



En la clase cuatro nos referimos a la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela, enseñanza que desde los primeros años de la escolaridad debe permitir la adquisición de saberes vinculados con una formación integral humanista y científico-tecnológica. Para esto definimos al área de las Ciencias Naturales como una construcción didáctica, es decir, una forma de organización especial que incluye, en la actualidad, contenidos de la Biología, la Física, la Química, la Astronomía y las Ciencias Naturales de la Tierra.

Nos referimos también al *Aprendizaje significativo crítico*, definido por Marco Antonio Moreira, en el que alumnos y docentes aprenden y enseñan preguntas en lugar de respuestas. Al decir de Moreira, “¿Qué más podría hacer un maestro por sus alumnos que enseñarles a preguntar, si esa es la fuente del conocimiento humano?”

En esta clase centraremos nuestro trabajo en la noción de *obstáculo epistemológico*, acuñada por Bachelard (2004) para la investigación científica, y la relacionaremos con diferentes problemáticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel primario. En la segunda parte, para apreciar este concepto “en funcionamiento” en un caso específico de enseñanza, lo utilizaremos para analizar la comprensión de conceptos y nociones acerca de la dinámica terrestre dentro del eje de contenidos *El planeta Tierra*.

1. LA NOCIÓN DE OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO.

A lo largo de la historia de las Ciencias Naturales, se pueden encontrar diferentes momentos en los que se fueron saldando obstáculos que impedían desarrollar modelos o ampliar y desplegar derivaciones de lo trabajado hasta el momento. Bachelard investiga estos obstáculos a los que denomina *obstáculos epistemológicos*. Esta construcción conceptual pasa a constituir el pilar de su texto *La formación del espíritu científico*.

Según este autor el obstáculo se presenta como una traba al pensamiento. Los define como *mecanismos de la psiquis del investigador* que lo llevarían al estancamiento, el retroceso o la inercia. El obstáculo *expresa una trama de errores que es resistente a la superación*. Es muy importante destacar para nosotros que Bachelard no está haciendo referencia a modos defectuosos o fallidos de conocer, sino que los obstáculos son inherentes al proceso mismo: “*es en el acto mismo de conocer, íntimamente, donde aparecen, por una especie de necesidad funcional, los entorpecimientos y las confusiones*”

Una de las características sobresalientes que este autor atribuye a estos obstáculos es que son altamente *confusos*: no suelen tomarse como trabas o impedimentos al desarrollo del pensamiento. Otra característica es que son *polimorfos*, es decir, que

aparecen de múltiples maneras e impiden la ruptura con los pensamientos del sentido común. Al mismo tiempo, los obstáculos no se eliminan de una vez y para siempre, sino que son *recurrentes*, y por ende no desaparecen por completo. No puede predecirse cuándo van a surgir, ya que pueden aparecer tanto en los momentos del desarrollo de la investigación, como durante el mismo o en las conclusiones.

Según Bachelard en el trabajo científico se va dando un proceso de adaptación entre la teoría y la apariencia: el conocimiento de lo real jamás es inmediato y total. Más aún: se conoce *en contra* de conocimientos anteriores, es decir, destruyendo conocimientos o supuestos mal adquiridos, o bien superando obstáculos. Veamos cómo ejemplifica el autor esta cuestión¹:

“En educación la noción de obstáculo pedagógico es igualmente desconocida. Frecuentemente me he chocado con el hecho de que los profesores de Ciencias Naturales, aún más que los otros si cabe, no comprenden que no se comprenda. Los profesores de Ciencias Naturales se imaginan (...) que puede hacerse comprender una demostración repitiéndola punto por punto. No han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega al curso de Física con conocimientos ya constituidos; no se trata, pues de adquirir una cultura experimental, sino de cambiar una cultura experimental, de derribar los obstáculos amontonados por la vida cotidiana. Un solo ejemplo: el equilibrio de los cuerpos flotantes es objeto de una intuición familiar que es una maraña de errores: de manera más o menos clara, se atribuye esa cualidad al cuerpo que flota (...) Si se trata con la mano de hundir un trozo de madera, éste resiste. No se atribuye fácilmente esa resistencia al agua. Es entonces, es bastante difícil hacer comprender el principio de Arquímedes, en su asombrosa sencillez matemática, si de antemano no se ha criticado y desorganizado el conjunto impuro de las intuiciones básicas”.

Los obstáculos epistemológicos: la observación básica

La *observación básica* es siempre el primer obstáculo al conocimiento científico. Esta observación produce un derroche de imágenes: es pintoresca, concreta, atractiva, fácil. Pareciera que sólo describiéndola podemos conocerla o comprenderla. Retomando la idea de la investigación, podemos inferir que la ciencia se hace “en contra” de la observación: la teoría es una construcción racional que no deriva sólo de los datos. Para Bachelard *nunca hay observación pura*, siempre está orientada por el punto de vista teórico del investigador.

A lo largo de la tarea docente nos hemos encontrado muchas veces con actividades en las que se plantea que los alumnos “observen imágenes” o situaciones similares, suponiendo que el resultado de estas observaciones realizadas por nuestros alumnos será lo que los docentes esperamos. Pero, generalmente nuestros alumnos no “ven” lo que nosotros queremos que vean. La idea de trabajar de este modo “observando la realidad” nos lleva a pensar que detrás de estas consignas se encuentra la perspectiva

¹ Téngase en cuenta que la obra de Bachelard que estamos comentando tuvo su primera edición en 1938.

de que el conocimiento se “imprime” de afuera hacia adentro. En oposición a esta idea tan arraigada, Ángel Rivière (2002) señala que *“los enfoques constructivistas tienden a acentuar el papel del sujeto. El medio sólo proporciona un material en bruto, fragmentario, limitado y desordenado que desencadena procesos de organización que provienen del sujeto. La riqueza de los objetos de conocimiento reside en el encuentro entre sujeto y medio, y no sólo en el medio”*. Podemos afirmar que existe una variedad de teorías que explican la apropiación del conocimiento en los niños y jóvenes (Piaget, Vygotski, Bruner, entre otros) que destacan el papel activo del sujeto. Sólo los teóricos conductistas otorgan un valor fundamental a la observación.

