

La transferencia como fenómeno conductual no implica un ajuste distinto al acto de aprender. Definida como la emergencia de comportamiento que se ajusta a una situación novedosa, implicaría considerar, para motivos de su identificación, las variaciones en términos de las instancias, modalidades, relaciones y dimensiones (Varela y Quintana, 1995) que definen la novedosidad de la situación en la que se responde.

En el análisis de las interacciones didácticas, la enseñanza, el aprendizaje y su generalización, no constituyen procesos de transmisión, adquisición y transferencia de contenidos de conocimiento, sino una interacción en la que se comparten los modos del saber hacer y del saber decir, en donde el establecimiento de desempeños competentes sólo es posible en la medida en que el agente que enseña es capaz de hacer y decir lo que enseña. La evaluación del aprendizaje es un ejercicio de constatación del desempeño del aprendiz respecto a los criterios disciplinares que media el docente (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004b). Por tanto, el aprendizaje de la ciencia se da mediante la práctica y como práctica. En otras palabras, se aprende a hacer ciencia, haciendo ciencia. Es éste el sentido al hablar de pedagogía de la ciencia, el ser capaz como docentes de auspiciar mediante la ilustración, la ejemplificación y la retroalimentación el cómo debe ejercitarse la ciencia, como visión y operación respecto a la realidad de estudio.

### La interacción didáctica en ciencias

La modificación de los modelos de enseñanza y aprendizaje en respuesta a las nuevas demandas de la sociedad del aprendizaje y del conocimiento se enfrentan con la presencia de teorías implícitas, hábitos y creencias profundamente arraigadas respecto a la naturaleza del conocimiento y los procesos que pueden favorecer su adquisición (Pozo, 2003).

El término de *interacción didáctica* intenta recuperar el sentido funcional del proceso interactivo (proceso enseñanza-aprendizaje) como interacción mediada lingüísticamente entre individuos (profesor, alumno) con referencia a los objetos o situaciones referentes del dominio disciplinar.

El término de *dominio o ámbito de desempeño* lo empleamos para referir al contexto lingüístico en donde el comportamiento de los individuos se significa. Al respecto, Ribes, Cortes y Romero (1992) sostienen el carácter eminentemente lingüístico del comportamiento humano, cuya funcionalidad está dada por el lenguaje como práctica regulada convencionalmente. La noción de juegos de lenguaje como circunstancia funcional y criterio, denota este sentido. El significado de los conceptos que conforman el lenguaje, se expresa como "uso en contexto". De esta manera, es posible identificar juegos de lenguaje específicos a las características particulares de los contextos en donde tiene lugar el comportamiento de los individuos, uno de ellos, es el científico. Es en las universidades donde dichas referencias lingüísticas y sus criterios de uso son establecidos.

En el contexto de enseñanza de una disciplina de conocimiento, el producto del científico o del tecnólogo formalizado en teorías, modelos, procedimientos, estrategias de intervención, constituyen los referentes lingüísticos a partir de los cuales el profesor modela la forma en cómo identificar hechos pertinentes a la disciplina de estudio, mediante recursos conceptuales e instrumentales; a su vez ilustra y retroalimenta el desempeño del alumno con relación a la identificación y descripción de los criterios que le "dan existencia" a los hechos pertinentes a la disciplina. Es conveniente señalar

que un profesor que enseña ciencias, necesariamente debe ser un practicante de la misma, de no serlo, su ejercicio consistiría en una práctica discursiva respecto a los productos de los científicos sin referencia a las actividades que llevaron a la obtención de los mismos (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004a; Mares, Guevara, Rueda, Rivas y Rocha, 2004).

Es necesario que el docente como auspiciador del aprendizaje, sea capaz de:

- cumplir con eficacia los criterios de logro de la disciplina que enseñan,
- expresar claramente el o los desempeños para satisfacer el criterio (decir cómo),
- ejemplificar el o los desempeños que satisfacen el criterio (instrumentar),
- disponer las condiciones necesarias para que el alumno practique "el cómo" se logra el criterio,
- retroalimentar los aciertos o errores a lo largo del proceso de aplicación del conocimiento, procurando que el sujeto genere a partir de su propia ejecución, los moduladores de la misma (Ibáñez y Ribes, 2001; Varela, 1998).

De esta manera, el profesor no sólo transmite "conocimiento", dicha práctica se caracterizaría con la repetición o reiteración de la información contenida en los materiales de estudio; el profesor auspicia la ocurrencia de interacciones del alumno con los referentes de estudio que conduzcan al ejercicio de los modos de comportamiento como prácticas efectivas, variadas y pertinentes al dominio de la ciencia, esto es, como desempeños competentes.

Las situaciones de enseñanza de las competencias se diseñan a partir de los ejemplares o prototipos del dominio de conocimiento, en circunstancias en donde se tienen que ejercitar los juegos de lenguaje de la identificación de hechos teóricos, formulación de preguntas pertinentes al ámbito, instrumentación de las condiciones para la producción, registro y representación de los eventos de estudio, a partir de criterios conceptuales y metodológicos.

