

JEROME BRUNER: DOS TEORÍAS COGNITIVAS, DOS FORMAS DE SIGNIFICAR, DOS ENFOQUES PARA LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

JEROME BRUNER: TWO COGNITIVE THEORIES, TWO FORMS OF MEANING, TWO APPROACHES TO TEACHING SCIENCE

Recibido: 23 de septiembre de 2010/Aceptado: 21 de octubre de 2010

ÁNGELA CAMARGO URIBE*, CHRISTIAN HEDERICH MARTÍNEZ**

Universidad Pedagógica Nacional – Colombia

Key words:

Bruner, cognitivism, culturalism, teaching, learning.

Abstract

This paper follows the work and the thought of the American psychologist Jerome Bruner, through the two very distinctive periods of his intellectual evolution; his period as a cognitive psychologist and his period as a cultural psychologist. After presenting the main ideas that characterize each psychological approach and briefly describing the speech gender representative to each way of knowing, the most relevant applications that Bruner's ideas have inspired in the field of Science teaching and learning are considered. In this last respect, two periods of Bruner's thought are discussed: the period of discovery learning and the period of science as a form of knowledge culturally describable.

Palabras clave:

Bruner, cognitivismo, culturalismo, enseñanza, aprendizaje.

Resumen

El trabajo realiza un rastreo de la obra y el pensamiento del psicólogo norteamericano Jerome Bruner, durante las dos épocas más distinguibles de su evolución intelectual: su época de psicólogo cognitivista y su época de psicólogo culturalista. Luego de una presentación de las ideas principales que caracterizan estos dos enfoques psicológicos y de una breve descripción de las formas discursivas representativas de cada uno, el trabajo avanza hacia la identificación de las repercusiones más relevantes que la investigación y las ideas de Bruner han tenido para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En este último respecto, el trabajo mantiene también la idea de dos periodos diferentes en el trabajo de Bruner: el periodo del aprendizaje por descubrimiento y el periodo del conocimiento científico como mundo posible culturalmente caracterizable.

* Profesora titular de la Universidad Pedagógica Nacional, miembro del grupo de investigación en Estilos Cognitivos. Email: acamargo@pedagogica.edu.co

** Profesor titular de la Universidad Pedagógica Nacional, coordinador del grupo de investigación en Estilos Cognitivos. Email: hederich@pedagogica.edu.co

Introducción

La evolución del pensamiento de Jerome Bruner respecto de lo que se entiende por conocimiento y aprendizaje es representativa del debate teórico que la Psicología Cognitiva ha experimentado durante la segunda mitad del siglo XX. Este debate se centra en la posición tomada ante una disyuntiva: si la cognición humana se explica mediante un modelo de la mente, entonces se es cognitivista; pero, si se asume que la cognición es más bien una construcción sociocultural, entonces se es culturalista. Habiendo sido inicialmente uno de los representantes más distinguidos de la Psicología del procesamiento de la información, Bruner pasó, años más tarde, a defender con igual convicción y lucidez la explicación sociocultural para la construcción del conocimiento.

Como consecuencia de este viraje particularmente extremo y, especialmente, de su progresiva adhesión a las ideas de Vigotsky (1964) y a la escuela soviética sobre el papel del lenguaje en la construcción de conocimiento, este conocido psicólogo norteamericano ha derivado hacia una solución de compromiso en la que estas dos miradas psicológicas estarían representando dos formas diferentes y no excluyentes de conocer, de pensar y, en consecuencia, de aprender: el argumento lógico y la narración de historias.

De manera no menos conciliadora y haciendo gala de un pragmatismo típicamente anglosajón, Bruner ha realizado reflexiones esclarecedoras sobre la forma como estas dos perspectivas tan diferentes adquieren aplicabilidad en el ámbito educativo y pedagógico. En efecto, es en la aplicación al contexto educativo donde el trabajo

bruneriano ha tenido su mayor difusión e impacto. Tanto las ideas del primer Bruner, las del psicólogo cognitivista, como las del segundo Bruner, las del psicólogo culturalista, han tenido importantes y muy productivas repercusiones para el desarrollo de enfoques pedagógicos y propuestas didácticas específicas.

El presente documento se propone hacer un seguimiento de los trabajos e ideas de Jerome Bruner respecto de cada uno de estos dos modos de conocer y de representar el conocimiento, seguimiento que servirá de contexto para una reflexión sobre las repercusiones que el pensamiento de Bruner ha tenido para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

La época inicial: hacia un modelo de la mente

Durante los años 50 y como un derivado natural de sus investigaciones experimentales sobre el aprendizaje de conceptos, Bruner abrazó con entusiasmo la propuesta de la revolución cognitiva en la que el conocimiento humano tiene explicación como un modelo formal de la mente. A partir de este paradigma, estudiaría dos temas principales: la representación de la experiencia y la construcción categorial para el aprendizaje de conceptos.

Respecto del primero de estos temas, por los años 60, Bruner definiría la representación como “un conjunto de reglas mediante las cuales se puede conservar aquello experimentado en diferentes acontecimientos”. Representar consistiría entonces en guardar en la memoria aspectos de la experiencia, utilizando para ello algún código regido por reglas. En ese momento, el autor realiza

una de sus mayores contribuciones al tema, al proponer la existencia de tres sistemas básicos de representación presentes en la cognición humana: 1. La representación *enactiva*, o de esquemas motores; 2. La representación *icónica*, mediante imágenes de objetos o eventos, y 3. La representación *simbólica*, usando sistemas formales como el lenguaje.

Estas representaciones son concebidas por Bruner como herramientas que pueden ser manipuladas con propósitos definidos, como la solución a un problema o la toma de una decisión. Se trata, eso sí, de herramientas mentales que permiten la realización de acciones u operaciones mentales. En ese momento de su vida profesional, Bruner creía fervientemente que el propósito de la psicología era la descripción, lo más detallada posible, de las características formales de estos sistemas de representación, pues estos eran la base de toda operación mental humana¹:

... cualquier teoría del desarrollo intelectual debe definir las operaciones mentales me-

diante un sistema formal y detallado ... [sic] ... La descripción de lo que hace un niño cuando está pensando en un problema o sobre un problema también debe incluir un análisis lógico de las operaciones que realiza, tan minucioso como sea posible (Bruner, 1984, p. 120).