Por consiguiente, las actividades de conocimiento pueden entenderse mejor como procesos activos de construcción que como funciones pasivas de registro o reproducción. Estas actividades implican entonces adaptaciones activas al medio, y no sólo acomodaciones sumisas a él.

Veamos un ejemplo muy ilustrativo que desarrolla Rivière en su texto:

“Por lo que sabemos del mundo visual de la rana a partir del trabajo clásico de Maturana, Lettvin, Mc Culloch y Pitts (1960), lo que para nosotros es una rica y compleja escena campestre junto a un estanque, puede ser para la rana un mundo reducido a difusos bordes que se mueven y pequeños estímulos oscuros (moscas) que provocan rápidos lengüetazos sólo si se mueven pero que “no son” si están quietos. En realidad las ranas cuentan en su sistema visual con detectores de: contraste, bordes móviles, pequeños objetos oscuros, puntos móviles. Ese sistema visual, por elemental que nos parezca, ha resultado ser muy adaptativo en el contexto de las “soluciones evolutivas” a los problemas de las ranas”...

Rivière utiliza este ejemplo para definir lo que denomina *funciones mentales* (en este caso de nivel 1). Así procura desarmar la idea de estímulo como uno de los motores más importantes de la enseñanza. Siguiendo este argumento, el autor propone cuatro niveles para las funciones mentales (Rivière, 2003):

/// **Funciones mentales de tipo 1:**

Son funciones ligadas a la interiorización por parte de un organismo de invariantes del mundo decisivas para la adaptación de la especie. Están descritas y prescritas en el genoma. No están influidas por el ambiente o la cultura. Se activan con un mínimo estímulo físico. Un ejemplo de estas funciones es el establecimiento de constantes de brillo, tamaño y color. Función mental de nivel rana.

/// **Funciones mentales de tipo 2:**

Se identifica con la noción de objeto permanente. Al igual que la de tipo 1 no es específicamente humana: un tigre no tendría mucho éxito sin función mental de tipo 2, ya que la presa “desaparecería” cuando se encontrara detrás de un árbol.

/// **Funciones mentales de tipo 3:**

Están ligadas a la comprensión del discurso. Hay un condicionamiento genético relacionado con el lenguaje. No podemos decir que estén relacionadas con el desarrollo tecnológico, ya que hay sociedades poco desarrolladas

tecnológicamente pero con lenguajes de una tremenda complejidad. Al igual que las de tipo, 4 ya no están condicionada por el genoma. Se dan sólo en contextos interactivos particulares, en la crianza. Son específicas del hombre, y constituyen funciones que podríamos llamar *de humanización*.

/// **Funciones mentales de tipo 4:**

Son funciones muy sensibles a la interacción y requieren de formas especializadas de ésta. No se trata de interacciones naturales de crianza, sino explícitamente dirigidas a la interiorización de la cultura. Requieren de modalidades explícitas: a este niño le quiero enseñar a multiplicar, o le quiero enseñar la conjugación de los verbos. Las funciones de tipo 4 no humanizan: hacen cultura o aculturalizan, se datan históricamente y estructuran formalmente. Implican la incorporación masiva de instrumentos de la cultura y de la historia. Tienen, al igual que en las funciones de tipo 3, carácter simbólico.

La escuela tiene el papel de constituir funciones de tipo 4. Pero, no se pueden introducir funciones de este tipo si no están desarrolladas las de tipo 3.

Actividad Sugerida:

A partir del texto sobre funciones mentales de Ángel Rivière

- Analice un libro de Segundo Ciclo de Primaria teniendo en cuenta cuántas actividades sobre el total de las planteadas responden al nivel 1 y al nivel 2 de las funciones mentales.
- Desarrolle un pequeño texto en el que aparezcan sus impresiones al realizar esta actividad.

Otros obstáculos epistemológicos:

Continuamos con otros obstáculos planteados por Bachelard. En segundo lugar entre los obstáculos que se enumeran en *La formación del espíritu científico*, se encuentra la **opinión**, basada en el sentido común. Allí se afirma taxativamente que ningún conocimiento científico puede partir de ella, ya que la opinión "*no piensa: traduce las necesidades en conocimientos. Al designar a los objetos por su utilidad, se prohíbe conocerlos*". Debe ser eliminada por completo. En toda actividad científica siempre es la razón la que ubica los hechos en determinado lugar. La razón es la que pone en marcha la investigación, genera las preguntas y la necesidad de hallar respuestas.

La expresión de la opinión del alumno también está muy difundida entre las actividades solicitadas en las clases de Ciencias Naturales en primaria. Aquí

deberíamos anticipar una cuestión, que se desarrollará en otras clases: la argumentación se diferencia muchísimo de la opinión. Argumentar es un modelo que implica una larga construcción en el lenguaje y por lo tanto requiere de una secuencia de enseñanza que debe comenzar en este nivel.

Otro de los obstáculos muy frecuentes es el **verbal**, es decir, lo que Bachelard denomina una *falsa explicación* lograda a partir de una definición; el proceso de conocer se invierte: en lugar de ver cómo se relaciona un concepto particular con otros en una síntesis racional, se trata de desarrollar el pensamiento analizando un concepto.

En este punto deberíamos pensar cuánto énfasis ponemos en las clases de Ciencias Naturales sólo para definir el significado de conceptos tal como aparece en los diccionarios, en lugar de destacar las relaciones de un concepto con otros o aportar ejemplos. Buscar estrategias que estén dirigidas, esencialmente, a implicar a los alumnos en la construcción de conocimientos, *aproximando* la actividad que realizan a la riqueza de un tratamiento de resolución de problemas, supone plantear el aprendizaje como un trabajo de *investigación* a través del *tratamiento de situaciones* relevantes para la construcción de conocimientos. Ello ha de contemplarse como una actividad abierta y creativa, debidamente orientada por el docente, que se inspira en el trabajo de científicos y tecnólogos, y que debería incluir una serie de aspectos y no simplemente apuntar a la definición.

