

IDEAS PREVIAS Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO EN AULA

The previous ideas and the Construction of the Knowledge in Classroom

Maurício Compiani (*)

RESUMEN:

A partir de datos de un estudio de caso sobre el tema formación del Universo desarrollado con alumnos de 10 a 12 años, en este taller se pretende discutir: i) las ideas previas y la construcción de conocimiento en aula; ii) la mediación del profesor entre el conocimiento cotidiano y el científico; iii) reflexión sobre las estrategias de enseñanza potencialmente útiles para la promoción de cambios conceptuales en los alumnos.

ABSTRACT:

Starting from data of a case study about the theme 'Formation of the Universe' developed to students from 10 to 12 years old, it intends to discuss in this workshop: i) the previous ideas and the construction of the knowledge in classroom; ii) the teacher's mediation among daily and scientific knowledge; iii) the reflections on the potentially useful teaching strategies for promoting the students conceptual changes.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias, enseñanza de las geociencias, investigación en aula, constructivismo, mediación del profesor.

Keywords: Science teaching, geosciences teaching, classroom research, constructivism, teacher's mediation.

PROGRAMA

Serán realizadas las siguientes actividades:

- identificación y análisis de las ideas previas a partir de ejemplos de sala de aula;
- identificación y análisis de la mediación del profesor entre el conocimiento cotidiano y el científico;
- búsqueda de criterios para el análisis de la mediación del profesor durante la clase;
- crítica y reflexión a los modelos y/o estrategias de enseñanza potencialmente útiles para la promoción de cambios conceptuales en los alumnos.

MATERIAL UTILIZADO

Trechos de discursos de una clase; narrativas y diseños de los alumnos.

FUNDAMENTACIÓN TEORICA

De acuerdo con las ideas de Solís Villa (1984), sobre distintas denominaciones -errores conceptuales, esquemas alternativos (Easley & Driver, 1978), concepciones alternativas (Gilbert, 1983) que reflejan posiciones epistemológicas diferentes- existe un hecho común: los alumnos no llegan como una tabula rasa; cada uno trae una estructura cognitiva, elaborada a partir de la experiencia diaria, que le sirve para explicar y predecir lo que ocurre en su entorno y en su día a día.

Los resultados de innumerables investigaciones en la enseñanza de ciencias (Ver bibliografía de Osborne & Wittrock, 1983 y Pfundt & Duit, 1991) muestran que las principales características de las ideas previas de los alumnos son: i. no son en general congruentes con los conceptos, leyes y teorías científicas que los alumnos tienen que aprender; ii. constituyen un esquema conceptual coherente, con amplio poder explicativo; iii. son muy resistentes al cambio; a veces, no cambian en absoluto, inclusive después de varios años de contacto formal con las disciplinas científicas y, cuando ocurre el cambio conceptual, como resultado del proceso de enseñanza, puede no coincidir con lo previsto por el profesor; iv. interfieren en el aprendizaje de las ciencias, siendo responsables, en parte, por la dificultad que los alumnos encuentran en estas disciplinas y por su bajo rendimiento comparado con otras áreas.

Como consecuencia, durante los últimos veinte años, centenas de investigaciones realizadas en enseñanza de ciencias, se han dedicado a la investigación del origen, persistencia y modificación de las concepciones alternativas de los alumnos, de las más variadas edades y, sobre los más variados conceptos científicos. En función de eso, otro gran número de investigadores abordan la proposición de modelos y/o estrategias de enseñanza potencialmente útiles para la promoción del cambio conceptual en los alumnos.

En la enseñanza de ciencias las recientes corrientes constructivistas, de un cierto modo, poco trabajaron con la mediación del profesor en el pro-

(*) Depto de Geociências Aplicadas ao Ensino. Instituto de Geociências da UNICAMP. Campinas. 13083-970- Sao Paulo - Brasil



ceso de construcción de conocimientos de los alumnos. Se distanciaron de la instrucción, en la medida en que se volcaron prioritariamente para identificar las ideas previas de los alumnos en relación a un campo específico de saber que se enseña. Cuando mucho, examinan la evolución de estas ideas y la posible existencia de obstáculos en el aprendizaje mas, pocos trabajaron con una clase y su profesor en el día a día de aula. Por tras, se sobrentiende que con apenas un razonable entendimiento de los patrones de las ideas previas de los alumnos, y con la utilización de estrategias generales para promover el cambio conceptual, el profesor atenderá su objetivo de promover un efectivo aprendizaje en sus alumnos.

Tal vez el fundamento básico de esa postura de enseñanza es la creencia en la aplicación reduccionista y generalizada para el aula de creencia de que existe un patrón general en los tipos de ideas que los alumnos utilizan para explicar el mundo a través del lenguaje. "*Probablemente, hay un patrón en los tipos de construcciones significativas de los estudiantes originadas de la experiencia con el mundo físico y a través del lenguaje.*" (Driver & Bell, 1986, p. 454). Para los autores, esa tendencia general de pensamiento infantil es útil para planificar las actividades de aprendizaje. Según Driver & Oldham (1988), para las orientaciones generales de esas actividades sugieren los siguientes pasos fundamentales: intentar definir cuáles son las ideas previas de los alumnos en relación con el campo de saber que se enseña; examinar la evolución de estas ideas y la posible existencia de obstáculos en el aprendizaje; esclarecer las estructuras preexistentes del alumno que deberán ser ultrapasadas, aunque no esclarezcan los modos de ese ultrapasaje.