Derivado de su interés por el proceso que conduce a la construcción y uso de representaciones mentales, surge en el trabajo de este psicólogo el tema de las categorías. De acuerdo con Bruner, la información que entra al sistema cognitivo se organiza en la forma de clases ya establecidas o por construir. Esta posibilidad de categorizar la experiencia se encuentra en la base de la construcción de conceptos.

Al respecto y con base en una serie ya clásica de experimentos, Bruner y sus colegas de Harvard proponen un modelo cognitivo de aprendizaje de conceptos por la vía de la identificación o definición de atributos. De acuerdo con este modelo, aprender conceptos implica un proceso estratégico inductivo de formulación sucesiva de hipótesis sobre los atributos que componen una categoría. Las hipótesis se plantean infiriendo atributos comunes a los ejemplares que se consideran parte de una categoría. Cuando aparecen ejemplares que no coinciden con los atributos iniciales (contraejemplos), las hipótesis se reformulan. En el curso de la experiencia dada por el contacto con ejemplares determinados, el sujeto va construyendo hipótesis que definen el concepto de forma cada vez más precisa. Tales hipótesis van cambiando a medida que van apareciendo más y más ejemplares del concepto o categoría (Bruner *et al.*, 1956).

1. De hecho, Bruner planteaba por esa época que el desarrollo cognitivo del niño podía rastrearse observando en él la evolución de estos instrumentos cognitivos. En sus estudios sobre el “crecimiento” de la cognición (*cognitive growth*), Bruner *et al.* (1966) encuentran que luego de un periodo de maduración de la representación enactiva, el niño es capaz de reemplazar el movimiento por una imagen del objeto con el que está operando. Surge entonces la representación icónica, la cual abre la puerta, después del primer año de vida, a la representación simbólica. Esta última constituye la forma de representación más compleja y sofisticada, que da lugar al desarrollo del lenguaje. El papel del lenguaje en el desarrollo cognitivo es uno de los temas que más ha inquietado a este pensador de la cognición humana. En una interesante conexión con sus posteriores búsquedas culturalistas, Bruner planteaba que existen mecanismos culturales destinados a amplificar el potencial cognitivo de cada uno de estos sistemas de representación. Así, por ejemplo, la rueda puede considerarse una estrategia cultural para amplificar la capacidad motriz o enactiva humana. De la misma forma, instrumentos como los anteojos ampliarían las capacidades sensoriales o icónicas y los sistemas formales abstractos, como los números o los lenguajes computacionales, ampliarían el potencial simbólico natural en el individuo (Bruner, 1984).

Estos trabajos de investigación sobre la construcción de conceptos fueron particularmente interesantes. En su desarrollo, los sujetos debían construir un concepto artificial (figura(s) geométrica(s) con un diseño específico en una tarjeta) a partir de la observación sucesiva de ejemplares con diferentes atributos (las tarjetas variaban en el número de formas geométricas que contenían, 1, 2 ó 3; tipo de forma, círculos, cuadrados o cruces y diseño de cada forma, en blanco o estriada). Tales trabajos permitieron identificar diferentes estrategias usadas por los sujetos para la construcción de conceptos, las cuales podían ser consideradas como estrategias usadas por la gente común para adquirir conceptos en su vida diaria (Eysenck & Keane, 1992). Algunas de estas estrategias son:

- Entre menos sean los ejemplares relevantes para construir el concepto, mejor.
- Si el concepto se construye antes de agotar todos los ejemplares de la categoría, mejor.
- Entre menos esfuerzo cognitivo (memoria y procesos inferenciales), mejor.
- Entre menos hipótesis o ensayos de definición de atributos previos a la obtención del concepto, mejor.

Desde el punto de vista de Bruner, este aprendizaje no es repentino o súbito; por el contrario, se trata de un proceso cognitivo analizable que lleva a nuevos procesos que impulsan la actividad comprobadora (Bruner, 1956). Para esa época, el interés de Bruner era la posibilidad de identificar principios formales universales de funcionamiento del sistema cognitivo. Esto lo llevó a trabajar con objetos y situaciones cada vez más arti-

ficiales. Precisamente, la principal crítica al trabajo de Bruner sobre el aprendizaje de conceptos es el hecho de que sus experimentos se hacían con conceptos artificiales, suponiendo así que las categorías y atributos de la experiencia cotidiana operarían de igual forma (Eysenck & Keane, 1992).

Sería injusto, sin embargo, decir que el modelo bruneriano de desarrollo cognitivo mediante procedimientos de construcción de categorías conceptuales no tuvo aplicaciones prácticas directas. De hecho, los experimentos de Bruner pueden considerarse pioneros de una línea de investigación psicológica tendiente a construir modelos de aprendizaje de conceptos, especialmente para áreas de conocimiento que operan con conceptos puros o netos, tales como los conceptos propios de las Ciencias Naturales (por ejemplo, Carey, 2000). Como veremos más adelante, la mirada inferencial e inductiva del aprendizaje de conceptos propuesta por Bruner tuvo repercusiones muy interesantes en las propuestas sobre enseñanza de las ciencias surgidas en los años 70.

El viraje: la posición culturalista

Durante los años 80, y probablemente como consecuencia de sus trabajos sobre el papel del lenguaje y la interacción comunicativa en el desarrollo cognitivo, Bruner asume una posición crítica frente al paradigma cognitivista. En sus inicios, el psicólogo de Harvard había imaginado que este paradigma asignaría especial atención al estudio del significado, distinguiéndose así del esquema explicativo conductista estímulo/respuesta que pretendía reemplazar. Sin embargo, desde su punto de vista, el programa de investigación traicionaría esta idea. Dicho en sus palabras:

Muy rápidamente, por ejemplo, el énfasis pasó del “significado” a la “información”, de la construcción del significado al procesamiento de la información. Estos dos temas son profundamente diferentes. El factor clave de este cambio fue la adopción de la computación como metáfora dominante y de la computabilidad como criterio imprescindible de un buen modelo teórico. La información es indiferente respecto al significado. Desde el punto de vista computacional, la información comprende un mensaje que ya ha sido previamente codificado en el sistema. El significado se asigna a los mensajes con antelación. No es el resultado del proceso de computación ni tiene nada que ver con esta última salvo en sentido arbitrario de asignación (Bruner, 1991, p. 24).