El obstáculo verbal nos conduce a otro muy difícil de superar: **el sustancialista**, caracterizado por el autor como "*La monótona explicación de las propiedades por la sustancia*". Así, se pretende dotar a la sustancia de una unidad que oculta la complejidad de la que se compone. Esto se enmienda asociando a un sustantivo una gran cantidad de adjetivos. Cuanto menos precisa es una idea, dice Bachelard, más palabras se encuentran para expresarlas. Pensar científicamente, en cambio, implica jerarquizar y poner en relación las propiedades, no enumerarlas.

La idea de sustancia es tan clara, simple, poco discutida, que normalmente no se cuestiona. Que los objetos tengan una sustancia se acepta rápidamente. Pero, ¿nos hemos detenido a pensar cuánto le cuesta a los alumnos comprender esto? O ¿Cuánto hemos desarrollado en nuestras secuencias didácticas esta problemática?

Otro obstáculo frecuente es el **animista**. Éste consiste en prestar mayor atención o valorar más aquello que está relacionado con la vida. Todo lo que posee vida parece superior. La palabra vida es mágica y se la relaciona inmediatamente con el movimiento. La idea de sustancia y vida, concebidas ambas de manera ingenua, ha conducido a innumerables valoraciones erróneas.

El animismo aparece muy frecuentemente en los libros de texto del nivel primario y fundamentalmente en los de primer ciclo cuando se ilustra con imágenes en las que aparecen plantas, frutos, semillas con rostros humanos, o esqueletos que forman parte de historietas, por poner algunos ejemplos muy frecuentes.

Estos recursos muchas veces son explicados como una manera de tratar el tema de forma más amigable o atractiva para los niños.

El **cuantitativismo** también es un obstáculo para conocer, en cuanto se le otorga a la cuantificación un valor en sí mismo. Sin embargo, sostiene Bachelard, “*es tan inútil medir lo que no es necesario como no medir aquello que hace falta*”. El conocimiento cuantitativo se considera *libre de errores*.

Sólo una constante vigilancia permite al científico controlar los obstáculos y hace posible la ruptura con el conocimiento común. Implica un trabajo permanente del investigador y es más posible de efectivizar si el control no es llevado a cabo sólo por el investigador, sino también por sus pares. La vigilancia se impone por la familiaridad que el investigador tiene con lo que estudia. Es muy importante tener en cuenta que el investigador, en tanto sujeto social, también es parte de lo que estudia: los prejuicios y preconcepciones sobre los hechos sociales son tan frecuentes que él mismo deberá tener la firme decisión de romper con ellos, y de tomar la distancia necesaria con el sentido común para poder construir hechos científicos.

El hecho social, por el sólo hecho de ser inmediato, no es transparente, no es evidente ni simple si no hay una elaboración teórica construida en contra de las primeras opiniones. No habrá conocimiento científico sino simplemente conocimiento vulgar disfrazado.

Volviendo entonces a las clases de Ciencias Naturales, aquí también se impone un fuerte y constante control sobre los materiales que se utilizan en el trabajo y esto no se relaciona con la idea de “formar pequeños científicos”, sino simplemente de analizar profundamente lo que enseñamos y cómo lo hacemos. En síntesis, llevando adelante aquello que se ha desarrollado en clases anteriores y que se ha definido como Ciencia Escolar.

2. OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE CONTENIDOS RELACIONADOS CON EL INTERIOR DEL PLANETA

Una de las líneas de investigación más desarrolladas en los últimos años dentro de la didáctica de las Ciencias Naturales es aquella que estudia las *ideas previas* que poseen los alumnos para la interpretación de diversos fenómenos.

Las ideas previas acerca del mundo, construidas a través de la experiencia son respuestas confiables para el sujeto, que otorgan cierto grado de certidumbre. Estas ideas constituyen "modelos intuitivos" que generalmente son resistentes al cambio. Desde lo didáctico son el contexto, aquello que hay que conocer y comprender del pensamiento de los alumnos para desarrollar actividades de enseñanza y aprendizaje.

Habitualmente se destaca la existencia de ideas previas en los alumnos para señalar que los alumnos ya “saben” algo de lo que queremos enseñar. Tal como se puede inferir a esta altura de nuestro recorrido, también es posible pensar el concepto de *ideas previas* en relación con la noción de **obstáculo epistemológico**.

Los resultados de más veinte años de investigación han producido un amplio conocimiento acerca de las ideas previas y las estrategias para investigarlas. De hecho si se analizan unidades didácticas o proyectos de enseñanza en Ciencias Naturales es

común observar que en la mayoría las primeras actividades están dedicadas a la “investigación de ideas previas”. Sin embargo esta amplia aplicación ha generado una concepción de carácter excesivamente general, así como alguna vaguedad, respecto al sentido y la utilidad de la indagación de ideas previas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es preciso reconocer que, en el debate con las concepciones más tradicionales, tener en cuenta los saberes previamente adquiridos por los alumnos ha influido de manera significativa en la actualización de la enseñanza en el área. De hecho, ha contribuido a considerar que el aprendizaje se realiza en un proceso progresivo y continuo de construcción y desarrollo conceptual y de habilidades cognitivas.

Una de las investigadoras pionera en esta tarea fue Rosalind Driver, quien comenzó a investigar junto a Piaget en el instituto de Ginebra a fines de la década del 60.²

Por tal motivo, intentar comprender el conocimiento cotidiano de los alumnos supone una actividad significativa que permite identificar los *obstáculos* que influyen en la comprensión y construcción de conocimientos, los cuales no deben entenderse como negativos para el aprendizaje. Por el contrario, son el sustento a partir del cual se debería organizar la planificación, y en función de ellos desarrollar estrategias de enseñanza que permitan superarlos.

Las ideas sobre el origen de las rocas

El trabajo de Driver mostró tempranamente la necesidad de trabajar con las ideas de los alumnos, tomando como caso de investigación la enseñanza de algunos contenidos de geología.

