

LOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS¹

Hugo Barrantes

www.cimm.ucr.ac.cr/hbarrantes

Centro de investigaciones Matemáticas y Meta-Matemáticas, UCR
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, UNED

Resumen

Se describe el concepto de obstáculo epistemológico desarrollado por G. Brousseau. Se analiza los objetivos de la didáctica de las matemáticas, la relevancia de los obstáculos epistemológicos, su epistemología y su relación con la teoría de las situaciones didácticas.

Abstract

We describe the concept of the epistemological obstacle, developed by G. Brousseau. We analyze the objectives of mathematical instruction: the relevance of the epistemological obstacles, its epistemology and its relationship with the theory of didactical situations.

Palabras clave

Educación Matemática, Didáctica, Matemática, Pedagogía.

El tema que desarrollamos corresponde al segundo capítulo del texto *Teoría de situaciones didácticas* de Brousseau, el cual está enfocado hacia el concepto: *Obstáculo Epistemológico*.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS, DIDÁCTICA Y OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

Al inicio del capítulo señalado de Brousseau, el autor plantea que dentro del ámbito académico la resolución de problemas como medio para abordar las dificultades a las que nos enfrenta la enseñanza de las matemáticas, es un lugar común.

Ahora, si bien aparece como consenso la importancia de la relación entre resolución de problemas y enseñanza de las matemáticas, Brousseau se cuestiona: ¿si se está de acuerdo con esto, por qué no se hace?, ¿qué se hace entonces? Él mismo responde que se ha optado por la vía fácil, ya sea desde el punto de vista del profesor o desde quienes organizan la enseñanza. Usualmente, para simplificar la labor, se ha optado por seleccionar una colección de problemas que considerando las siguientes componentes:

¹ Este texto es una transcripción editada de una conferencia impartida por el profesor **Hugo Barrantes**, el 25 de marzo del 2006 en un *Seminario Teórico*. La transcripción y edición preliminar de la misma fue realizada por los estudiantes de la Universidad Nacional **Daniela Araya** y **Diego Soto**. La versión final incluyó la revisión y la edición por parte del autor.

Intenciones metodológicas del profesor: esta componente corresponde a los objetivos de aprendizaje que se propone el docente, esto es: ¿qué es lo que quiere hacer?

El contenido matemático: se trata de una teoría matemática o de una fórmula o colección de ellas: ¿qué es lo que quiere enseñar? Para esto, se elige una axiomática. Aquí el problema es: ¿por cuál axiomática se debe optar? Usualmente la axiomática de esa selección es la que permite ver la mayor cantidad de contenidos en el menor tiempo posible; es decir, la que está más estructurada, la que ayuda más al profesor a preparar su clase.

La componente matemática: La pregunta fundamental que responde este componente es: ¿cómo se hace eso? Aquí podemos considerar, a modo de ejemplo, las demostraciones de teoremas o la resolución de problemas, las cuales, se convierten en un algoritmo o procedimiento que el estudiante aprende y repite.

La componente heurística: Acá nos enfrentamos a que no todo se puede reducir a solución ni resolución de problemas en un modo algorítmico. Entonces, la idea es buscar lo que más se aproxime a ello. Se ven algunas componentes heurísticas que al final, se convierten en algoritmos también. Entonces, un problema del que no se tiene un algoritmo para resolverlo, se enseña a partir de una serie de heurísticas que suplantán al algoritmo.

Tenemos, entonces, la ausencia de un aprendizaje significativo bajo este esquema. Esto es precisamente lo que critica Brousseau. En primer lugar, estas componentes separadamente están íntimamente relacionados con el contenido matemático, con la forma de demostración o de resolución de problemas, por lo cual, la parte heurística y las intenciones del profesor son una amalgama que no se pueden separar. Esto es precisamente a lo que lleva este esquema.

La otra crítica fundamental que hace Brousseau es que el estudiante está ausente en todo el proceso. Éste solamente está esperando que se le enseñe, que el profesor haga evidente todos los conceptos, las definiciones, los algoritmos para resolver problemas etc. No hay significación conceptual en este sentido.

Además, dentro de este esquema, la axiomática ayuda a dar la mayor cantidad de conocimientos posibles en un menor lapso. No obstante, la construcción axiomática sugiere un aprendizaje *mágico*, donde la cantidad de conocimiento sólo llena un espacio curricular. No lleva a un conocimiento significativo. El estudiante, allende al proceso, no sabe nada de estos axiomas, ni de los teoremas que se deducen de ellos.

Objetivos de la didáctica

Brousseau propone varios objetivos que deben guiar la didáctica.