Los límites desde ese punto de vista son evidentes pues, según Astolfi & Develay (1990), presuponen de manera muy acentuada el carácter estable e invariable de las ideas previas. Como si estas fuesen 'objetos naturales', preexistentes a la actividad intelectual, que el observador apenas las tornaría evidentes ya que, como afirman Pozo & Carreteiro (1987): "*...[ellas] es decir, surgen de un modo natural en la mente del alumno, sin que exista ninguna instrucción ni actividad educativa específicamente diseñada para producirlas.*" (p.43).

Es preciso, según Astolfi & Develay (1990), entender que las ideas previas son, inicialmente, estrategias cognitivas en respuesta a un problema. Las respuestas obtenidas deben estar siempre relacionadas con su contexto de producción. Para los autores, tratándose de educación, el contexto de aprendizaje tiene algunos determinantes, entre estos, el currículo y el profesor. Los problemas, en la escuela, serán siempre planteados por el profesor. Todos los cuestionarios, entrevistas, etc. son realizados por un profesor o investigador.

Ahora, una respuesta dada a una pregunta es siempre simultáneamente una respuesta al experimentador o profesor. El alumno procura situarse en relación a las supuestas expectativas de estos.

Toda interpretación de las ideas previas integra los cuadros conceptuales del profesor-experimentador. Desde el inicio él tiene hipótesis sobre las observaciones, lo que implica la distinción y la selección, dentro de las producciones de un alumno, de los elementos cualitativos relevantes. El cuadro conceptual orientador no puede tornarse una teoría dominante, o sea, la hipótesis de trabajo es un medio para la obtención de los datos, mas debemos tener cuidado de usarla de modo no abusivo y no direccionado apenas para la comprobación de nuestras ideas.

Pontecorvo (1993) muestra, con base en Edwards (Apud Pontecorvo, 1993), que no es correcto asumir, con presunción de objetividad y de transparencia, las expresiones lingüísticas de los niños, como indicadores del pensamiento de ellos. Normalmente, se trata de pedazos de discurso que son expuestos en escena durante la clase, donde los niños, muchas veces, están consolidando las ideas en un ejercicio de recordación orquestado por el profesor, o están respondiendo a sus deseos momentáneos. O sea, al extraerlas del contexto de su producción con la pretensión de generalización se pierde la riqueza dialéctica de la producción mediada de sus significados.

Puesto eso, hallo muy difícil la creencia de la existencia de un patrón general en las ideas previas, pues implicaría en una tal objetividad que los métodos de colecta están lejos de alcanzar. Además de eso, si las ideas previas son estrategias cognitivas dependientes del contexto de producción y de la experiencia previa, ¿cómo obtener un patrón aplicable a las experiencias previas y contextos tan diversos?

Juzgo que, un cuadro de las concepciones previas debe ser entendido más en el sentido de un parámetro importante que de una amplia y general aplicación, visto que el permite inferir ciertas características de la estructura conceptual del alumno y, al mismo tiempo, puede mostrar las conceptualizaciones que el alumno hace frente a un problema. O sea, nos muestra aspectos de la estructura cognitiva de un momento dado del contexto interactivo.

Todo eso nos alerta para el hecho de que la construcción de un concepto no puede ser estudiado como un proceso lineal de generalización o concretización y sí, como una construcción progresiva y, muchas veces, conflictuosa en que varios factores interfieren, determinan y constituyen el propio acto constructivo, como el propio contexto interactivo, las tramas discursivas en el aula y la mediación del profesor.

De ahí, el desafío colocado por Vygotsky (1979) aún es presente: descubrir la relación compleja entre la instrucción y el desenvolvimiento de los conceptos científicos es una importante tarea práctica y teórica. Si es plausible la hipótesis de Vygotsky de que la evolución de los conceptos científicos difiere esencialmente de la manera del desenvolvimiento de los conceptos cotidianos formados por el niño, entonces, para mí, la consideración de que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los conceptos cotidianos siempre deben ser entendidos como punto de partida y los conceptos



científicos siempre como punto de llegada, no lleva en cuenta la riqueza y la complejidad del aula. Tal visión no capta que tanto los conceptos cotidianos como los científicos mudan en el transcurrir de la instrucción, pues el aprendizaje de estos, pasa por la incorporación de nuevos significados, por la evolución de las interconexiones entre conceptos cotidianos y científicos. Los conceptos cotidianos deben ser necesariamente trabajados, en aula, con igual importancia a los conceptos científicos.

Vygotsky (1979) en sus estudios presenta la hipótesis de que los conceptos científicos y cotidianos (utiliza el término espontáneos) deben diferir, tanto en su desenvolvimiento como en su funcionamiento, y que estas dos variantes del proceso de génesis del concepto se deben influenciar mutuamente. Es un proceso unitario y no un conflicto de formas de comprensión antagónicas y mutuamente exclusivas. Para el autor, los conceptos científicos deben poseer todos los trazos peculiares al pensamiento del niño en cada nivel de desenvolvimiento porque estos conceptos no son adquiridos por simples rutinas, antes, evolucionan a través de una esforzada actividad mental por parte del niño. Por eso, afirma que la instrucción es una de las principales fuentes de los conceptos del niño en edad escolar y es, también, una poderosa fuerza orientadora de su evolución, determinando el destino de todo su desarrollo mental.

Un punto importante a discutir, que podrá contribuir para las investigaciones en el rumbo en discusión, se refiere a las diferencias de interpretación cuanto a las ideas previas fueran nociones pre-científicas o alternativas al modelo científico.