El ajuste gradual del comportamiento del alumno a las prácticas conceptuales y metodológicas (instrumentales y de medida) de la disciplina es analizado como el desarrollo de competencias. El término de competencia conductual refiere a la "organización funcional de las habilidades para cumplir con un tipo de criterio" (Ribes, 2006; p. 21), define una disposición en términos de probabilidad de comportarse de manera efectiva y variada ante una situación novedosa.

El docente media la interacción del aprendiz y los objetos o situaciones referentes a partir de criterios disciplinares (conceptuales y metodológicos) y criterios instruccionales especificados como objetivos de aprendizaje. Un objetivo de aprendizaje especifica el criterio a cumplir en una interacción didáctica en función de: a) lo que se está enseñando (aspectos conceptuales, instrumentales, métricos), b) lo que el estudiante debe hacer o decir, y c) las circunstancias bajo las cuales se establece, se ejercita, se retroalimenta y se evalúa el desempeño requerido como criterio de logro (nivel funcional de ajuste).

El criterio de logro o criterio de ajuste consiste en el requerimiento conductual impuesto en la situación interactiva (Carpio, 1994; Ribes, Moreno y Padilla, 1996), los cuales permiten diferenciar desempeños en términos de:

- *Ajustes de tipo diferencial*, que consisten en la correspondencia del desempeño del aprendiz a las propiedades del evento referente, el cual mantiene una ocurrencia invariable en tiempo y lugar. El desempeño del aprendiz se ajusta a las propiedades constantes de los eventos, en una situación particular. Dicho desempeño se identifica cuando se le solicita al aprendiz que enuncie los tipos de diseños experimentales, defina según el autor los términos de variable dependiente e independiente o señale los elementos que conforman un objetivo experimental. El tipo de organización funcional identificado en este criterio es de tipo *contextual*.

- 
- *Ajustes de tipo efectivo*, ante el cual el desempeño del alumno se ajusta a las propiedades del evento referente produciendo efectos (ya sea haciendo o hablando) en la situación interactiva. El desempeño del alumno produce una relación entre eventos como efecto de su desempeño. Ejecuciones que se identifican con este criterio son: representar gráficamente un dato, instrumentar un procedimiento experimental u obtener el promedio de un conjunto de datos. El tipo de función identificada con este criterio es *suplementaria*.
  - *Ajustes de tipo pertinente*, consisten en el ajuste del desempeño del aprendiz a condiciones variantes del objeto, evento o situación referente, que adquiere un carácter condicional, respecto a otro evento. Ejecuciones que se identifican con este criterio son seleccionar el tipo de diseño experimental en función del objetivo experimental o asignar el análisis estadístico pertinente según la naturaleza del dato. En este criterio, se estructuran interacciones de tipo *selector*.

Los tres criterios anteriormente descritos se identifican con interacciones reguladas situacionalmente. Los criterios siguientes describen interacciones sustitutivas.

- *Ajustes de tipo congruente*, la característica esencial de este tipo de ajuste es la participación de un sistema convencional que regula los intercambios del aprendiz con los objetos o eventos referentes. El desempeño del aprendiz se ajusta a propiedades no aparentes y no presentes de los objetos o eventos referentes con base en otra situación. Ejecuciones que caracterizan el cumplimiento de este tipo de criterio son describir una situación problema con base en los criterios de la disciplina, interpretar una representación gráfica o modelar una relación entre categorías de una teoría. En este nivel, la organización funcional de la interacción es *sustitutiva referencial*.
- *Ajustes de tipo coherente*, el desempeño del alumno se da respecto a eventos de carácter convencional a partir de respuestas también convencionales, esto es, el comportamiento del individuo consiste en establecer "una relación a partir de relaciones". Este tipo de interacción se identifica con la elaboración de análogos o modelos respecto a la

"realidad" estudiada. Se clasifica en tres modos: a) establecer equivalencias o similitudes entre eventos convencionales (p.e., señalar similitudes entre conceptos de diferentes teorías), b) supeditar la relación funcional entre eventos convencionales a las condiciones de otro (establecer una relación entre dos conceptos con base en una categoría distinta perteneciente a otra teoría) y, c) formular relaciones entre eventos a partir de la creación de nuevas relaciones entre conceptos (casos como la creación de un modelo explicativo). Este criterio se identifica con la mediación *sustitutiva no referencial*.

De esta manera, consideramos necesario que los criterios de evaluación del aprendizaje del conjunto de prácticas que definen a la disciplina incluyan dos elementos fundamentalmente: su sentido de pertinencia, como juegos de lenguaje, y su nivel funcional, como criterios de ajuste y modalidades variantes.