Es así como la información resulta siendo un elemento formal que se transforma en otro en el momento en que reúne las condiciones para la aplicación de alguna regla de cómputo. El esquema estímulo-respuesta es reemplazado por el esquema *input-output*, igualmente asemántico, dándole la espalda al problema fundamental de cómo hacen los humanos para darle sentido al mundo que los rodea (Bruner, 1991, p. 26).

A fin de recuperar lo que considera la verdadera misión de la disciplina psicológica, Bruner plantearía que para comprender a los seres humanos es preciso comprender antes la forma cómo sus experiencias y sus actos están moldeados por sus intenciones. Con esta perspectiva, el problema del significado dejaría de ser abordado desde la lógica proposicional para ser asumido por la semántica y la pragmática de la enunciación. De modo que las diversas formas de conocer y comportarse

en el mundo (los estados intencionales) solo son comprensibles cuando se las enmarca en un sistema cultural determinado (Bruner, 1991).

El autor abre así la puerta a una nueva forma de investigación psicológica con importantes repercusiones en el ámbito de la educación y la pedagogía. Se trata de una visión culturalista de la cognición en la que la herencia biológica no dirige la acción o la experiencia del hombre, sino que impone límites salvables mediante instrumentos culturales. Sobre la base de un sustrato biológico común, cada grupo humano construye (¿conoce?) un mundo posible propio y particular, una cultura.

Esta propuesta de aproximación al conocimiento se materializa en la llamada “psicología popular”, expuesta por Bruner en su obra *Actos de significado*, publicada originalmente en inglés en 1990. De acuerdo con el autor, la “psicología cultural”, “psicología popular” o “psicología intuitiva” (*folk psychology*) es un sistema mediante el cual la gente organiza su experiencia y conocimiento relativos al mundo social, y consiste en “...un conjunto de descripciones, más o menos normativas y más o menos conexas sobre cómo “funcionan” los seres humanos, cómo son nuestra propia mente y las mentes de los demás...” (Bruner, 1990, p. 53).

Uno de los componentes fundamentales de la psicología popular es el conformado por las creencias y deseos característicos del grupo. Al pertenecer a un grupo cultural específico, el sujeto cree que el mundo está organizado de una cierta manera, quiere lograr determinadas cosas en la vida y hay algunas cosas más importantes que otras. En otras palabras, el entorno cultural guía la

construcción del mundo, categorizándolo de una manera determinada y estableciendo sistemas de jerarquías y prioridades particulares.

Este conjunto de creencias y deseos que caracterizan un grupo cultural forman un conjunto integrado y coherente de principios canónicos acerca de la forma como la vida ha de vivirse. Este sistema lleva implícito un concepto particular de persona y una cierta forma adecuada de ser, lo cual permite mantener claridades sobre aquello que es posible y aquello que no lo es, aquello que es aceptable y aquello que no lo es. Esto no tanto para descalificar lo que se encuentra por fuera de la norma como para saber qué cosas tienen sentido y qué cosas necesitan explicación. Como se observa, se trata de una concepción constructivista y relativista del conocimiento. El individuo se encuentra inmerso en un entorno cultural que es el que proporciona los elementos para la aprehensión del mundo, los otros y él mismo. ¿Cómo lo hace?

En este punto, Bruner abandona también la perspectiva cognitivista de un aprendizaje por la vía de la aplicación de estrategias cognitivas para el manejo de la interacción con el mundo. La nueva perspectiva propone a un aprendiz inmerso en un mundo social-cultural y es por la vía de interacción con el otro, en especial la interacción comunicativa con el otro, que es posible construir un mundo con sentido, es decir, aprender (Bruner, 1986).

En su explicación de los mecanismos que permiten la construcción de sentido, Bruner otorga especial atención al lenguaje hecho discurso y dentro de este al

discurso narrativo. La narración, de acuerdo con Bruner, es el instrumento cultural que con mayor fuerza y eficacia construye mundos posibles. Entre otras posibilidades, los relatos: 1) Proporcionan marcos o esquemas de conocimiento (creencias, valores, situaciones canónicas y contextos) desde los cuales se puede construir explicaciones del mundo y de la vida; 2) Proporcionan elementos para establecer empatías por la vía de analogías (relatos metafóricos, metonímicos, alegorías, apologías), lo cual permite relacionarse con otros compartiendo subjetividades; y 3) Indican contextos y circunstancias que permiten construir sentidos mediante la interpretación de intenciones.

Así las cosas, ¿dónde caben las formas de conocimiento no espontáneo? ¿Cómo entender las construcciones cognitivas surgidas, ya no de la cotidianidad, sino de la búsqueda sistemática y deliberada de conocimiento? Bruner responde a estas preguntas proponiendo modalidades alternativas de pensamiento.

La síntesis: dos formas de significar

Al contrario de lo que pudiera pensarse, el cambio radical de convicciones teóricas observado en el trabajo de Bruner no supuso una negación total de sus planteamientos iniciales. Podría decirse que lo construido por el psicólogo en su etapa cognitivista sufrió un proceso de resignificación para convertirse, ya no en una explicación del proceso de conocer, sino en una modalidad de aproximación al conocimiento, no única, pero sí posible e incluso, en algunos casos, necesaria.

Es posible entonces identificar dos modalidades de pensamiento:

Hay dos modalidades de funcionamiento cognitivo, dos modalidades de pensamiento, y cada una de ellas brinda modos característicos de ordenar la experiencia, de construir la realidad. Las dos (si bien son complementarias) son irreductibles entre sí. Los intentos de reducir una modalidad a la otra o de ignorar una a expensas de la otra hacen perder inevitablemente la rica diversidad que encierra el pensamiento (Bruner, 1986, 2004, p. 23).

Como se infiere de sus palabras, las ideas de Bruner derivaron hacia un modelo de la cognición humana en la que estas dos posturas psicológicas podrían estar representando dos formas diferentes y no excluyentes de conocer y, en consecuencia, de aprender: el pensamiento lógico y el pensamiento narrativo. Bruner propone, siguiendo la perspectiva sociodiscursiva (Bajtin, 1984), que cada una de estas formas de conocer tiene su correspondiente organización enunciativa: el argumento lógico y la narración de historias, respectivamente.

El pensamiento lógico.