Para Piaget, las ideas de los niños serían pre-científicas, lo que él expresa bien en el libro Piaget & García (1984). Para estos, el sujeto en sus actividades intelectuales obedece a normas cognitivas en todos los niveles. *"El hecho fundamental para la epistemología de las ciencias es que el sujeto, partiendo de niveles muy bajos con estructuras prelógicas, arribará más tarde a normas racionales, isomorfas a aquellas que caracterizaron o el nacimiento de las ciencias."* (p.12) *"...el conocimiento científico no es una categoría nueva, fundamentalmente diferente y heterogénea con respecto a las normas del pensamiento pre-científico y a los mecanismos inherentes a las conductas instrumentales propias de la inteligencia práctica. Las normas científicas se sitúan en la prolongación de las normas de pensamiento y de práctica anteriores, mas incorporando dos exigencias nuevas: la coherencia interna (del sistema total) y la verificación experimental (para las ciencias no deductivas)." (p.31).*

Según Toulmin (1977), Piaget, como Kant, partidarios a la idea de que ciertos patrones muy generales de pensamiento o acción son elementos indispensables de toda experiencia y conocimiento genuino de mundo, o, al menos, de toda experiencia susceptible de ser articulada en lenguaje. Enfatizando más, se puede decir que Piaget acredita que las formas y operaciones necesarias de todo pensamiento pretenden ser racionales. Difie-

re de Kant porque no acredita en una estructura ineludible de todo pensamiento propiamente racional, mas sí, que la coherencia racional completa es un destino, un ideal que los hombres conquistan en aproximaciones sucesivas. En ese sentido, es una cuestión de grado la diferencia del pensamiento de los niños y pueblos primitivos con los adultos y sociedades avanzadas. Según las ideas de Piaget, no tenemos razón para considerar los procedimientos de los niños como primitivos o incoherentes, ininteligibles o no racionales, más sí menos coherentes, menos inteligibles o menos racionales que las formas maduras para las cuales evolucionan. En Piaget, es innegable que las ideas previas son pre-científicas y evolucionan para las científicas.

Toulmin (1977), discutiendo la naturaleza de los conceptos cotidianos y científicos, cree en la diversidad conceptual, y afirma que la posesión universal de la humanidad en todos los medios sobre los conceptos, proposiciones y principios detallados de nuestro esquema conceptual cotidiano, sólo presenta predominio en períodos muy limitados de la historia, y en ciertos subgrupos de toda la especie humana. Coexisten varios sistemas paralelos de interpretación (religión, sentido común, ciencias, artes, etc.), diferentemente movilizados según los contextos y los contenidos.

El mismo autor apunta una hipótesis, que según él mismo, necesita ser confirmada: *"nuestros conceptos cotidianos -como los de las Ciencias- están envueltos en una genuina evolución conceptual, como resultado de la cual nuestro lenguaje y nuestra práctica familiares se `adaptan' progresivamente a los cambios en los objetivos y circunstancias detallados de la vida y la actividad humanas."* (p.445). El propio autor concluye una argumentación en dirección a la confirmación: Los conceptos espacio-temporales, numéricos y causales cotidianos de los hombres tienen menos aplicaciones técnicas y una mayor difusión que los conceptos especializados de la Ciencia Natural. Como resultado de esto, cambian más lentamente. La rapidez relativa del cambio conceptual en las disciplinas científicas depende de la existencia de foros de competición profesional especializados y protegidos, y esto no tiene ninguna contrapartida obvia en el caso de nuestro esquema conceptual cotidiano, de modo que podemos esperar mudanzas más lentas en los conceptos no especializados de la vida cotidiana. Como resultado para la discusión, podemos sugerir que todos los conceptos cotidianos aparentemente invariantes, tal vez, sean sólo las formas intelectuales que están protegidas más completamente contra los efectos de las innovaciones y de las evoluciones, como resultado de su circulación sin restricciones y sus funciones no especializadas.

Desde un punto de vista más lingüístico, Llorens et al (1989) señalan que en el aprendizaje de ciencias y, sobretudo, en los niveles más elementales, la delimitación entre conceptos cotidianos y científicos es notablemente difícil. Esto porque la



mayor parte de los conceptos poseen significados, en ambos los contextos que coexisten en los alumnos, alertándonos que la construcción de un concepto no puede ser entendida como un simple proceso lineal de generalización o concretización. Todavía, una gran parte de la terminología científica utilizada en la escuela básica y media procede del lenguaje cotidiano, a través de un proceso de diferenciación y precisión semántica. Por ejemplo, la palabra 'fase' y 'reductor', en el contexto cotidiano, se distancian mucho del significado científico, otras como 'equilibrio' y 'enlace' ya son más próximas. En los dominios científicos de mayor impacto socioeconómico o los que son preferentemente utilizados en la divulgación científica, ciertos términos pueden pasar para el lenguaje cotidiano conservando más o menos su significado inicial. Un caso típico es el término 'átomo', cuyas derivaciones 'atómico' y 'atomizar' son corrientemente empleados en contextos extra-científicos.

Me parece que las ideas de Toulmin pueden dar buenos fundamentos a una definición de las ideas previas como alternativas al modelo científico que como pre-científicas. Tal definición sumadas a los estudios de Llorens pueden aceptar más fácilmente que los conceptos cotidianos convivan con los conceptos científicos en las explicaciones de los estudiantes en el día a día de la enseñanza. Por eso la constatación, en varios estudios, de la convivencia de ideas diferentes, o mismo de formas de pensar diferenciadas en la mente de un estudiante, mismo después de la instrucción.