### **Evaluación funcional de la competencia lectora en el aprendizaje de las ciencias**

La formación de estudiantes en ciencias se sustenta en el establecimiento de desempeños que se ajustan de modo efectivo y variado a los criterios convencionales disciplinares. Éstos norman los modos de proceder y decir respecto a la realidad empírica identificada como objeto de estudio. Las teorías, los modelos, los procedimientos, los juicios éticos asociados a la práctica científica, constituyen la concreción de dichos modos de proceder y decir, compendiados en los textos científicos, manuales de instrumentación o materiales multimedia.

Derivado de lo anterior, la enseñanza de un lector competente es una de las áreas que mayor atención ha recibido por parte de los investigadores en educación. En la propuesta que aquí se presenta, comprender es empleado para referir comportamiento funcionalmente adecuado o pertinente en tanto satisface criterios (Carpio, Pacheco, Flores y Canales, 2000). La satisfacción de criterios depende tanto de las condiciones de la situación a las que se ajusta el



individuo como de algunas variables de naturaleza eminentemente histórica (Arroyo, Morales, Pichardo, Canales, Silva y Carpio, 2005).

Parece lógico suponer que la manera en como el lector ha establecido contacto con los textos de un dominio de conocimiento modula su ejecución actual, y dado que todo comportamiento es por naturaleza histórico, es factible encontrar en dicha historia los promotores de tales tendencias comportamentales.

La historia de referencialidad como concepto más específico se identifica con los contactos sustitutivos precedentes de tipo referencial y no referencial, mientras que la historia de contactos no sustitutivos queda definida como historia situacional efectiva. Ambas son concebidas como factores disposicionales que probabilizan que el lector establezca cierto tipo de relaciones con los textos.

Por tal motivo, Arroyo y cols. (Op. cit.) llevaron a cabo un estudio con estudiantes universitarios que consistió en exponerlos a criterios cualitativamente distintos de lectura, de complejidad creciente, y posteriormente evaluar su desempeño lector en situaciones de prueba que requerían ajustes de tipo situacional o referencial. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de seis grupos (uno control y cinco experimentales). Cada grupo experimental (exceptuando al grupo control) recibió un entrenamiento distinto que involucraba tipos diferenciales de contacto con el referente del texto de prueba. Una vez concluida la fase de entrenamiento, todos los grupos (tanto control como experimentales) fueron evaluados.

En función de los resultados observados, los autores argumentan que:

- a) Las diferencias en función de la proporción de aciertos de los diferentes grupos es producto del entrenamiento recibido, aun cuando tales diferencias no se derivan de una relación uno a uno entre el tipo de historia con los referentes y el tipo de preguntas.
- b) Así mismo, observaron una función directamente proporcional entre la complejidad del tipo de entrenamiento y los porcentajes totales de aciertos.

c) Finalmente, la proporción de aciertos es mayor en las preguntas que implican un ajuste situacional con la lectura, que en aquellas que requieren un ajuste sustitutivo con los referentes del texto.

Para Fuentes y Ribes (2001) la comprensión lectora consiste en una interacción lingüística posibilitada por los modos lingüísticos del lenguaje (observar-gesticular/señalar, escuchar-hablar, leer-escribir) y es considerada como tal cuando el individuo que se comporta reactivamente interactúa lingüísticamente con el objeto de estímulo, mediado por el comportamiento activo del otro individuo. Dichos autores llevaron a cabo un estudio con el propósito de evaluar la posible correspondencia entre la modalidad del texto y el tipo de comprensión lectora así como si la modalidad del texto auspicia un tipo de interacción particular (en términos de su nivel funcional de ajuste).

Participaron en el estudio sujetos que cursaban los últimos grados de educación básica, empleando textos de las siguientes modalidades: actuativa, requiere que al leerse tenga que hacerse algo respecto de él y con él; constativa, caracterizada por la demostración, narración, o mención en lo general de objetos, acontecimientos, personas, o propiedades en situaciones diversas; y definicional, consiste en relaciones simbólicas o lingüísticas, por lo cual, la lectura de este tipo de textos requiere el cumplimiento de los criterios que se delimitan como propiedades y funciones de los términos simbólicos.

Los resultados mostraron, en términos generales, que no hubo correspondencia entre la modalidad del texto y la ejecución óptima en la prueba de la misma modalidad. A su vez, los resultados sugieren que independientemente de la secuencia (en términos de la modalidad del texto) a la que fueron expuestos los participantes, fue mayor la comprensión con modalidad actuativa, cuando se trató de un texto con referente familiar. Cuando el texto incluyó un referente poco familiar (generalmente de tipo convencional) fue mayor la comprensión en la modalidad definicional que en la actuativa y la constativa.

En resumen, la comprensión lectora dependió directamente de la dificultad de los textos, la cual fue determinada por el grado de familiaridad y por el grado de abstracción de los contenidos. Por otro lado, la comprensión

lectora no fue facilitada por la correspondencia entre la modalidad del texto y la modalidad de la prueba, en donde los porcentajes de comprensión más altos se dieron ante las pruebas de tipo actuativo y en las pruebas de competencia lectora de carácter situacional.