Los dos principales preconceptos hallados en las repuestas de los niños fueron:

- /// Las rocas observables en la actualidad son tan antiguas como la propia Tierra.
- /// Aún sosteniendo la idea de formación de nuevas rocas, se limitan a pensarla desde la superficie terrestre, tomando como ejemplo a las rocas volcánicas y sedimentarias.

En ninguna de las dos formulaciones aparecen como un factor las ideas de tiempo y de cambios en el planeta: lo observable en la actualidad es igual a la constitución del planeta mismo.

En el segundo grupo no tienen grandes dificultades en asumir la posibilidad del desgaste de las rocas. Sin embargo, ninguno de los grupos contempla cambios externos relacionados con el interior del planeta; no es posible pensar en la dinámica del propio sistema.

Según Driver y sus colaboradores (1985) es que la característica del pensamiento de los alumnos sobre este tema se basa en la percepción. La extraordinaria lentitud de los procesos geológicos hace que las evidencias que toman los alumnos se relacionen con

² Muchas de estas investigaciones se pueden encontrar en sus textos: Driver y otros (1992). “Las ideas de los niños y el aprendizaje de las Ciencias Naturales”; “Más allá de las apariencias: la conservación de la materia en las transformaciones físicas y químicas” y “Algunas características de las ideas de los niños y sus implicaciones en la enseñanza”, en *Ideas científicas en la infancia y adolescencia*. Morata, Madrid.

lo inalterable, ya que los cambios son extremadamente lentos. Y no podemos dejar de tener en cuenta que el lenguaje cotidiano -dada la naturaleza de las rocas, su firmeza y su solidez- las instituido como un símbolo de lo inalterable e inamovible.

Pensemos entonces en esta formulación: *las montañas que observamos no experimentan cambios de importancia*. Estas ideas se inscriben en determinada manera de percibir la naturaleza o de concebir el mundo, que por otra parte tiene ciertas similitudes con las concepciones fijistas propias de los siglos XVI y XVII y que todavía pueden encontrarse en el siglo XVIII. Su relativa coherencia interna hace del fijismo uno de los obstáculos principales para el aprendizaje de las nociones geológicas básicas.

Estas formulaciones de los alumnos nos plantean un problema en la enseñanza del tema, pero a su vez nos permiten tener algunas pistas para comenzar a pensar en una secuencia de enseñanza que movilice estas nociones.

Para ampliar aún más, veamos una síntesis de investigaciones y estudios posteriores realizados por Emilio Pedrinaci en 1987 con alumnos mayores de 15 años. A partir de este trabajo se pueden establecer cinco grupos de respuestas de los alumnos:

- /// Los que tienen una visión de las rocas como materiales estables, que por lo tanto no han tenido cambios relevantes a través del tiempo.
- /// Los que sólo consideran procesos destructivos en las rocas, como la erosión.
- /// Los que relacionan la sedimentación con la erosión, pero sin considerarla parte del proceso de formación de algunas rocas.
- /// Los que consideran la posibilidad de formación de algunas rocas, aunque esto lo limitan a la superficie terrestre.
- /// Los que incluyen, además, procesos de formación de rocas endógenas.

Tal como puede observarse, los alumnos de edades más avanzadas también mantienen algunas ideas similares a las formuladas en el análisis de Driver. Los alumnos del primer grupo tienen una concepción *fijista*, ya que no hay noción de cambio.

Las ideas del tercer grupo de alumnos se diferencian de las dos anteriores en que dan entrada a algún proceso constructivo, como la sedimentación. Se trata de un paso importante, dado que supone la introducción de un elemento que ayuda a quebrar la interpretación unidireccional de los fenómenos geológicos. Pero estos alumnos siguen sin modificar, en lo esencial, su concepción de las rocas como materiales cuya antigüedad es la misma que la de la Tierra.

Los alumnos del cuarto grupo necesitarían construir la noción de *diagénesis*. Se trata de un concepto básico cuyas dificultades de aprendizaje no conviene subestimar. En efecto, la idea de que unos materiales sueltos pueden adquirir -siguiendo procesos naturales- la consistencia y solidez de una roca, no ha resultado fácil en la historia de la Geología. Ello, cuando menos, debe alertarnos ante las posibles dificultades de nuestros alumnos. La extensión de los procesos de formación de las rocas al interior de

la corteza terrestre, en lugares alejados del campo de observación y en las condiciones de presión y temperatura para las cuales los alumnos no cuentan con referentes directos, precisa para su conceptualización de una mayor capacidad de abstracción, así como de ciertas nociones fisicoquímicas.