Sumándose a esto, es necesario de parte del profesor una gran capacidad de sentir, escuchar las elaboraciones conceptuales de sus alumnos y que construya una guía de lectura que le de un rol de interpretaciones. El papel del profesor es primordial, ya que apoyándose en el proceso del alumno mas orientándolo para posibles síntesis, favorece la discusión, crea un ambiente de escucha recíproca y de debate, hace con que cada alumno explique bien lo que dice, discrimine las divergencias que van apareciendo. Es apropiada la caracterización de los estudiantes como sujetos activos en el proceso de construcción, mas no podemos olvidar que, cuando el contexto de esa producción es el aula, los profesores también son importantes, no solamente como facilitadores del aprendizaje mas como mediadores de visiones científicas y cotidianas, propias y de los alumnos.

Por eso, precisamos investigar más el por qué de ciertas relaciones entre la organización y estructuración del conocimiento científico y algunas particularidades del contexto del salón de clases (ideas previas, mediaciones, discursos) que se constituyen en factores decisivos para la explicación y comprensión de lo que se quiere enseñar.

DISCUTIENDO LAS IDEAS PREVIAS A LA LUZ DE LAS INFLUENCIAS DE ENSEÑAR –EJEMPLOS CON EL ESTUDIO DE CASO SOBRE EL TEMA “FORMACIÓN DEL UNIVERSO”

Para discutir el aprendizaje de los alumnos a la luz de las influencias de enseñanza, es necesario relacionar sus producciones (cuestionarios, experiencias, experimentos, investigaciones, dibujos, etc.) con los determinantes de la instrucción dada y con sus ideas previas. Sugiero, por ejemplo, que tales producciones pueden ser analizadas según 4 aspectos: i. el contenido construido por los alumnos; ii. las capacidades cognitivas alcanzadas por los alumnos; iii. las influencias de las ideas previas de los alumnos en la evolución conceptual; y iv. la dirección de las ideas construidas por los alumnos, esto es, la del modelo científico, la de sus ideas previas o, una otra dirección. Como ejemplo en este taller, estaré trabajando con los resultados del estudio de caso desarrollado por Compiani (1996) y, así, presento para las discusiones el Cuadro 2.

Con el objetivo de señalar los avances y retrocesos de las interacciones profesor-alumno en relación a esos cuatro aspectos, alerto que en este taller sólo será posible tratar algunas partes de lo que fue trabajado en el estudio de caso. También no sería posible tratar de todos los alumnos, de ahí escogí las historias de tres alumnos: Juliano, André Luiz y Tábata. Ellas no son representativas de otras entre las 18 historias, pues cada una de ellas es singular y propia dificultando la escogencia, mismo que el objetivo fuese escoger historias apenas parecidas con otras. Elegí aquellas que podrían facilitar el intento propuesto en este taller (Figs. 1, 2, y 3).

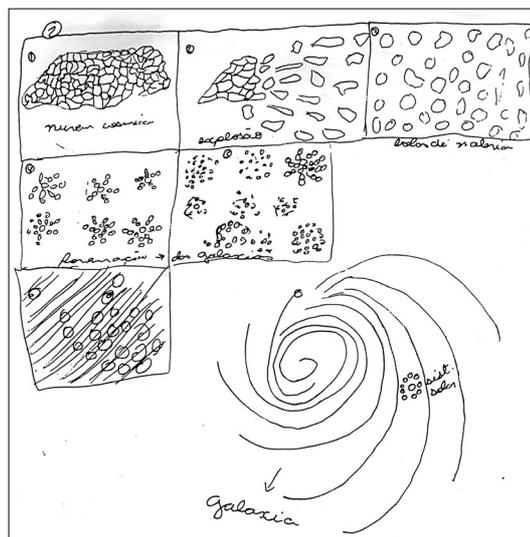


Figura 1. Dibujo de Juliano (edad 12 años)¹

(1) "O universo surgiu de uma nuvem brilhante de poeira cósmica que foi se comprimindo e com alta pressão e temperatura que se explodiu formando bolas de matéria que a atração gravitacional e o movimento rotatório formaram as galáxias e os sistemas solares que foi resfriando as bolas de matéria e se arredondando formando os planetas".