El discurso de las ciencias

De acuerdo con Bruner (1986), existe una modalidad de construcción de conocimiento y representación de la realidad que configura lo que se conoce como pensamiento lógico-científico. Se trata de una modalidad paradigmática de organización del conocimiento mediante categorías o conceptos y sus relaciones lógicas. Esta forma de pensamiento se ocupa de la explicación causal de los objetos y eventos del mundo y emplea procedimientos para su verificación empírica. En su inten-

to por alcanzar la verdad de los hechos, esta modalidad cognitiva opera con un discurso argumentativo regulado por principios de coherencia y no contradicción. Es el discurso de las ciencias.

¿Cómo es este discurso de las ciencias? Sobre la base del análisis que hace Bruner (1986) de la modalidad paradigmática o científica de pensamiento, pueden identificarse algunas características definitorias del discurso que lo expresa:

En primer lugar, el discurso científico consta de sistemas de enunciados en los que se establecen relaciones de significado entre categorías o conceptos abstractos, a fin de crear sistemas formales –teorías– que describen y explican el mundo objetivo. Para este propósito, resulta especialmente importante el uso de expresiones léxicas con significado neto y con relaciones semánticas claras y fijas, de manera tal que incluso se construyen extensos diccionarios de términos científicos de gran nivel de especialización según la ciencia de que se trate. En términos generales, una secuencia discursiva paradigmática permitiría ir introduciendo, paso a paso, una realidad referida, como si se tratara de un muestrario de clases y subclases de objetos, eventos o sucesos, congelados en el tiempo y con semejanzas y diferencias diáfanos entre sí.

Una segunda característica del pensamiento paradigmático es que tiene como propósito fundamental mostrar las causas generales que determinan los fenómenos de un mundo que se supone objetivo. Utiliza para ello procedimientos que permiten verificar la verdad empírica de estas explicaciones científicas. En consonancia con lo anterior, el discurso científico formula hipótesis

y principios generales (leyes) y los discute y analiza estableciendo secuencias lógicas entre enunciados, secuencias regidas por principios de coherencia absoluta y no contradicción. Tal y como lo afirma el psicólogo de Harvard:

La aplicación imaginativa de la modalidad paradigmática da como resultado una teoría sólida, un análisis preciso, una prueba lógica, argumentaciones firmes y descubrimientos empíricos guiados por hipótesis razonadas.
(Bruner, 1986, p. 25)

El discorrir científico se presenta entonces en la forma de una estructura argumentativa (Suppe, 1998), ya sea de tipo inductivo, en la que una serie de eventos o fenómenos es discutida para confluír en algún modelo teórico que la explique; o de tipo deductivo, cuando un planteamiento teórico general es evaluado respecto de su capacidad para explicar eventos o fenómenos concretos. Así, una explicación científica corresponde generalmente a una secuencia enunciativa que establece relaciones lógicas entre sus enunciados de manera tal que ellos dan cuenta de las causas o razones de la ocurrencia de un fenómeno o evento del mundo objetivo. La estructura más típica de una explicación científica es la de un argumento deductivo válido cuya conclusión es el evento que se explica.

Un tercer y último rasgo descriptor del discurso científico consiste en que este construye una representación de un mundo objetivo que se supone invariable e intocado por las intenciones o los conflictos humanos. En su afán explicativo, la lógica científica despoja los ob-

jetos y eventos del mundo de todo trazo de circunstancias. El discurso científico se construye entonces de una manera absoluta, atemporal, impersonal y universal. La realidad se formaliza mediante expresiones lo más precisas, literales y formales posibles². Asociado con lo anterior, Soto (2004) plantea que el discurso científico, al cumplir funciones eminentemente transaccionales (informativas) y no interaccionales, elimina todo elemento accesorio en la presentación de la información o de toda expresión que permita establecer alguna forma de relación con el interlocutor. Ello trae como consecuencia un discurso conceptualmente complejo e informativamente muy compacto, es decir, muchos conceptos y relaciones en secuencias de enunciados relativamente breves.

Como se observa, los rasgos que describen el discurso científico no se distancian mucho de las características que definen el proceso de investigación científica. Recordemos aquí que una de las preocupaciones primordiales del Bruner de la época cognitivista era identificar aquellos procesos y estrategias que conducen a la construcción de conocimiento científico. La conexión es clara y deliberada. Para aquel Bruner, saber ciencia era saber hacer ciencia y esta idea está en la base de su propuesta de aprendizaje por descubrimiento, de la cual se hablará más adelante.

El pensamiento narrativo. Discurso y conocimiento

En contraste con el pensamiento lógico-científico,

2. En este sentido, el lenguaje matemático sería el más adecuado para plasmar el pensamiento paradigmático.

que, como vimos, busca verdades universales e inmanentes, el pensamiento de la vida cotidiana tiene su hábitat principal en las idiosincrasias, las particularidades y las especificidades que definen una cultura concreta. Ha sido la investigación en antropología cultural la que ha otorgado claridad a esta propuesta de relativismo intelectual, en especial para lo que tiene que ver con la consideración de aquello que es real, verdadero o posible. Desde esta forma de pensamiento, el significado asignado a algún objeto, evento o persona está mediado por la cultura. Así, cuando se cambia el contexto simbólico, también se cambia el sentido de todo.

Para Bruner, entonces, el pensamiento de la cotidianidad tiene su expresión simbólica directa en la modalidad narrativa de organización de la experiencia. Los relatos o narraciones tratan de sucesos, estados mentales o acontecimientos en los que los seres humanos participan como personajes actores de una trama que sigue una secuencia temporal claramente identificable. En esta forma de pensamiento las causalidades están dadas, ya no por leyes universales fácilmente formalizables mediante el lenguaje matemático, sino por las intenciones únicas e irrepetibles presentes en la vida interior de las personas; intenciones que nos son reveladas de manera directa (relatos en los que seguimos el curso del pensamiento de uno o más personajes) o insinuadas por la vía de sus actos. En esta medida, en contraste con el pensamiento lógico-científico, lo que interesa sobre cualquier otra cosa es el sujeto y su circunstancia. Es en este juego de subjetividades que aprendemos a ser personas pertenecientes a una cultura.