Finalmente, un aprendiz cuyo desempeño lector se ajuste a la repetición y memorización de contenidos, no será capaz de responder a criterios de logro que impliquen comportamiento crítico, analítico y generador de nuevos planteamientos en ciencia, esto es, comportamiento que se ajusta de modo sustitutivo a propiedades y circunstancias producidas y mediadas por el comportamiento lingüístico.

### **Criterios para la evaluación de las interacciones didácticas**

El análisis y evaluación de las interacciones didácticas en la enseñanza de las ciencias se deriva de una propuesta de campo psicológico (Kantor, 1980; Ribes y López, 1985) que define como unidad analítica las relaciones de contingencia entre los factores que participan en dicha interacción. Lo anterior ha permitido elaborar un modelo analítico que integra bajo una misma lógica conceptual y metodológica, los actores y los medios que coinciden en el escenario educativo (Carpio e Irigoyen, 2005; Ibáñez y Ribes, 2001; Irigoyen, 2006; Mares y Guevara, 2004; Varela y Ribes, 2002), identificando variables críticas asociadas al aprendizaje y la enseñanza de una disciplina científica.

La evaluación del aprendizaje, entendido como el ajuste funcional a los criterios derivados del ámbito disciplinar, consiste en la valoración de desempeños con nivel de complejidad cualitativamente diferencial, que resultan pertinentes a determinado conjunto de prácticas correspondientes al área de conocimiento (Irigoyen, 2006), considerando que:

- a) Las interacciones docente-aprendiz-material de estudio, docente-material de estudio y aprendiz-material de estudio, se significan en el ámbito convencional de la disciplina que se enseña-aprende.
- b) El contexto convencional de la disciplina que se enseña-aprende se constituye por los juegos de lenguaje en lo conceptual (eventos,

clases, estados, relaciones, procesos), en lo instrumental o procedimental (operacionalizar e instrumentar arreglos tempo-espaciales entre eventos, asignar dimensiones de ocurrencia en lo cuantitativo y en lo cualitativo a los efectos producto de la instrumentación) y en lo actitudinal (juicios éticos).

c) Las relaciones entre docente-aprendiz-materiales de estudio se estructuran a partir de criterios de logro, que se derivan del objetivo instruccional o el criterio de tarea.

d) Las interacciones aprendiz-materiales de estudio pueden ser analizadas en términos de su forma (morfología), modalidad lingüística y nivel funcional. La morfología del desempeño refiere a la dimensión de ocurrencia del desempeño del aprendiz, definido a partir de criterios observacionales (nominar, describir, relacionar, argumentar). La modalidad lingüística consisten en el modo lingüístico del desempeño requerido: observar-señalar, escuchar-hablar, leer-escribir. El nivel funcional refiere a la complejidad del criterio de tarea y los recursos conductuales necesarios para su solución efectiva.

En la Figura 1 se representan las relaciones y los componentes del modelo de evaluación, derivado de los supuestos anteriores.

Partiendo de la premisa de que el aprendizaje de la ciencia consiste en el ajuste gradual del desempeño del aprendiz a los criterios convencionales de la disciplina de conocimiento, se efectuaron una serie de estudios con el propósito de caracterizar dicho ajuste en términos del criterio de tarea al cual eran expuestos noveles estudiantes universitarios (Irigoyen, 2006; Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2006; Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004b).

En el estudio reportado por Irigoyen (2006), se evaluó el desempeño del aprendiz ante criterios de tarea variantes del ámbito disciplinar en psicología. Los criterios de tarea evaluados fueron: 1) identificar información textual y relacionarla con su descriptor; 2) realizar una operación matemática, 3) relacionar información no contenida en los materiales de evaluación con su descriptor y, 4) relacionar ejemplos con el descriptor del concepto. En términos del logro evaluado se prescribieron actividades que permiten

cualificar el desempeño de los aprendices en función de su diferencialidad, efectividad, pertinencia (nivel situacional), congruencia y congruencia (nivel sustitutivo).