N. d. E. Para su mejor comprensión se ha mantenido la lengua brasileña original del manuscrito de cada uno de los niños.

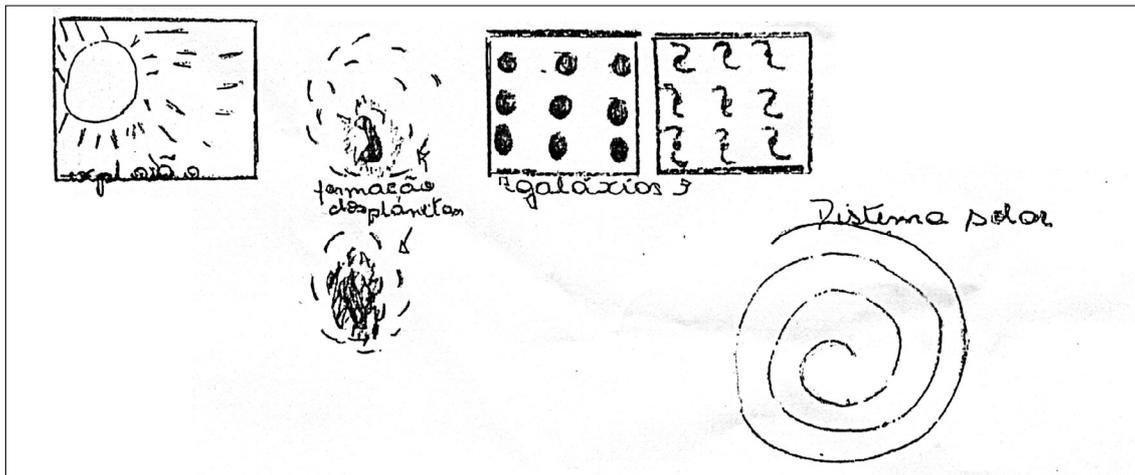


Figura 2. Dibujo de Tábata (edad 11 años)²

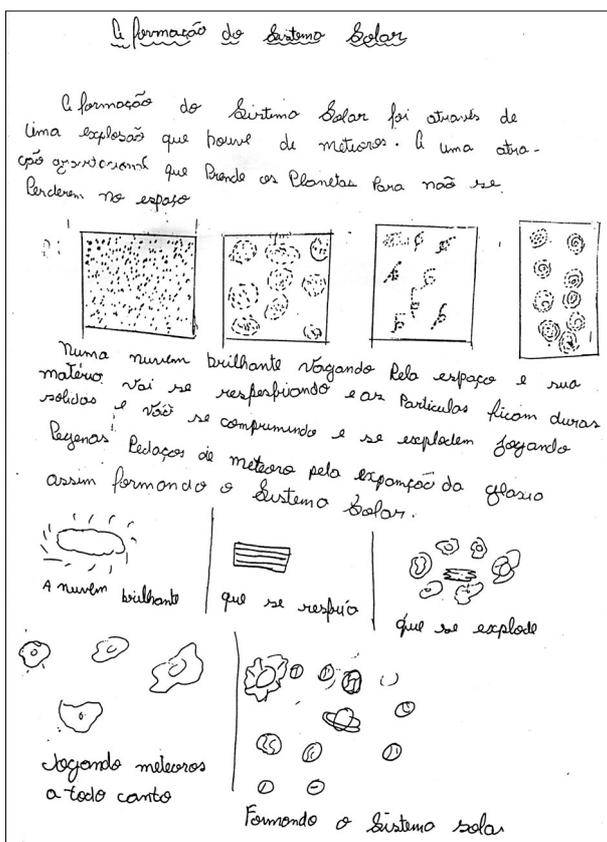


Figura 3. Dibujo de André Luiz (edad 11 años)³

No es fácil examinar los cuatro aspectos pretendidos porque es difícil tratarlos como si fuesen un todo, con sus partes orgánicamente ligadas o, a partir de las partes, ir construyendo ese todo interligado. En la medida de lo posible, sólo separo los aspectos siempre con la intención de facilitar la interpretación. Por eso, sin separar en demasía y buscando una mayor integración de los aspectos a ser analizados, elaboré el Cuadro 1, tratando el contenido construido y expresado por cada uno de los tres alumnos escogidos a través de la historia por él producida junto con la influencia que sus ideas previas pudieran haber tenido en esta producción. Justamente por ese factor de la influencia de las ideas previas es que acrecento en el Cuadro 1, contenido construido por los otros dos alumnos, Luís y Daniel, que influenciaron mucho las ideas de la clase.

Además de eso, procuré verificar si, aquellas capacidades cognitivas, que muchos defienden como imposibles de ser desenvueltas en esas fajas etáreas de los estudiantes, estaban o no reflejadas en las producciones de los alumnos. Para eso, realice un detallamiento de esas capacidades del siguiente modo: i. la calidad de la narrativa: si las historias presentan una unidad narrativa entre lo escrito y lo dibujado o si apenas partes presentan algún tipo de narrativa, y el tipo de la narrativa: sucesiva-causal o apenas sucesiva; ii. el tipo de patrón espacio-temporal que ex-

(2) Ouve uma explosão de um meteoro grandíssimo que explodiu e lançou seus pedacinhos para todo o canto do universo. E esses pedacinhos foram atraídos para um pedaço de meteoro muito atraente que puxava os outros pedacinhos que foram formando grandes bolas gigantes. Essas bolas gigantes formaram galáxias. E foram se formando mais e mais planetas que se expandiam, formando mais galáxias e planetas. Existiu também uma nuvem brilhante de poeira cósmica que explodiu e suas poeiras se espalharam e sentaram nos planetas e deu brilho a eles. Esse grande meteoro que explodiu foi formado por matéria que se comprimiu com alta pressão e temperatura, e não aguentando explodiu. Dessas galáxias também foram se formando os Sistemas Solares, dessa formação ouve muita atração gravitacional, que também ajudou nos movimentos rotatório que os planetas fazem, em torno do Sol etc.

(3) "A formação do Sistema Solar

A formação do Sistema Solar foi através de uma explosão que houve de meteoros. A uma atração gravitacional que prende os planetas para não se perderem no espaço. Numa nuvem brilhante vagando pelo espaço e sua matéria vai se resfriando e as partículas ficam duras e sólidas e vão se comprimindo e se explodem jogando pedregalhos de meteoros pela expansão da galáxia assim formando o Sistema Solar. A nuvem brilhante que se resfria que se explode jogando meteoros a todo canto. Formando o sistema solar".

presan en sus raciocinios; y iii. la presencia de algún tipo de representación de escalas astronómicas.