Algunas características que Bruner (1990) asigna

a las narraciones son las siguientes:

- Son fácticamente indiferentes. Las narraciones pueden ser reales o imaginarias sin menoscabo de su poder comunicativo o cognitivo. Lo que sí deben ser es verosímiles, es decir, deben seguir los principios canónicos de aquello que podría tener sentido en un contexto dado. Las narraciones están a medio camino entre lo real y lo imaginario. Lo suficientemente reales como para permitir alguna forma de identificación y lo suficientemente imaginarias como para no resultar amenazantes.
- Establecen vínculos entre lo excepcional y lo corriente. Los relatos poseen recursos para hacer que lo inusual resulte comprensible. La psicología popular construye procedimientos de interpretación para que aquellas cosas aparentemente incoherentes adquieran sentido pleno. Las (buenas o malas) intenciones de los personajes en la trama, las casualidades del destino o incluso los poderes mágicos de alguien o algo son formas válidas de explicación de lo que ocurre.
- Poseen un carácter dramático. Los relatos plantean problemas que generalmente tienen la forma de un desequilibrio en alguno de los elementos que los componen: algún actor de la trama toma una decisión insospechada, ocurre algún evento inesperado que cambia un estado de cosas, el logro de algún propósito requiere superar obstáculos no previstos, etc. Este desequilibrio tiene que ver con la desaparición de las condiciones “normales” de existencia, para un sistema cultural dado.

Esencialmente, lo que Bruner hace al caracterizar

la modalidad de pensamiento espontáneo o intuitivo es asignarle a esta un estatus que nunca antes había logrado en la investigación psicológica sobre el conocimiento humano. Con su reivindicación de una manera situada, contextualizada y subjetiva de darle sentido al mundo, relleva y exalta este conocimiento cotidiano, el cual tiene el mismo “derecho” de existencia que el conocimiento académico. Así, el conocimiento científico se relativiza, asociándolo a un sistema de creencias y valores, a una manera de entender el mundo y a una comunidad de personas. Como veremos más adelante, esta reacomodación social cultural de la forma científica de pensar, tiene grandes repercusiones para la enseñanza de las ciencias.

Los ecos: dos enfoques para la enseñanza de las ciencias

Hasta el momento hemos intentado mostrar el desarrollo de la investigación psicológica de Bruner respecto del conocimiento y su aprendizaje, a lo largo de su extensa carrera como experto en el tema. Asimismo, hemos presentado la solución por la que el psicólogo cognitivo opta al verse frente a dos paradigmas de explicación cognitiva con similares desarrollos conceptuales y empíricos: propone en este caso la presencia en el sujeto de dos modalidades de pensamiento complementarias para asignarle sentido a las experiencias humanas.

Como es característico del trabajo de Bruner, sus planteamientos psicológicos son llevados al ámbito de la escuela en la forma de reflexiones sobre el deber ser de la institución educativa y de propuestas pedagógicas e investigativas consecuentes con las claridades logradas sobre el proceso de aprendizaje. De modo que, en cada

una de sus etapas como psicólogo del conocimiento, este autor ha propuesto ideas y procedimientos muy claros y específicos sobre la forma como la enseñanza debe asumir sus teorías sobre el aprendizaje.

En concreto, para lo que corresponde al aprendizaje de las ciencias, Bruner ha esbozado dos modelos educativos de grandes repercusiones, cada uno en su momento, y con un muy importante desarrollo investigativo: la enseñanza-aprendizaje de las ciencias por descubrimiento y la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como un proceso de enculturación.

El constructivismo cognitivista: El aprendizaje por descubrimiento

Durante los años 60 y 70, Bruner asesoró a la *National Science Foundation* en la realización de proyectos curriculares de educación en ciencias para el sistema educativo estadounidense. Esta asesoría tuvo como resultado la formulación del enfoque de aprendizaje de las ciencias por descubrimiento. Bruner creía en aquel tiempo que el propósito de la educación debía ser el desarrollo intelectual y que el currículo científico debía favorecer el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, a través de la investigación y el descubrimiento (Wood, Bruner & Ross, 1976). En consecuencia, apoyó y aportó al desarrollo de formas de enseñar las ciencias en las que se incentivara a los estudiantes a utilizar su intuición, su imaginación y su creatividad para lidiar con situaciones científicamente problemáticas. En correspondencia con su modelo de desarrollo conceptual, Bruner opinaba que el aprendizaje escolar debería ocurrir mediante razonamientos inductivos, partiendo

de situaciones, casos o ejemplos específicos hasta llegar a los principios generales subyacentes.

Para la época, esta propuesta representaba un viaje importante frente a una enseñanza científica que hasta el momento había estado centrada en la memorización de hechos y datos consignados en libros de texto. Se proponía en cambio centrar la atención en el proceso de construcción del conocimiento científico más que en los resultados del mismo. Los objetivos de la enseñanza pasaron de la transmisión de información a la creación de condiciones para el desarrollo de habilidades de indagación científica (Shymansky, Hedges & Woodworth, 1983).

El cambio hacia un enfoque esencialmente activo caló rápidamente entre la comunidad educativa y comenzaron a surgir gran cantidad de propuestas didácticas afines. Es la época de la aparición del laboratorio escolar, concebido como el entorno más adecuado para el desarrollo del razonamiento inductivo, la forma lógica que está en la base del aprendizaje por casos, el aprendizaje por simulación o el aprendizaje por resolución de problemas, entre otros (Bredderman, 1983).

El paso al constructivismo en enseñanza de las ciencias, promovido por Bruner, significó también un cambio en el rol asignado a estudiantes y profesores en el proceso educativo. A fin de lograr su aprendizaje, el estudiante no puede simplemente sentarse a escuchar a su profesor, leer su libro de texto y responder preguntas. El enfoque constructivista supone que el aprendiz asuma el papel del científico, explore y observe la realidad,

haga preguntas sobre la misma, experimente y resuelva problemas. Se espera que esta postura, activa frente a su propio aprendizaje, potencialice las capacidades creativas e inferenciales, promueva la autonomía y fomente el interés por la ciencia y sus procedimientos.