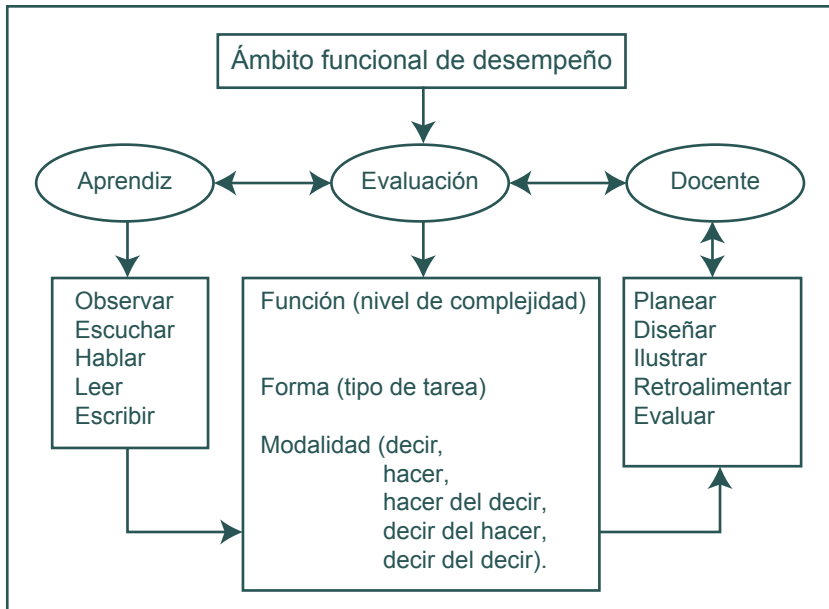


Figura 1. Modelo de evaluación de las interacciones didácticas (Irigoyen, 2006).

En términos generales, los resultados observados en este reporte se resumen en que la mayor proporción de aciertos se presentó en tareas que requieren proporcionar una respuesta a partir de la información contenida en el texto o en la pregunta, y en tareas que requieren llevar a cabo una operación matemática (ajustes de tipo situacional); la mayor proporción de errores se observó en tareas cuya característica es que se proporcione una respuesta que no está contenida en el texto o en la pregunta, lo que conlleva a un ajuste de la respuesta de tipo congruente al criterio de tarea.

La evaluación del desempeño lector ante requerimientos de tarea que solicitaban una respuesta textual y no textual fue el propósito del siguiente estudio (Irigoyen, Op. cit.). La tarea a la que fueron expuestos los participantes consistió en la lectura de un reporte de investigación para posteriormente contestar una serie de preguntas respecto a: la pregunta de investigación, variables explicitadas en el reporte de investigación, sesiones experimentales, selección de sujetos, entre otras.

Los resultados indicaron que la ejecución ante tareas que implican una respuesta textual presentó mayor cantidad de aciertos que la no textual. Por tanto, el modo en que los estudiantes establecen contacto con la información, en este primer momento de caracterización, denota que son capaces de establecer relaciones entre los términos, operaciones y ejemplos siempre y cuando se encuentren en la tarea todas la claves necesarias para resolverla.

Lo anterior llevó a la conducción de un estudio en donde se conjugaron las dos condiciones ya mencionadas: tipo de tarea y desempeño lector (Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2006), en donde los participantes llevaron a cabo una tarea que consistió en la lectura de textos breves (100 palabras en promedio) y posteriormente la resolución de las siguientes tareas: 1) seleccionar el descriptor del concepto; 2) seleccionar la representación gráfica –diagrama– del concepto; 3) enunciar el descriptor del concepto; 4) elaborar la representación gráfica –diagrama– del concepto; 5) completar la representación gráfica –diagrama– del concepto.

Los resultados indican que los aciertos son mayores en las tareas de seleccionar y enunciar, las cuales requieren atender a las propiedades dimensionales de la misma; el mayor porcentaje de errores se encuentra en las tareas de completar y elaborar, las cuales implican establecer relaciones entre eventos cuyo significado esta dado por los juegos de lenguaje propios del ámbito disciplinar.

Irigoyen, Jiménez y Acuña (2006), evaluaron el desempeño ante criterios de tarea que implicaban modos lingüísticos de respuesta distintos: leer-señalar, leer-escribir. La tarea consistió en la lectura de un texto breve

(110 palabras en promedio) y posteriormente la resolución de una serie de tareas que consistieron ya sea en señalar (seleccionar de cuatro opciones de respuesta el concepto correspondiente a la pregunta), o en escribir (enunciar mediante una respuesta breve el nominativo del concepto o, elaborar un diagrama).

Los resultados fueron presentados en función del porcentaje promedio grupal, clasificándose en: grupo con puntaje bajo, puntaje medio y puntaje alto. En los grupos bajo y medio el porcentaje de aciertos en el modo leer-señalar es mayor que en el modo leer-escribir. Para el grupo con puntajes altos, se observó la misma cantidad de aciertos en ambas modalidades, indicando que las tareas que conforman el modo leer-señalar y leer-escribir para este grupo, son funcionalmente equivalentes. Sólo el grupo con puntajes altos presentó una calificación mínima aprobatoria (60% de aciertos).

En este estudio, el modo lingüístico de la tarea no tuvo un efecto diferencial en el desempeño de los participantes, quizás porque las tareas no son sensibles al modo lingüístico que suponen evalúan o porque, para motivos de los sujetos, son funcionalmente equivalentes dado el contexto de evaluación en el cual se presentan. Este comentario va en el sentido de que los conceptos – categoría relacional- no se corresponden necesariamente con ningún concreto empírico, tienen sentido a la luz de los criterios disciplinares en el cual son utilizados.