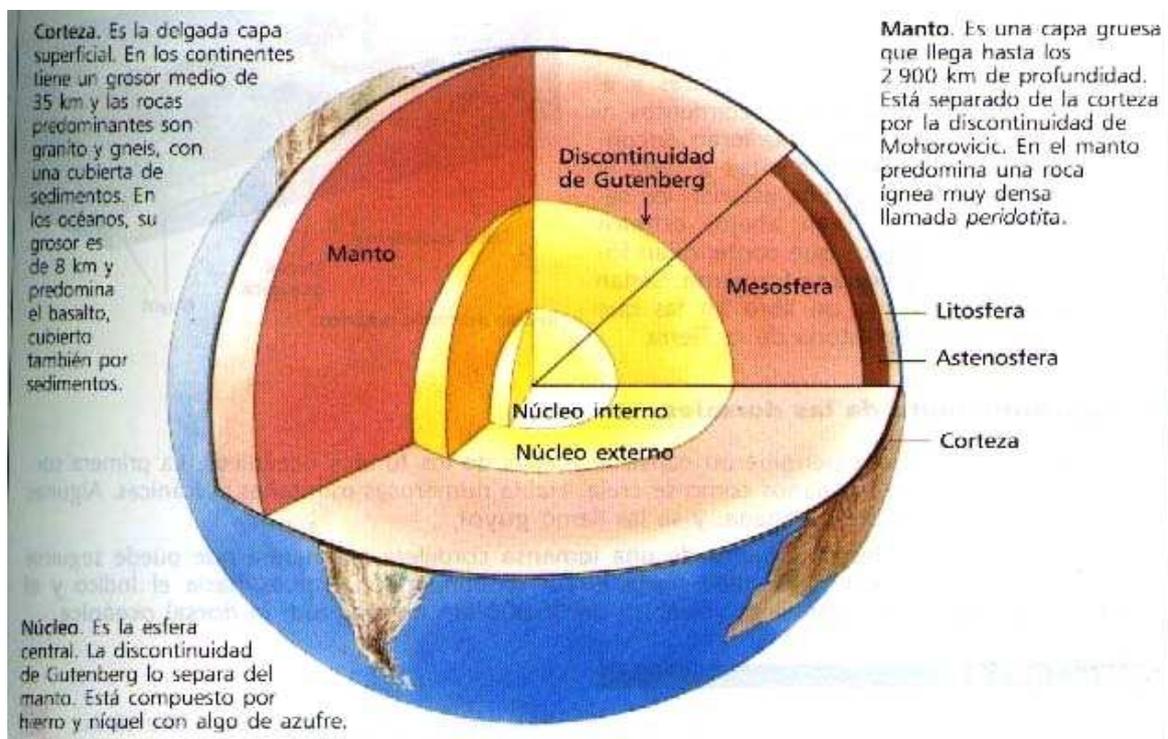
Nos centraremos en el primer punto: el origen de las rocas.

Vamos a pensar en los obstáculos epistemológicos como impedimentos que traban el pensamiento. Y pensaremos en el conocimiento -en este contexto- como la capacidad de pensar en términos abstractos.

La resistencia a transformar el **obstáculo epistemológico** es muy poderosa en los seres humanos. Esta es una de las razones por las que las llamadas *misconceptions* (concepciones erróneas) tienen tanta persistencia en los alumnos, incluso después de años de escolarización.

Obviamente es posible que otras causas se encuentren también relacionadas con las dificultades del sistema de enseñanza, la pertinencia de la información conflictiva o la necesidad de una teoría alternativa. **Si el alumno no logra comprender la información nueva que pueda poner en conflicto sus creencias previas, es muy difícil que tenga lugar el proceso de cambio que implica el aprendizaje.**

Algunos conceptos que para pensar de manera diferente esta problemática

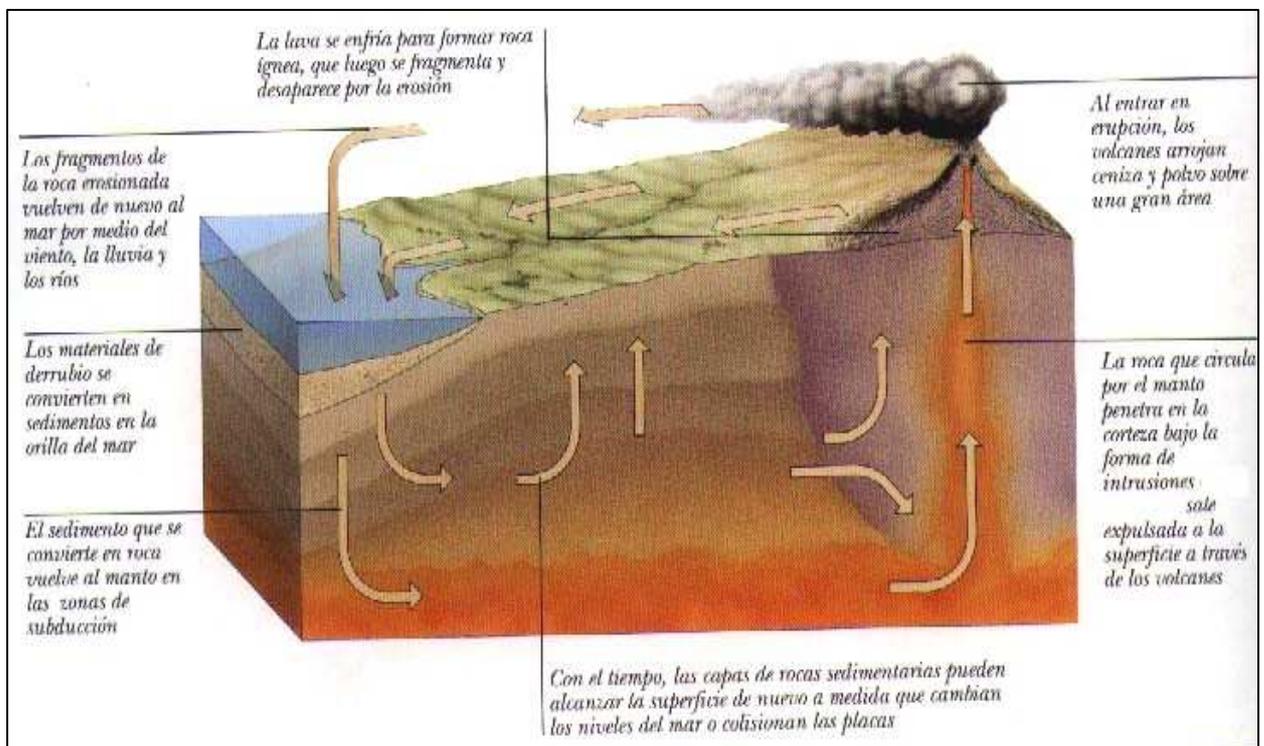


Comencemos entonces por analizar un diagrama sencillo del interior del planeta. Este diagrama nos permite ver una constitución muy general, pero a su vez comienza a movilizar la idea de una constitución sólida e igual de todo su interior. Ciertamente no tenemos ninguna sensación de “estar flotando” sobre el manto, lo que nos lleva generalmente a concebir esta idea de sólido. Pero, analizar el diagrama y conocer los nombres de las diferentes capas no es suficiente para cambiar esta idea. Seguramente continuaremos pensando lo mismo, aunque podamos repetir verbalmente la información del diagrama.