El profesor, por su parte, deja de ser el poseedor exclusivo del conocimiento para convertirse en el facilitador de un proceso de descubrimiento llevado a cabo por el estudiante, bajo su guía. Para Bruner y sus colegas (1976), el profesor debía cumplir las funciones de tutor de un proceso de construcción de conocimiento en el que se pretende ir más allá de las capacidades ya presentes en el estudiante. Se trata básicamente de la aplicación del concepto de andamiaje (*scaffolding*) que Bruner había propuesto para el proceso de desarrollo del lenguaje³. En este caso, se convierte en una andamiaje conceptual en el que la interacción comunicativa entre el profesor y sus estudiantes permite el avance cognitivo de los segundos, sin trasladar nunca la responsabilidad del aprendizaje al primero.

En su famoso estudio sobre el papel del acompañamiento en la resolución de problemas Wood, Bruner y Ross (1976: 98) plantean que las funciones del profesor-tutor en el proceso de aprendizaje serían cinco: 1) La

3. Durante buena parte de los años 70, el trabajo de Bruner se centró en la explicación de los procesos por medio de los cuales ocurre la transferencia comunicativa y la forma como los niños adquieren y usan su lengua materna. En este contexto, el autor propuso la existencia de un sistema de apoyo para la adquisición del lenguaje que consiste en un proceso de interacción comunicativa entre las personas adultas y el niño, el cual permite crear un mundo en el que el niño entra. Así, Bruner propone el concepto de "andamiaje", como un proceso de transferencia de habilidades, en el que el adulto apoya al niño en el aprendizaje. Al principio el apoyo es grande y poco a poco va retirando su control sobre el proceso hasta que el niño logra el aprendizaje (Bruner, 1978).

de “reclutador”, es decir, proveedor del elemento motivador para que el aprendizaje ocurra, 2) La de simplificador de la tarea, de manera que el aprendizaje ocurra pausadamente sin salirse de los límites de las posibilidades de desarrollo de una capacidad en un momento dado, 3) La de focalizador de objetivos, a fin de que las actividades que se realicen tengan todas algún sentido para el aprendizaje que se desea lograr y se ignoren caminos distractores o inútiles, 4) La de resaltador de puntos clave, con el propósito de que el estudiante comience a discriminar entre los elementos relevantes y los elementos irrelevantes en la realización de una tarea, la resolución de un problema o la toma de decisiones, y 5) La de modelizador, es decir, proveedor de modelos para la realización de tareas, razonamientos, análisis, etc...⁴

La perspectiva de aprendizaje por descubrimiento ha redundado en importantes y valiosos desarrollos para la pedagogía y la didáctica de las ciencias. Sin embargo, también ha recibido grandes críticas respecto de su eficacia real para el logro de aprendizajes verdaderamente significativos. El primer gran defecto que se le atribuye a este enfoque es que se ignora el hecho de que los estudiantes carecen de los conocimientos previos necesarios para poder construir las hipótesis o desarrollar las inferencias que se esperan de ellos. Así, se busca que el estudiante actúe como un científico a pesar de que no tiene ni la experiencia ni los conocimientos previos necesarios para hacerlo. El segundo defecto que se le imputa es que

se trata de una orientación demasiado activista e instrumentalista. Así, se espera que manipulando objetos, reproduciendo experimentos o siguiendo las instrucciones de las guías de trabajo, el estudiante no solo desarrolle sus habilidades cognitivas operatorias, sino que le encuentre sentido y satisfacción personal al proceso.

La mayoría de los detractores del enfoque de aprendizaje por descubrimiento pertenece al movimiento del aprendizaje significativo, que acentúa la necesidad de construir sobre una base semántica ya presente en el estudiante (sus conocimientos previos) y defiende el aprendizaje por recepción (por ejemplo, Ausubel, 2000). En general, las críticas al enfoque provienen de planteamientos alrededor de una cognición humana situada, en la que la forma del conocimiento se encuentra en directa conexión con su contenido. En este sentido, enseñar a pensar científicamente supondría, necesariamente, enseñar las formas, los contenidos y los entornos en los cuales estas formas y contenidos adquieren relevancia y validez. Esta es precisamente la perspectiva a la que adhirió Bruner en lo que podríamos llamar su viraje hacia el culturalismo: el proceso de aprendizaje por enculturación.

Una mirada culturalista a la enseñanza de las ciencias

A primera vista, la única conclusión posible de la perspectiva culturalista discursiva para la educación científica sería que la cognición espontánea, aquella con la que llegan los estudiantes a las aulas de clase, es el obstáculo contra el que es necesario luchar, a fin de que ellos logren construir conceptos propiamente científicos. Sin embargo, este no es el propósito de Bruner para

4. La noción de andamiaje conceptual posee claros vínculos teóricos con una perspectiva psicológica que toma muy en cuenta el papel de la interacción social en el proceso de aprendizaje. Esta es otra de las afinidades entre el pensamiento de Bruner y la escuela socioconstructivista soviética, en esta ocasión representada por Vigotsky, e ideas sobre el papel del lenguaje en el aprendizaje.

lo que respecta a la enseñanza en general o la enseñanza de las ciencias en particular. En uno de sus libros más recientes, titulado *Educación, puerta de la cultura*, Bruner (1997) envía una serie de mensajes sobre lo que una visión sociocultural de la cognición implicaría para la educación.

Un primer mensaje del culturalismo para la pedagogía escolar radica en que todo conocimiento es una construcción cognitiva con diversos niveles de validación social y cultural. Reconocer la presencia de múltiples formas de construir “realidades” conduce a reubicar saberes tradicionalmente hegemónicos como el conocimiento científico o el dogma religioso y ponerlos en igualdad de condiciones (socioculturales) con formas de conocer menos elitistas o poderosas, tales como el saber cotidiano o el pensamiento animista-mágico. En un contexto educativo, en donde casi que lo único seguro es que muchas y muy diversas formas de conocer circulan y se entrecruzan en la mente de los alumnos, distinciones claves como la de conocimiento científico, conocimiento escolar (o ciencia escolar) y conocimiento espontáneo, no solo son importantes, sino necesarias.

Un derivado de esta relativización del conocimiento y su multiplicación en dimensiones de realidad todas igualmente válidas, pero al tiempo todas limitadas de acuerdo con parámetros de adecuación, relevancia o potencial de aplicación, es la propuesta de una mirada interpretativa a la realidad y sus discursos. No basta con percibir la “realidad” y luego representarla de maneras cada vez más generales. Es necesario interpretar esa “realidad” desde el punto de vista de quién la construyó,

para qué la construyó, por qué la construyó, qué o quién le asignó validez y cuáles serían otras formas de representar eso mismo. Se trata entonces de asumir la perspectiva hermenéutica en el contexto pedagógico. Las actuales intuiciones de las pedagogías críticas estarían intentando poner en práctica esta visión relativista del conocimiento.