Conviene señalar que se recupera al aprendiz como un agente activo en la estructuración de las interacciones didácticas, motivo por el cual los aspectos relacionados con la evaluación de la historia de referencialidad de ámbito, la evaluación del desempeño ante modos lingüísticos y de tarea variantes, así como la evaluación de su desempeño lector ante textos con diferente modalidad, constituyen una aproximación conceptual y metodológica que nos permite derivar criterios de adecuación en lo funcional, así como en la planeación y conducción de las interacciones didácticas en la enseñanza de las ciencias.

### **Criterios para una pedagogía de la ciencia**

A pesar de los avances conceptuales y las derivaciones tecnológicas en el ámbito educativo, las inercias en los estilos de la interacción didáctica siguen sustentándose en ejecuciones poco variables, con criterios de ajuste unimodales (reiteración de la información), que no se ajustan a las nuevas condiciones de interacción de la escuela del presente (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2003). Sin la modificación de las formas de mediación instruccional, que a su vez genere nuevas formas de enfocar el aprendizaje, las demandas sociales desbordarán con creces las capacidades y los recursos de la mayor parte de los aprendices, produciendo así un efecto paradójico de deterioro de los procesos educativos (Pozo, 2003).

La enseñanza-aprendizaje de las ciencias es uno de los principales objetivos de la educación en cualquiera de sus niveles. La ciencia es un modo de conocimiento a partir del cual el hombre ha modificado su realidad, generando formas alternativas de relacionarse con la naturaleza.

Si el objetivo general de la ciencia es el conocimiento de la naturaleza, y el de las tecnologías generar un saber técnico (instrumentos y procedimientos de intervención) respecto a los problemas sociales, la enseñanza-aprendizaje de dichos ámbitos como el saber hacer y el saber decir pertinente a los juegos de lenguaje que los definen, no deberá de obviar las circunstancias en las cuales dicho conocimiento es generado, el modo de proceder que cada ámbito en lo general implica, así como la posibilidad de auto-corrección que distingue al modo de conocimiento científico.

El análisis de la ciencia, en su dimensión psicológica, plantea que la ciencia no es un modo privilegiado de conocimiento, producto de la participación de procesos psicológicos especiales. La ciencia, como un modo de conocer, es comportamiento que se regula por los criterios acerca de cómo identificar, manipular y establecer contacto cualitativo y cuantitativo en la práctica respecto al objeto teórico de conocimiento y de cómo comunicar las actividades realizadas y los resultados obtenidos.



---

A partir del planteamiento anterior, el término de *interacción didáctica* recupera el sentido funcional del proceso interactivo (proceso enseñanza-aprendizaje) como interacción mediada lingüísticamente entre individuos (profesor, alumno) con referencia a los objetos o situaciones referentes del dominio disciplinar, en este caso, del ámbito científico.

En el análisis de las interacciones didácticas, la enseñanza y el aprendizaje no constituyen procesos de transmisión y adquisición de contenidos de conocimiento, sino una interacción en la que se comparten los modos del saber hacer y del saber decir, referentes al dominio disciplinar, en donde el establecimiento de desempeños competentes sólo es posible en la medida en que el agente que enseña es capaz de hacer y decir lo que enseña. Por tanto, el aprendizaje de la ciencia se da mediante la práctica y como práctica. En otras palabras, se aprende a hacer ciencia, haciendo ciencia.

Padilla (2006) argumenta que una pedagogía de la ciencia tiene entre sus principales funciones la delimitación y regulación de los *criterios* bajo los cuales un individuo es introducido a la práctica de la ciencia "...los criterios determinan la forma en que un aprendiz es introducido al ejemplar de una teoría científica, la forma en que se le entrena y se le enseña lo que es permitido o no en la disciplina particular en que se está entrenando" (p. 17).

El sentido de hablar de pedagogía de la ciencia, es el de generar una tecnología construida a partir de la noción de interacción didáctica, considerando que los criterios que regulan el *qué* (criterios disciplinares), el *cómo* y el *dónde* (criterios pedagógicos) establecen las formas de comportamiento correspondientes al dominio científico y solo tienen sentido a la luz de la relación docente-aprendiz-materiales de estudio como una unidad. De esta manera, consideramos que:

- a) La pedagogía de la ciencia como interacción didáctica es específica al ámbito o dominio disciplinar que se enseña-aprende. En la medida de que el ámbito disciplinar prescribe los criterios de adecuación como 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.

b) En lo concerniente al desempeño del docente, este deberá ser capaz de modelar, ilustrar, ejemplificar y moldear los modos de comportamiento (efectivos, variados y pertinentes) que caracterizan a los miembros de la disciplina que enseña, así como retroalimentar y evaluar el desempeño del aprendiz que se corresponda a dichos desempeños. Es conveniente señalar que un profesor que enseña ciencias, necesariamente debe ser un practicante de la misma, de no serlo, su ejercicio consistiría en una práctica discursiva respecto a los productos de los científicos sin referencia a las actividades que llevaron a la obtención de los mismos (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004a; Mares, Guevara, Rueda, Rivas y Rocha, 2004). Además, la planeación y diseño de las situaciones en donde ocurrirán las interacciones didácticas, deberán ser acordes a los ejemplares o prototipos (en lo conceptual y en lo metodológico) disciplinares. De igual modo, la modalidad del discurso didáctico (oral, textual, videográfico) se deberá corresponder al ejemplar, las competencias a entrenar y el criterio de logro estipulado en la interacción.