Para verificar si las historias presentan una unidad narrativa, en primer lugar, cabe ver como ellas articulan lo escrito y lo visual. De las tres producciones tratadas, tendremos la narración escrita asociada a la viñeta con leyendas (dibujo de Juliano) y la narración escrita con ilustraciones de dibujos (dibujo de Tábata) y la mezcla de los dos tipos anteriores (dibujo de André Luiz). Para verificar si existe una unidad narrativa en lo escrito, basta apenas ver el encadenamiento hecho con el contenido estu-

do. Es eso lo que pretendo resumidamente mostrar en el Cuadro 1. Con los dibujos, necesito recurrir al trabajo de Cagnin (1975). El problema es mostrar como a partir del significado de cada viñeta nace el significado de la secuencia. Al juntarse dos o más viñetas, se establece una comparación entre formas percibidas en la lectura de cada una. El autor dice que la identidad entre las imágenes o figuras que componen las viñetas es una especie de hilo conductor de la narrativa. La identificación puede ser hecha por los elementos invariantes o redundantes (figuras del Q1 \cong figuras del Q2) o por los elemen-

Cuadro 1 -Contenidos expresados por los alumnos en su historia y las relaciones con sus ideas previas y las cuestiones más significativas tratadas en clase					
ALUMNOS	IDEAS PREVIAS	PROBLEMAS MAS SIGNIFICATIVOS DE LA CLASE			
	CUESTIONARIO INICIAL				
	¿Cómo surgió el Universo?	¿Qué explotó?	Los efectos de la explosión:	Las causas de la formación de las galaxias	¿Cómo se formó el Sistema Solar?
Juliano	explosión de la nube brillante	nube brillante de polvo cósmico que se comprimió y explota	expansión de bolas de materia	la atracción gravitacional y movimiento rotatorio junto a las bolas de materia	continuación de los procesos anteriores y, con el enfriamiento, las bolas de materia se fueron arredondando, formando los planetas
André Luiz	no respondió	nube brillante que se enfría, con las partículas sólidas y duras, y se comprimen hasta explotar. La explosión de meteoros	pequeños pedazos de meteoros son arrojados a todas partes		una atracción gravitacional que prende los planetas para que no se pierdan en el espacio
Tábata	explosión de un gran meteoro o planeta	explosión de un gran meteoro causada por la compresión, aumento de presión y temperatura de la materia de éste	millares de pedacitos fueron esparcidos y estos fueron atrapados por un meteoro atrayente formando los planetas	pedazos de meteoros muy atrayentes atrapaban los pedacitos formando grandes bolas gigantes (las galaxias)	en las galaxias también fueron formándose los Sistemas Solares, de esa formación hubo mucha atracción gravitacional
Daniel	Explosión con la aproximación de meteoro al Sol, expansión de los pedacitos agarrando fuego y enfriamiento, formando, planetas, estrellas, etc...	Por la atracción gravitacional las materias existentes se comprimieron y explotaron	millares de materias se dispersaron con alta velocidad hasta que la fricción entre dos de ellas provocó otra explosión y hace que las bolas de fuego se dispersen	las bolas de fuego se enfriaron, sólo por fuera, formando los planetas; estos fueron atraídos por la fuerza gravitacional de movimiento rotatorio originando las galaxias	las galaxias tienen un centro, todos los centros atraen los planetas para girar en torno; como planetas, estrellas y Sol forman nuestro Sistema Solar, esta es nuestra galaxia
Luís	explosión de los agujeros negros	explosión de un astro o de materia cósmica que sufre unión y compresión	Expansión de la nube brillante de polvo cósmico	Unión por atracción gravitacional giratoria	Unión por atracción gravitacional giratoria y enfriamiento rápido en un choque



tos variantes o formas aparentes de las figuras (figuras del Q1 \neq figuras del Q2). El propio orden de la lectura de las imágenes, una después de la otra, genera el concepto de tiempo, de sucesión, de uno antes y otro después, sería el narrativo sucesivo. Ya la relación lógica de causa y efecto no es dada apenas por la lectura sucesiva. La causalidad es de carácter implicativo, constituyendo el narrativo causal que necesita y va además de lo sucesivo.

Para verificar el tipo de patrón espacio-temporal que los alumnos expresan en sus raciocinios, y como se depararon con la necesidad de usar artificios de representación para dejar más claras las gigantescas escalas espaciales que están en juego, es fundamental que también se consideren los dibujos. Esas son capacidades que sólo pueden ser verificadas con la representación visual, de otro modo, sólo pueden ser enseñadas con la utilización del lenguaje visual. ¿Cómo expresar con palabras, por ejemplo, un modelo de “Formación del Universo”, la Vía Láctea en la forma de espiral y el Sistema Solar?

Así, elaboré el Cuadro 1, donde las ideas previas de los cinco alumnos y la evolución conceptual fueron sintetizadas. Para tal síntesis, partí de las ideas de cada alumno antes del debate (ideas examinadas en el cuestionario inicial) solamente con referencia a la pregunta: ¿Cómo surgió el Universo? En seguida, liste los problemas más significativos que fueron debatidos en clase, intentando identificar lo que cada historia presentó referente a ellos. Tales problemas fueron: el ¿qué explotó? y los efectos de la explosión (que están ligados al concepto organizador explosiones), las causas de la formación de las galaxias, y ¿cómo se habría formado el Sistema Solar? (que están ligados al concepto organizador atracción gravitacional).