Es entonces cuando se hace necesario centrar las actividades de enseñanza en otra noción, *el ciclo orogénico de las rocas*. En la escolaridad del nivel que nos ocupa, las actividades sobre la noción de ciclo se centraron fundamentalmente en el ciclo del agua, y hace unas décadas en el ciclo de la materia y de la energía, pero podemos encontrar muy pocas referencias a la idea de ciclo de las rocas.

La descripción de volcanes, por ejemplo, se centra generalmente en el armado de una maqueta. Si analizamos detenidamente las maquetas que se realizan en las clases de primaria, nos encontraremos con una construcción de cartón o papel maché ahuecada, en la que se agregan sustancias que simulan la salida de gases. Esta representación constituye en si misma un obstáculo, ya que no permite comprender desde qué zona del planeta viene la lava ni tampoco cómo erupcionan los volcanes.

A partir de esta idea, entonces, es que se hace necesario trabajar con la noción de *corrientes convectivas*.



Actividad sugerida

- /// Analice el diagrama sobre el ciclo orogénico y puntualice aquellas ideas que nunca había tomado en cuenta al momento de pensar sobre la formación de las rocas.
- /// Determine a partir de una nueva lectura sobre los niveles de explicación planteados por Driver o Pedrinaci en qué lugar se encuentra Ud.
- /// Busque las regularidades posibles y algunas de sus causas (puede analizar libros de texto para el nivel, o materiales de formación docente para justificar sus afirmaciones)

La noción de *corrientes convectivas* en el aire, en el interior del planeta o en el mar remite a otro contenido: la *transmisión del calor* en sólidos, líquidos o gases. Ambos conceptos tienen algo en común, una idea que los contiene:

El calor de un cuerpo se propaga a otros.

A partir de esa idea, que enuncia una relación entre contenidos, es posible explicar desde la formación de los vientos, hasta la formación de las diferentes rocas, las corrientes marinas y muchas otras.

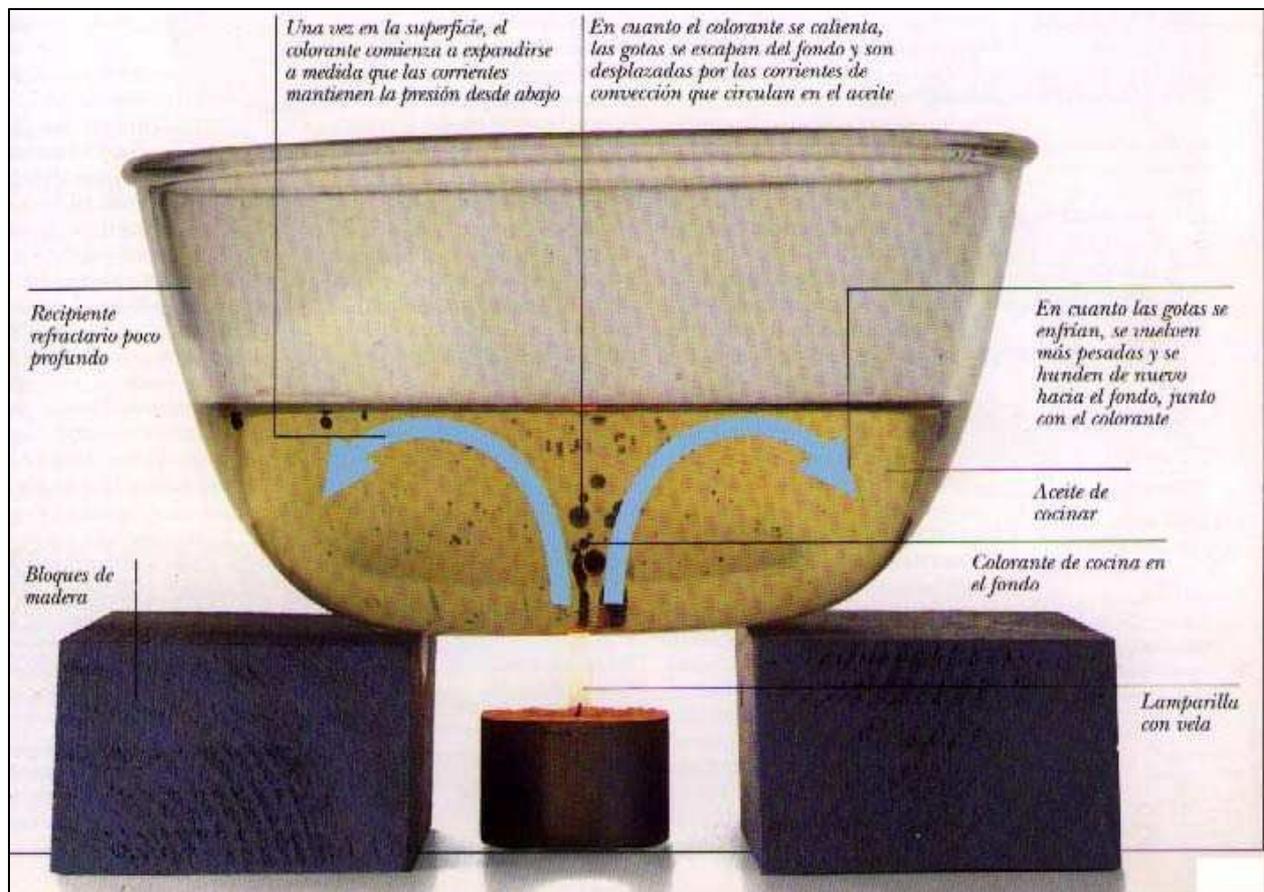
En síntesis, esta noción:

- /// Puede ser considerada a través de diversos contenidos,
- /// Explica diversos fenómenos específicos,
- /// Corresponde a un enunciado de la ciencia expresado de manera sencilla,
- /// Trasciende el aprendizaje escolar.