Finalmente, la perspectiva culturalista, dada la importancia que le asigna al entorno como fuente desde la cual se construye el conocimiento, aboga por la interacción social comunicativa como mecanismo principal en el aprendizaje. Adquieren relevancia aquí los planteamientos de Vigotsky y su concepto de mediación semiótica (verbal) en el aprendizaje. En este caso, el reto para las pedagogías es encontrar fórmulas que permitan la construcción conjunta de conocimientos culturalmente relevantes sobre la base de una interacción comunicativa altamente significativa para todos y cada uno de los participantes.

Ahora bien, atendiendo a estos tres mensajes brunerianos para una educación que asuma el compromiso culturalista, es posible identificar algunos derroteros que la investigación sobre enseñanza de las ciencias está configurando y aplicando en los últimos tiempos:

En primer lugar, es posible encontrar toda una línea de investigación en enseñanza de las ciencias que busca identificar ideas previas, preconceptos, ideas intuitivas, representaciones, marcos conceptuales, esquemas o conceptos alternativos, y, en general, todas las formas del pensamiento espontáneo de los estudiantes sobre contenidos considerados típicamente científicos y, a partir de

ellos, desarrollar estrategias didácticas para convivir con estas formas de pensamiento en el aula de clase, al tiempo que se busca la construcción de conceptos científicos. Un ejemplo de este tipo de trabajos es el realizado por Susan Carey sobre el concepto espontáneo de los niños acerca de lo vivo (Carey, 1992). El reconocimiento y el respeto por formas de pensamiento no científicas en el aula de clase, otorga al estudiante un estatus de interlocutor válido en las discusiones sobre temas científicos. Suscribiéndose a esta idea, algunos investigadores han comenzado a trabajar aspectos como la construcción y el mantenimiento de un entorno que tome en cuenta la intersubjetividad en las interacciones comunicativas que suceden en la clase de Ciencias Naturales (Mortimer & Wertsch, 2003).

Por otra parte, respecto de la consideración de que toda forma de conocimiento es “portado” por alguien y tiene una dimensión intencional que es necesario reconocer e interpretar, es posible identificar dos líneas de investigación que responden a este hecho. En primer lugar, está toda una corriente de pensamiento pedagógico alrededor de las concepciones y creencias de profesores y estudiantes de ciencias respecto de las ciencias mismas, de sus roles en la situación pedagógica y del papel de la ciencia y la educación científica para los diversos contextos educativos y sociales. Un ejemplo de esta línea de trabajos es el ofrecido por Reyes, Salcedo y Perafán (2001) respecto de las creencias de los profesores bogotanos de Biología y Ciencias Naturales sobre la ciencia y otros conceptos afines a la profesión docente como los de evaluación, cambio y objetividad. En segundo lugar, encontramos una serie de propuestas de enseñanza de las ciencias que aboga por una contextualización del co-

nocimiento científico, a fin de proporcionar al estudiante los medios y los criterios para comprender el por qué y el para qué de ciertos desarrollos científicos, su razón de ser en términos sociales, económicos e incluso políticos y las consecuencias de su aplicación tecnológica en entornos específicos. El enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad para la educación en ciencias apunta en esta dirección, abogando por una educación científica que contribuya a la formación de ciudadanos éticamente comprometidos con el futuro de las sociedades y del planeta (Gil & Vilches, 2004).

Un último programa de trabajo, que se encuentra en estrecha conexión con las propuestas culturalistas de Bruner, es el relacionado con el discurso de las ciencias y su presencia en el aula de clase. Como se ha visto, esta forma discursiva entra en directa oposición con las secuencias enunciativas narrativas, propias del pensamiento cotidiano. Así visto, un buen número de trabajos de investigación ha propuesto un enfoque para el aprendizaje de las ciencias en el que enseñar ciencias corresponde básicamente enseñar a hablar ciencias (Lemke, 1997; Nussbaum & Tusson, 2006). Desde un punto de vista discursivo, esto supone no solo trabajar con el vocabulario prototípico de cada disciplina científica sino, especialmente, desarrollar competencias para la comprensión y expresión de esta manera particular de representar y organizar la realidad objetiva. Conectado con estas propuestas, otros trabajos de investigación han centrado su atención en el discurso presente en el aula de clase, el discurso del profesor y su relación con el discurso de las ciencias (Christie, 2002). Aspectos como la hibridización del discurso, la incorporación de un componente de modalización (emoción) ajeno al texto cien-

tífico y conexiones frecuentes con elementos discursivos narrativos para relacionar los temas con asuntos de la cotidianidad son algunos de los rasgos propios de un discurso pedagógico que busca la comprensión de los fenómenos desde un punto de vista científico más que la formación de científicos en ciernes (Hanrahan, 2005).

¿Una síntesis en el plano educativo?

A lo largo de este trabajo se ha intentado presentar a dos Bruner. El primer Bruner, el cognitivista, es un psicólogo del procesamiento de la información a quien le debemos uno de los modelos más sólidos y relevantes de desarrollo cognitivo y lingüístico humanos. El segundo Bruner, el culturalista, es un psicólogo del sentido común que elevó el pensamiento cotidiano a niveles dignos de análisis y estudio serio y productivo.

Uno de los aspectos más valiosos del proceso intelectual vivido por este pensador ha sido su capacidad para salvar una gran brecha teórica, representada en presupuestos, explicaciones y aplicaciones prácticamente opuestos, a fin de proponer un sistema plural para la expresión de la cognición humana con dos modalidades de pensamiento. Dos teorías sobre el desarrollo cognitivo se convierten así en dos formas de pensar, cada una tan particular como necesaria.

Sin pretender haber sido exhaustivos, este trabajo ha intentado igualmente presentar un panorama de las formas como las ideas de Bruner han permeado el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En un primer momento, con el desarrollo de diversas versiones de aprendizaje por descubrimiento y posterior-

mente como inspirador de los enfoques que conciben el aprendizaje de las ciencias como un proceso de enculturación.