c) El aprendizaje de los juegos de lenguaje en ciencia no necesariamente se caracteriza por la adquisición y ejercicio de competencias genéricas, transferibles a cualquier área de estudio. Las competencias se adquieren respecto a circunstancias funcionales determinadas por la teoría en que se es formado, siendo éstas, específicas a dicha condición. Los criterios para analizar dichos desempeños como competencias consideran lo siguiente: su morfología, su modalidad y su nivel funcional. La morfología refiere a la dimensión de ocurrencia del desempeño del aprendiz, definido a partir de criterios observacionales (nominar, describir, relacionar, diagramar, argumentar). La modalidad lingüística refiere a los desempeños en términos de: observar, escuchar, leer (modos pasivos) y señalar, hablar y escribir (modos activos). Finalmente, la complejidad del desempeño (nivel funcional) se identifica a partir del

criterio de logro estipulado en la situación interactiva: diferencial, efectivo, pertinente, congruente y coherente. Por lo anterior, la evaluación del aprendizaje de los juegos de lenguaje en ciencia, es un ejercicio de constatación del desempeño del aprendiz respecto a los criterios disciplinares que media el docente (Irigoyen, Jiménez y Acuña, 2004b), entendiendo por evaluación a la valoración de desempeños con niveles de complejidad funcional diferenciados, que resulten pertinentes a determinado conjunto de prácticas correspondientes al área de conocimiento (Irigoyen, 2006). De esta manera, consideramos necesario que los criterios de evaluación del aprendizaje del conjunto de prácticas convencionales que definen al hacer-decir en ciencias, incluyan dos elementos fundamentalmente: su sentido de pertinencia, como juegos de lenguaje, y su nivel funcional, como criterios de ajuste y modalidades variantes.

d) Finalmente, la formación de estudiantes en ciencias debería sustentarse en el establecimiento de desempeños que se ajusten de modo efectivo y variado e incluso permitirle el establecimiento de relaciones innovadoras a los criterios convencionales disciplinares. Éstos norman los modos de proceder y decir respecto a la realidad empírica identificada como objeto de estudio. Las teorías, los modelos, los procedimientos, los juicios éticos asociados a la práctica científica, constituyen la concreción de dichos modos de proceder y decir, compendiados en los textos científicos, manuales de instrumentación o materiales multimedia. Es importante que los contenidos científicos sean enseñados de manera conjunta con las formas de comportamiento que llevaron a la obtención de dichos productos ya que conceptos y procedimientos resultan inseparables, y a menudo las distinciones demasiado rígidas al respecto pueden servirle al profesor para ordenar su actividad docente, pero no son realistas con respecto a su enseñanza y los criterios de evaluación del aprendizaje en términos del hacer, del decir, del decir sobre el hacer, del hacer respecto al decir y del decir acerca del decir.

Así, uno de los grandes desafíos de la educación radica en modificar la concepción de la enseñanza y pasar de ser un proceso de transmisión de información y de conocimiento al de establecimiento de los juegos de

lenguaje en ciencia (conceptuales, metodológicos, instrumentales y de medida) y por consiguiente, la concepción respecto al aprendizaje y sus condicionantes. Es necesario especificar *qué desempeños, logros y criterios* definen el ser competente en cada uno de los ámbitos de la actividad humana (Ribes, 2004) para poder establecer los repertorios de comportamiento efectivos, variados y en su caso innovadores, para asegurar su funcionalidad en los escenarios sociales en los que dicho desempeño es requerido.

### Referencias

- Arroyo, R., Morales, G., Pichardo, A., Canales, C., Silva, H. y Carpio, C. (2005). ¿Cómo se aprende a comprender?: Análisis funcional de la historia con los referentes. En: C. Carpio y J. J. Irigoyen. *Psicología y Educación. Aportaciones desde la Teoría de la Conducta*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baillo, M. y Carretero, M. (2000). Desarrollo del razonamiento y cambio conceptual en la comprensión de la flotación. En: M. Carretero. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Carrillo, F. J. (1983). *El comportamiento científico*. México: Editorial Limusa.
- Carpio, C. (1994). Comportamiento animal y Teoría de la Conducta. En: L. Hayes, E. Ribes y F. López. *Psicología interconductual. Contribuciones en honor a J. R. Kantor*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Carpio, C. e Irigoyen, J. J. (2005). *Psicología y Educación. Aportaciones desde la Teoría de la Conducta*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Carpio, C., Pacheco, V., Flores, C. y Canales, C. (2000). La naturaleza conductual de la comprensión. *Revista Sonorense de Psicología*, 14 (1 y 2), 25-34.