RECOLOCANDO LAS IDEAS EN LOS EJES

En ese momento final del análisis, me enfrente con una cuestión crucial levantada por Matthews (1994, p.268): ¿Cuáles son los criterios para la adecuación de las concepciones del estudiante? ¿Debemos juzgarlas frente a las normas de la comunidad científica, o frente a los comentarios de otros estudiantes, o frente a las concepciones previas del alumno? Me propongo a ensayar una respuesta, porque para quien pretende ir comprendiendo el microcosmos de la sala de aula, es fundamental enfrentar de frente la cuestión de los criterios.

A partir del análisis del Cuadro 1 y de cada una de las tres historias escogidas para el taller y observando el Cuadro 2, prestándose mayor atención en la influencia de las ideas previas y en la dirección tomada por las nuevas construcciones de los alumnos, se verifica, de inmediato, que todos los criterios levantados por Matthews precisan ser utilizados para cuestionar el desenvolvimiento conceptual de los alumnos.

¿Cuál es la influencia de los comentarios de un

alumno en las elaboraciones de los otros? viéndose el Cuadro 2 tenemos las pistas para la respuesta. Los alumnos con el mejor desarrollo conceptual, se dividieron entre la visión defendida por el profesor y otra defendida por Daniel e Alex. Las ideas de la teoría de la bola de fuego influenciaron, por ejemplo, las construcciones de Moacir y André Luiz.

¿Cuál es la influencia de las ideas previas? Decididamente importantes, principalmente, cuando estas presentan alguna estructuración más consistente a la semejanza de un conocimiento científico (marcadamente estructurado). Y qué son las ideas de Daniel, sino una verdadera ‘mini-teoría’. En relación al aula ella era previa, todavía a su adquisición por parte de él ocurrió en la 3ª serie de enseñanza básica, en una clase sobre la formación de la Tierra. Quiero decir, los orígenes de los conocimientos previos son los más variados y el previo es temporalmente relativo. Para Daniel ella era una idea científica asimilada y verdadera. Ahora, igualmente al modelo científico del profesor esta visión era un modelo plausiblemente estructurado. Claro, yo, propositadamente, no instituí el confronto deliberado a la teoría de la bola de fuego. Era importante que esas ideas se tornasen las más explícitas posibles. De un cierto modo fueron, pues la clase debate fue, en gran parte, comandada por el confronto de los dos modelos y, al final, como pueden ver por las historias, otros alumnos adhirieron a las ideas de Daniel. Este y sus adictos interactuaron con el modelo del profesor y otras visiones de no menor importancia, como las de Alex (nube) y de Edna (ciclicidad). La complejidad de las construcciones de los alumnos es mucho mayor de lo que aparenta para algunos. En aula, el vaivén de los conocimientos científicos y conocimientos cotidianos aún está para ser descifrado.

¿Cuál es la influencia del conocimiento científico? Estaré siendo conceptuoso con la afirmación: la estructura del saber a ser enseñado es uno de los determinantes de la clase. El que el niño ya sabe sobre el asunto es tan importante cuanto la estructura de ese saber. Es innegable la necesidad del profesor saber la estructura de la disciplina a ser enseñada. Ese dominio dará capacidades al profesor de no apenas definir a los estudiantes las explicaciones aceptables en un campo, como descubrir o experimentar las que serían más fructíferas para el desenvolvimiento temático de la clase. Como ejemplo, sin un conocimiento más profundo no sabría cuál es el momento exacto de la utilización del modelo de formación del Universo y tal vez, ni sabría que la utilización del modelo sería importante⁴. La introducción del modelo o de cualquier idea científica, probablemente, tratarán problemas si fuesen introducidas de sopetón. Es necesario construir algún ancladero referencial. Por ejemplo, solamente después de un cierto consenso sobre la expansión de la nube cósmica yo introduje el modelo, pues éste partía de la nube cósmica. Estaba creado un referencial a ser compartido. Por otro lado, retomadas impor-

(4) En la segunda parte de la clase debate fue utilizado el modelo con la intención de facilitar el entendimiento de la formación de las galaxias y el respectivo papel de la atracción gravitacional.



Cuadro 2 - La representación del desarrollo conceptual de los alumnos referente al tema “la formación del Universo”																	
Alumnos	Secuencia Narrativa				Narrativa sucesiva		Narrativa Causal		Patrón espacio-temporal	Escalas astronómicas	Influencia de las ideas previas			Dirección de las ideas construidas			
	completa	incompleta	débil	s/sequencia	escrita	descrita	escrita	descrita			fuerte	media	débil	modelo científico	bola de fuego	otro modelo	ninguno de estos
Luis	X				X	X	X	X	X			X					
Juliano	X				X	X	X	X	X			X					
Alexandre	X				X	X	X	X	X			X					
Daniel	X				X		X	X	X				X				
Alex	X				X		X	X	X					X			
Moacir	X				X	X	X	X	X				X				
André Luiz	X				X	X	X	X	X		X		X				
Tábata	X				X	X	X	X	X				X	X			
Edna		X			X			X						X			
Roselía		X				X		X				X					
A. Roberto		X			X							X					
Surian		X				X		X				X		X			
Eric					X						X					X	
Karen					X							X				X	
Telma					X							X					
Viviane						X					X					X	
Tatiana					X							X				X	
Alessandra											X					X	



tantes de la clase, no siempre son recomendables a partir de las ideas previas, porque se puede intensificar de tal manera las ideas que, después, se torna muy difícil la colocación de las ideas científicas. El conflicto queda muy evidente y la resistencia aumenta. Muchas veces, colocar el alumno en el mundo de las ciencias es tomar en cuenta las ideas de los alumnos, pero dentro del discurso científico.