Mirados en perspectiva, y tal y como ocurría con los enfoques psicológicos sobre la cognición humana, el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje por enculturación parecieran perspectivas mutuamente excluyentes. ¿Cabría también aquí una propuesta de síntesis de opuestos para las dos posturas expuestas para el ámbito de la enseñanza de las ciencias? ¿Qué podría decirse al respecto?

De la postura del aprendizaje de las ciencias por descubrimiento podría decirse a su favor, que resulta respetuosa del nivel de desarrollo cognitivo del estudiante, que favorece un desarrollo intelectual que va más allá de contenidos específicamente científicos y que, bajo condiciones favorables, forma hacia la invención, la curiosidad intelectual y el empuje por obtener respuestas y alcanzar metas. En su contra caben también muchas críticas. El desarrollo cognitivo que busca no considera los conocimientos que el estudiante ya posee; establece jerarquías arbitrarias entre formas de conocimiento y presupone sistemas de valores que no tienen por qué ser universales.

Por su parte, del enfoque de aprendizaje de las ciencias por enculturación podría decirse que es respetuoso con la construcción de realidad con la que el estudiante llega al aula, que favorece un pensamiento reflexivo y crítico respecto de la actividad científica, sus productos y sus aplicaciones y que, en situaciones ideales, forma ciudadanos capaces de producir y comprender

el discurso científico, de avizorar las consecuencias positivas y negativas de las aplicaciones tecnológicas del desarrollo científico y de actuar responsable y comprometidamente frente a ellas. En su contra hay también algo que decir. Asigna una carga fuerte sobre el estudiante, quien no solo debe entender el mundo de lo científico, sino construir una opinión fundamentada sobre este; desdibuja la noción misma de conocimiento científico al despojarlo de sus pretensiones de universalidad y objetividad y mezcla perspectivas y visiones de mundo de maneras confusas, poco productivas e incluso desestructuradas.

Como se observa, a cada una de estas perspectivas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias es posible atribuirle logros y endilgarle fracasos. Cada una tiene grandes defensores, así como grandes detractores. Sin duda cada una alude a un perfil de estudiante bastante característico. Mientras el aprendizaje por descubrimiento favorecería a un estudiante autónomo en sus procesos de pensamiento, con disposición para el manejo de sistemas formales de representación del conocimiento y con un gusto especial por proponer explicaciones teóricas para fenómenos de su entorno, el aprendizaje por enculturación favorecería a un estudiante heterónomo en su forma de construir conocimiento, con disposición para ilustrar y contextualizar ideas por medio de situaciones particulares y dado a buscar todas las relaciones e implicaciones posibles de un hecho o su explicación.

Mirados así, estos dos enfoques de enseñanza de las ciencias podrían corresponder a dos formas de aprender ciencias, cada una igualmente válida puesto que responde a una cierta forma de ser estudiante. Tal vez aquí

sea posible también seguir el ejemplo de Bruner y, en vez de hablar de enfoques opuestos, pueda hablarse de estilos de enseñanza y estilos de aprendizaje. La síntesis tendría entonces la forma de un gran sistema de aproximación a la ciencia en el que, al tiempo que habría estudiantes con disposición y ánimo para convertirse en grandes científicos, también habrá estudiantes con disposición y ánimo para convertirse en actores capaces de darle al conocimiento científico un sitio en la sociedad. Un síntesis educativa así podría alcanzar los ideales de efectividad e inclusión que todos buscamos para la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bajtín, M. M. (1984). El problema de los géneros discursivos. EN: M. M. Bajtín, *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI Editores.
- Bredderman, T. (1983). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53, (4), 499-518.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J. & Austin, G. A. (1956). *A study of thinking*. New York: Wiley.
- Bruner, J. S., Olver, R. R. & Greenfield, P. M. (1966). *Studies in cognitive growth*. New York: Wiley.

- Bruner, J. (1978). The role of dialogue in language acquisition. En: Sinclair, Jarvelle y Levelt (eds.), *The Child's concept of language*. New York: Springer-Verlag.
- Bruner, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bruner, J. (1986). *Realidad mental y mundos posibles. Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia*. Barcelona: Gedisa.
- Bruner, J. (1990). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid: Visor.
- Bruner, J. (1991). *Actos de significación. Más allá de la revolución cognitiva*. Barcelona: Alianza Editorial.
- Bruner, J. (2001). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Narcea, 1956.
- Carey, S. (1992). The origin and evolution of everyday concepts. En R. Giere (ed.), *Cognitive models of science (Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol. XV)*. Minneapolis: University of Minnesota Press, pp. 89-128.
- Carey, S. (2000). Science education as conceptual change. *Journal of Applied Developmental Psychology* 21(1): 13-19.
- Christie, F. (2002). *Classroom discourse analysis. A functional perspective*. London: Continuum.
- Eysenck, M. & Keane, M. (1990). *Cognitive Psychology. A student's handbook*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2004). La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación* 16(3), pp. 259-272.
- Gutiérrez Rodilla, B. (1998). *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Barcelona: Península.
- Hanrahan, M.(2005). Highlighting hybridity: A critical discourse analysis of teacher talk in science classrooms. Published online 30 June 2005 in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com)
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- Mortimer, E. & Wertsch, J. (2003). The architecture and dynamics of intersubjectivity in science classrooms. *Mind, Culture and Activity*, 10(3): 230-244.
- Nussbaum, L. & Tusón, A. (1996). El aula como espacio cultural y discursivo. *Signos, Teoría y Práctica de la Comunicación*, 17, enero-marzo 1996, 14-21.
- Reyes, L., Salcedo, L. E. & Perafán, G. A. (2001). *Acciones y creencias. Tomo IV Análisis e interpretación de creencias de docentes en biología y ciencias naturales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Shymansky, J.A., Hedges, L. V. & Woodworth, G.

- (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of research in Science Teaching*, 20(5): 387-404.
- Soto, G. (2004). La estructuración de la información en el discurso científico escrito: segmento de orientación y núcleo informativo. *Lenguas Modernas*, 01-jan-04. [http:// www.accessmylibrary.com](http://www.accessmylibrary.com)
- Suppe, F. (1998). The structure of a scientific paper philosophy of science, 65, (3). Sep. 1998, pp. 381-405.
- Vigotsky, L.V. (1964). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.