Veamos ahora una actividad para incluir en la secuencia didáctica sobre el tema *corrientes convectivas*:

Materiales necesarios:

- recipiente de vidrio refractario
- vela
- aceite de cocina
- colorante de cocina
- bloques de madera
- gotero.



Procedimiento:

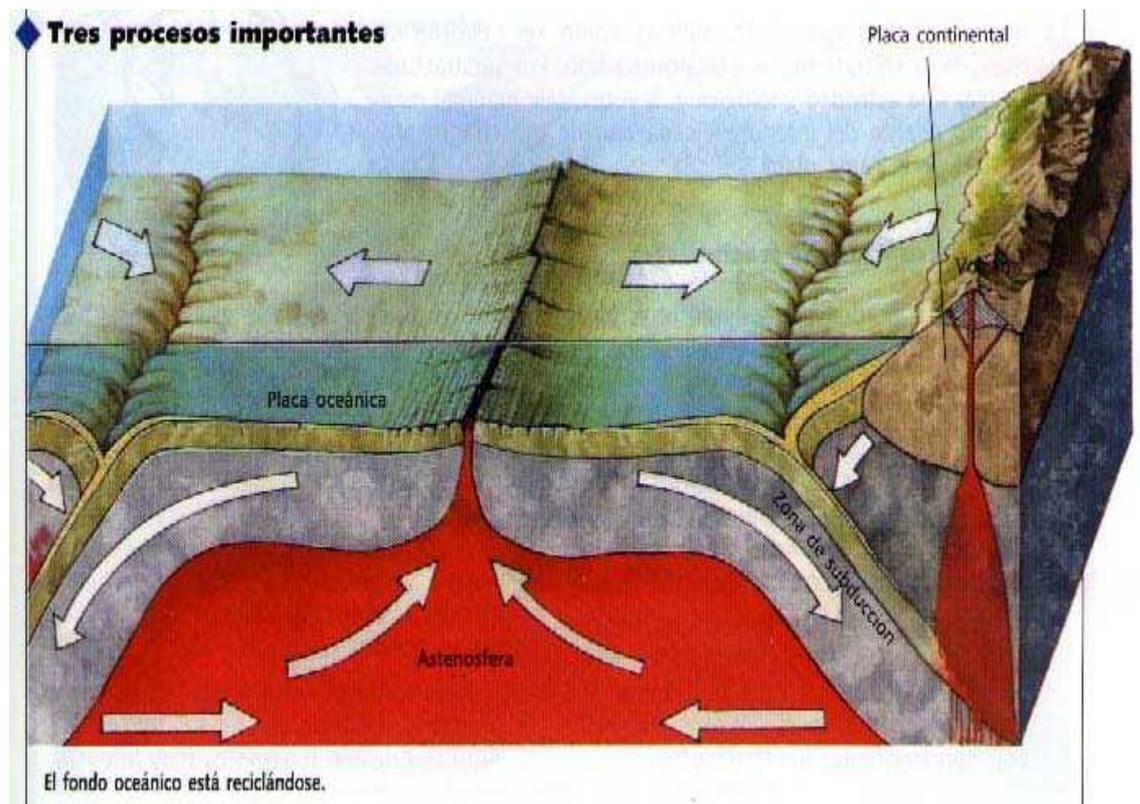
- Arme un dispositivo como muestra el dibujo.
- Coloque aceite de cocina en el recipiente
- Encienda la vela
- Eche unas gotas de colorante en el centro del recipiente.
- Realice un registro de la observación de todo lo que sucede, a medida que se va calentando el aceite.
- Dibuje el camino que recorre el colorante dentro del recipiente.
- Deje enfriar el aceite y repitan el registro.
- ¿Qué explicación se puede dar del movimiento de las gotas?

Actividad obligatoria (de resolución grupal o individual)

Realice la experiencia y analice:

1. ¿Cuál es la razón por la que se habrá trabajado con aceite y no con agua?
2. ¿Qué relaciones puede establecer entre la actividad y el trabajo con esta temática?

Lo desarrollado hasta el momento no termina de construir la noción que deseamos trabajar; en este punto nos encontramos con otro problema: *las placas tectónicas*. Esta teoría es relativamente reciente (de fines de la década del 50 y principios de los 60) y ello explica que no siempre aparezca en las aulas del nivel primario en la actualidad. Sin embargo, es fundamental para la comprensión de contenidos de vulcanismo y terremotos. Investigar a partir de ellas ha permitido a la ciencia conocer más sobre el interior del planeta y su dinámica.



Veamos entonces otros modelos posibles y sencillos para trabajar en el aula:

Actividad sugerida: Placas tectónicas

/// Arme el siguiente modelo:

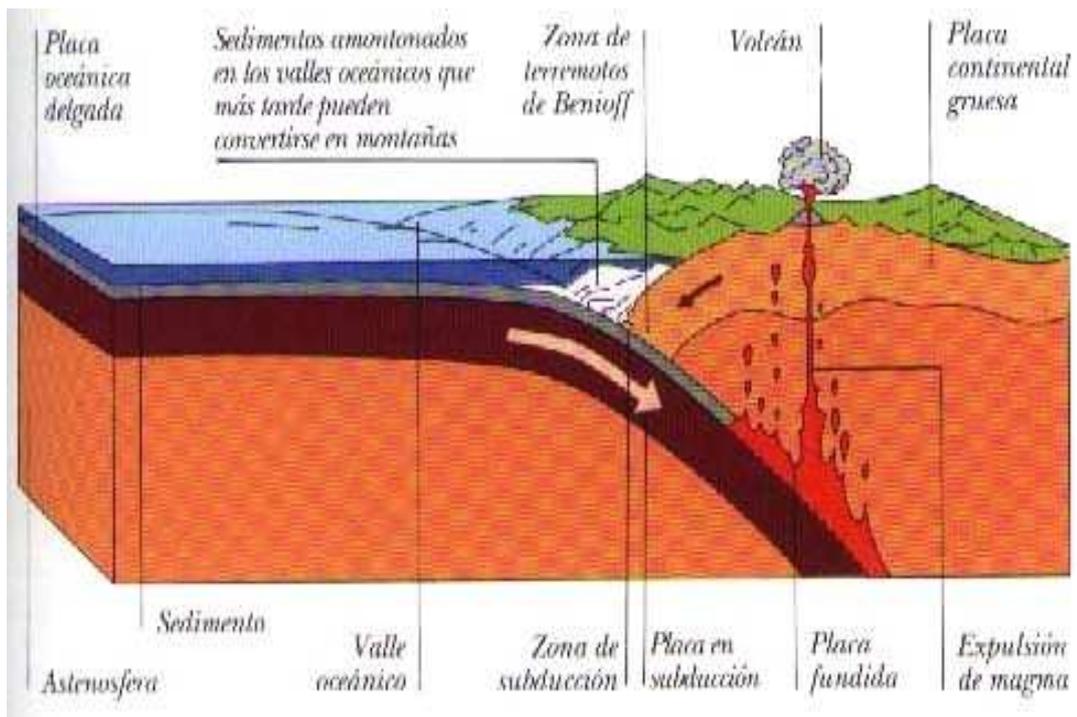
- Busque una olla de cocina de por lo menos 30 cm de diámetro.
- Llénela con agua y póngala a calentar.
- Una diferentes pedazos de telgopor con la parafina de una vela caliente.