- Carretero, M. (2000). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Castañeda, S. (2004). Educación, aprendizaje y cognición. En: S. Castañeda. *Educación, aprendizaje y cognición. Teoría en la práctica*. México: El Manual Moderno.
- Fuentes, T. y Ribes, E. (2001). Un análisis funcional de la comprensión lectora como interacción conductual. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 9 (2), 181-212.
- Hernández, P. (1999). *Psicología de la educación. Corrientes actuales y teorías aplicadas*. México: Editorial Trillas.
- Ibáñez, C. y Ribes, E. (2001). Un análisis Interconductual de los procesos educativos. *Revista Mexicana de Psicología*, 18 (3), 359-371.
- Irigoyen, J. J. (2006). Análisis de las interacciones didácticas en la enseñanza de las ciencias. Tesis de Doctorado en Educación. Facultad de Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España.
- Irigoyen, J. J., Acuña, K. y Jiménez, M. (2006). Análisis de los criterios de tarea en el aprendizaje de la ciencia psicológica. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11 (2), 209-226.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2003). Nuevas Tecnologías y Educación. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 8 (2), 203-216.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2004a). Evaluación del ejercicio instruccional en la enseñanza universitaria. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 9 (2), 293-302.
- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2004b). Evaluación competencial del aprendizaje. En: J. J. Irigoyen y M. Jiménez. *Análisis funcional del comportamiento y educación*. Hermosillo: Editorial UniSon.
-

- Irigoyen, J. J., Jiménez, M. y Acuña, K. (2006). Evaluación de modos lingüísticos en estudiantes universitarios. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 11 (1), 81-95.
- Kantor, J. R. (1980). *Psicología Interconductual*. México: Editorial Trillas.
- Limón, M. y Carretero, M. (2000). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias? En: M. Carretero. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Mares, G. (2001). La transferencia desde una perspectiva de desarrollo psicológico. En: G. Mares y Y. Guevara. *Psicología Interconductual. Avances en la investigación básica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mares, G. y Guevara, Y. (2004). Propuesta para analizar la práctica educativa durante la enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria. En: J. J. Irigoyen y M. Jiménez. *Análisis funcional del comportamiento y educación*. Hermosillo: Editorial UniSon.
- 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*, IX (22), 721-745.
- Márquez, M. O. (2004). La evaluación en la enseñanza superior. En: J. J. Irigoyen y M. Jiménez. *Análisis funcional del comportamiento y educación*. Hermosillo: Editorial UniSon.
- Medina, A. y Salvador, F. (2002). *Didáctica general*. Madrid: Prentice Hall.
- Padilla, M. A. (2006). *Entrenamiento de competencias de investigación en estudiantes de educación media y superior*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

- Pozo, M. I. (2003). *Adquisición de conocimiento*. Madrid: Ediciones Morata.
- Ribes, E. (1993). La práctica de la investigación científica y la noción de juegos de lenguaje. *Acta Comportamentalia*, 1 (1), 63-82.
- Ribes, E. (2000). El lenguaje desde la perspectiva del estudio del comportamiento: un análisis interconductual. En: V. M. Alcaraz. Una mirada múltiple sobre el lenguaje. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Ribes, E. (2002). El problema del aprendizaje: un análisis conceptual e histórico. En: E. Ribes. *Psicología del aprendizaje*. México: El Manual Moderno.
- Ribes, E. (2004). Psicología, educación y análisis de la conducta. En: S. Castañeda. Educación, aprendizaje y cognición. *Teoría en la práctica*. México: El Manual Moderno.
- Ribes, E. (2006). Competencias conductuales: su pertinencia en la formación y práctica profesional del psicólogo. *Revista Mexicana de Psicología*, 23 (1), 19-26.
- Ribes, E., Cortes, A. y Romero, P. (1992). Quizá el lenguaje no es un proceso o tipo especial de comportamiento: algunas reflexiones basadas en Wittgenstein. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 1 (1), 58-73.
- 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 Comportamentalia*, 4 (2), 205-235.
- Roca i Balasch, J. (1993). Lenguaje y ciencia psicológica. *Acta Comportamentalia*, 1 (1), 27-38.

- Rodríguez-Moneo, M. y Carretero, M. (2000). Adquisición de conocimiento y cambio conceptual. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. En: M. Carretero. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Buenos Aires: Aique.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 21-25.
- Vadillo, G. y Klingler, C. (2004). *Didáctica. Teoría y práctica de éxito en Latinoamérica y España*. México: McGrawHill.
- Varela, J. (1998). Teoría de la conducta: extensiones sobre el desarrollo del comportamiento inteligente. *Acta Comportamental*, 6 (monográfico), 87-97.
- Varela, J. y Quintana, C. (1995). Comportamiento inteligente y su transferencia. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 21, 47-66.
- Varela, J. y Ribes, E. (2002). Aprendizaje, inteligencia y educación. En: E. Ribes. *Psicología del aprendizaje*. México: El Manual Moderno.