Matthews (1994, p.268) afirma que debemos diferenciar práctica pedagógica con éxito de exigencias epistemológicas, con lo que concuerdo plenamente. Mas esto no me lleva a aceptar sus comentarios finales de que los profesores que buscan introducir y propiciar un dominio a sus alumnos sobre la esfera del conocimiento público necesitarían, normalmente, indicar que las explicaciones de sus alumnos son, de hecho, inadecuadas. En enseñanza no debemos caer en el reinado epistemológico. Como él mismo discute, las exigencias de formación de un ciudadano son muchas y complejas pasando por el psicológico, ético, moral, etc. Es insustentable desde el punto de vista psicológico que cada conceptualización, o por lo menos las más importantes realizada por un alumno, el profesor muestre las inadecuaciones alcanzadas. Y, aquí, comienza el drama del profesor: inadecuaciones parametrizadas ¿por cuál(es) teoría(s) científica(s)? En mi caso en estudio, ¿cuál debería tomar en cuenta? ¿La teoría del BIG-BANG, de la inflación, o de la expansión-compresión? Una inmensidad de dominios científicos son cargados de dudas. Ahora, ¿por qué no esclarecer a los alumnos, inclusive, la existencia de estas en la comunidad científica? Claro, el presupuesto de Matthews y el mío también es que no existen verdades absolutas y de ahí nada más justo que trabajar con las dudas. Mas, del modo como es colocado este problema de la verdad el es filosófico, no es posible introducir a los alumnos en un destajo y siempre al final hablar de las inadecuaciones. Esto destruye cualquier ánimo escolar. Es insoportable psicológicamente. En la escuela, las teorías y sus respectivos conceptos aceptan una infinidad de niveles de formulaciones adecuados a propósitos y fajas éticas. El profesor debe ser capaz de definir a los estudiantes las explicaciones aceptables en un campo disciplinar. El rigor epistemológico no está en adecuar los productos de los alumnos al conocimiento científico público. De ese modo, nosotros recaemos en la llamada evaluación de procesos-productos, o sea, la adecuación al conocimiento científico del nivel de rendimiento final alcanzado en las tareas o ajustes interactivos por los alumnos. Los criterios discutidos no pueden ser excluyentes. Matthews, probablemente, no piensa en exclusividad. Una clase comienza por la mediación de las ideas previas y del conocimiento científico y termina mediada. Por lo menos lo psicológico y lo epistemológico caminan juntos. Según Pino (1992), artificioosamente podemos decir que en un contexto interactivo y comunicativo las interacciones son entre sujeto-objeto (relaciones epistemológicas) y entre sujeto-sujeto (relaciones comunicativas). El análisis de los aspectos epistemológicos lanzará luz más en la coherencia de los niveles alcanzados por los alumnos en relación al conocimiento específico en estudio. El análisis de los aspectos comunicativos lanzará luz más en

la argumentación, tanto del profesor como de los alumnos, para justificar sus opiniones en el contexto social instalado. Si el foco de análisis es el plano social y la interacción, a progresión para formas más complejas de cognición será, más o menos, monitoreado por el entrelazamiento de los criterios anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

- Astolfi, J.P. & Develay, M. (1990) *A didática das Ciências*. Campinas: Papirus Ed., 132p.
- Cagnin, A.L. (1975) *Os quadrinhos*. São Paulo: Ed. Ática, 239p.
- Compiani, M. (1996) *As Geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema "A formação do Universo"*. Campinas: FE/UNICAMP, 216p. (Tese de doutorado)
- Driver, R. & Bell, B. (1986) Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, v.67, n.240, p.443-456.
- Driver, R. & Oldham, V. (1988) Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. In: Porlan, R., Garcia, J.E. e Canal, P. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Diada Ed, p.115-136.
- Easley, A. & Driver, R. (1978) Pupils and paradigms a review of the literature related to concept development in adolescent science education. *Studies in Science Education*, University of Leeds, v.5, p.61-84.
- Gilbert, J.K. (1983) Alternative conceptions. *Paper presented at the AAPT Winter Meeting*, N. York.
- Llorens, J.A.; De Jaime, M.C. & Llopis, R. (1989) La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v.7, n.2, p.111-119.
- Matthews, M.R. (1994) Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v.12, n.2, p.255-277.
- Osborne, R.J. & Wittrock, M.C. (1983) Learning science: a generative process. *Science Education*, John Wiley & Sons, Inc, v.67, n.4, p.479-508.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1991) *Students' Alternative Frameworks and Science Education: Bibliography*. Kiel: 3rded, Institute for Science Education.
- Piaget, J. & Garcia, R. (1984) *Psicogénesis e História de la Ciencia*. México: 2^aed, Siglo Veintiuno Ed, p.9-34, Cap.9, p.227-245, Cap.10, p.246-252.
- Pino, A. (1992) As categorias de público e privado na análise do processo de internalização. *Educação & Sociedade*, Campinas, n.42, p.315-327.
- Pontecorvo, C. (1993) Interazione sociale e conoscenza. Le discipline come pratiche di discorso. *Scuola e Città*, 2, Anno XLIV, p.56-71.
- Pozo, J.I. & Carretero, M. (1987) Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y aprendizaje*, n.38, p.35-52.
- Solis Villa, R. (1984) Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v.2, p.83-89.
- Toulmin, S. (1977) *La comprensión humana, I: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Ed., 521p.
- Vygotsky, L.S. (1979) *Pensamento e linguagem*. Lisboa: Ed. Antidoto, 213p. ■