Puede colocar arena en algunos bordes del telgopor.

/// Responda:

1. ¿Qué sucede a medida que se calienta el agua?
2. ¿Qué representa este modelo?
3. Arme una lista con todos los conceptos que aparecen.

La secuencia desarrollada puede encontrar un punto de convergencia en la noción de *subducción*. Les proponemos abordarla a través de la actividad que sigue.



Actividad sugerida:

- /// Analice el diagrama y redacte un pequeño texto sobre la potencialidad explicativa de la idea de subducción

Otras ideas que no aparecen en la enseñanza de esta temática son las relacionadas con el relieve submarino. Cuando se trabaja sobre la corteza terrestre se lo hace fundamentalmente con la corteza continental. Esto tiene como consecuencia que los alumnos identifiquen corteza terrestre sólo con continentes.

Por otro lado, la idea de un relieve submarino comenzó a pensarse en los círculos científicos mucho después del análisis de la corteza continental. Las ideas de los alumnos sobre un fondo marino no escarpado fue también la idea de los primeros geólogos. La experiencia nos remite a pensarlo desde el momento en que nos vamos introduciendo en el mar y cómo va descendiendo suavemente su fondo a medida que nos internamos en él. Para el desarrollo de este tema es importante no sólo trabajar con un diseño similar al que acompaña a este texto, sino buscando información sobre la historia de estos conocimientos.

A modo de síntesis:

En general, la mayoría de los autores coincide en que el cambio conceptual es un proceso costoso y difícil, y que no son muchos los cambios conceptuales que se podrían esperar a lo largo de la trayectoria escolar. En la actualidad se abandona la idea del cambio conceptual como mera eliminación de ideas incorrectas e implantación de nociones correctas, para defender que el sujeto distingue entre los contextos en los que tiene que aplicar la nueva idea.

En este sentido, puede resultar de gran utilidad la perspectiva de la formulación de enunciados que remiten a ideas comunes. Son expresiones de aquello que los alumnos pueden aprender con diferentes niveles de profundidad, a lo largo de su escolaridad. Así, permiten orientar la planificación de los docentes, ya que si son elegidos cuidadosamente, representan los aspectos fundamentales de un ámbito del conocimiento, articulando contenidos presentes en el Diseño Curricular.

Las estrategias de enseñanza organizadas en torno de este tipo de enunciados promueven el planteo de situaciones problemáticas y su análisis, proponiendo en forma reiterada la aproximación a nuevos conocimientos desde una gran variedad de situaciones y a través de la elaboración de diferentes producciones.

Formular estos enunciados posibilita orientar el diseño de estrategias de enseñanza que permitan:

- /// Identificar el núcleo central de lo que se tiene que enseñar, de modo de retomarlo cada vez que sea pertinente,
- /// Avanzar en el establecimiento de relaciones entre los contenidos,
- /// Secuenciar los contenidos involucrados en los diferentes proyectos de trabajo del aula,
- /// Establecer diferentes niveles de profundización de los contenidos de acuerdo a las posibilidades de los niños,
- /// Diseñar las evaluaciones para los alumnos.

En suma, esta forma de planificar las actividades de enseñanza, desde enunciados que relacionan diferentes contenidos, facilita a los docentes la posibilidad de expresar aquello que “no puede dejar de enseñarse”.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bachelard, G. (2004) (25° ed.). *La formación del espíritu científico*. Siglo Veintiuno Editores, Bs. As.
- Pozo, J. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata, Madrid.
- Brusi, D. (2001). “Los volcanes: un enfoque sistémico de un tema clásico”, en *Revista Alambique* Nº 27, pp.58-68.
- Driver y otros (1992). *Ideas científicas en la infancia y adolescencia*. Morata, Madrid.
- Lacreu, H. (2007). “La historia geológica del paisaje como contenido esencial en la enseñanza obligatoria”, en *Revista Alambique* Nº 51, pp. 76-87.
- Pedrinaci E. (2000). “La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento geológico”, en Perales Palacios F. y Cañal de León, P. *Didáctica de las Ciencias Naturales Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Marfil, Alicante.
- Pedrinaci Emilio.(2001). “Cómo funciona la Tierra: una perspectiva sistémica”, en *Revista Alambique* Nº 27, pp. 47-57.
- Rivière, A. (2002) (Comp. de Belinchón, Mercedes et al.) *Obras escogidas. Vol. 1, Diálogos sobre psicología: de los cómputos mentales al significado de la conciencia*, Editorial Médica Panamericana, Madrid.
- Rivière, A. (2003) (Comp. de Belinchón, Mercedes et al.) *Obras escogidas. Vol. 2. Lenguaje, simbolización y alteraciones del desarrollo*. Editorial Médica Panamericana, Madrid.