El primero sería estudiar las condiciones que deben cumplir los problemas propuestos al estudiante para favorecer la aparición y el funcionamiento de conceptos. Por otra parte, debe propiciar el rechazo de los conocimientos previos que impiden el aprendizaje (ya sea porque son incorrectos, o bien, porque representan un obstáculo para nuevos conocimientos). Comienza a sugerirse lo que denomina Obstáculos Epistemológicos.

Por otra parte, plantea que hay que *construir sentido*. Esto quiere decir que el estudiante debe tener una constante interacción con las situaciones problemáticas. Es decir, ha de mantener una interacción de tipo dialéctico con todos los conocimientos

anteriores: revisarlos, modificarlos, complementarlos, e incluso rechazar aquellos que no funcionan, los que no son claros y que no sugieren temas nuevos. Lo cuál está relacionado, a su vez, con la noción de *Obstáculo Epistemológico* que delimitaremos seguidamente.

Obstáculo epistemológico

Brousseau conceptualiza *obstáculo epistemológico* acercándose a las causas que conducen a errores: “El error no es solamente el efecto de la ignorancia, la incertidumbre, sino que es el efecto de un conocimiento anterior, que, a pesar de su interés o éxito, ahora se revela falso o simplemente inadecuado”. De este modo, al mencionar obstáculo epistemológico, este autor no se refiere necesariamente a conocimientos erróneos; sino a tipos de conocimiento que están obstaculizando la adquisición (construcción) de uno nuevo.

Un ejemplo muy claro es cuando se estudian los números naturales, donde el producto de dos de ellos siempre es un número mayor. El profesor no necesariamente lo plantea de esta forma; pero el estudiante cae en cuenta de ello y construye ese conocimiento. Conocimiento que le funciona al estudiante en ese contexto. Empero, cuando estudia el producto de racionales comprendidos entre cero y uno, el resultado en este caso es menor que los dos factores.

Entonces el conocimiento anterior (el resultado de dos factores siempre es un número mayor) se convierte en un obstáculo para adquirir un nuevo conocimiento en el ámbito de los número racionales. De esta forma, el conocimiento funcional en un contexto es disfuncional dentro de otro más amplio, en el cual se torna más bien en un obstáculo epistemológico. Esto es lo que el autor denomina: **dominio de validez de un obstáculo**. De esta forma, el obstáculo persiste y reaparece en dominios más amplios, a veces de formas inesperadas.

Otra característica de los errores es que son predecibles. Si se conoce el ambiente o la situación (el medio didáctico en el cual el obstáculo fue construido como conocimiento) es posible identificar qué tipo de errores son los que van a aparecer. Porque precisamente los obstáculos son un conocimiento que el estudiante ha construido, correcta o incorrectamente.

IMPORTANCIA DE LOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EN LA DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS

Brousseau propone que el interés didáctico de un problema tiene que estar basado en el desempeño del estudiante, sus ensayos, experiencias, los rechazos que haga y las consecuencias de estos rechazos; también la frecuencia con que el estudiante está dispuesto a cometer errores y la importancia de estos errores. Desde esta perspectiva, los problemas más interesantes serán aquellos que permitan franquear un verdadero obstáculo.

Así, el autor propone una situación que debe inducir un problema, que cumpla el papel de franquear obstáculos, de modo que el estudiante pueda trabajar un problema y evite los obstáculos que se le presentan. Es indebido eliminar un obstáculo; el obstáculo no se elimina, porque usualmente es un conocimiento que sirve en otro dominio.

Brousseau menciona a Bachelard quien identifica los siguientes obstáculos en las ciencias físicas: de la experiencia anterior, del conocimiento general, verbal, uso abusivo de imágenes familiares, conocimiento unitario y pragmático, el obstáculo substancialista, realista, animista, y del conocimiento cuantitativo.

Estos obstáculos han resistido largo tiempo. Es probable que estos obstáculos tengan su equivalente en el pensamiento del niño, aunque el ambiente material y cultural actual sin duda ha modificado las condiciones dentro de las cuales se los encuentra.

La noción de obstáculo está en camino de constituirse y diversificarse, no es fácil expresar generalidades pertinentes acerca de este asunto.

Sin embargo, Durox y Brousseau precisaron las condiciones que debería satisfacer un conocimiento para poder ser declarado un “obstáculo” en el sentido de Bachelard y explican el interés de este concepto, que conviene distinguirlo del de “dificultad”:

- Un obstáculo es un conocimiento.
- Un obstáculo tiene un dominio de “validez”.
- Un obstáculo resiste y reaparece.
- Un obstáculo es constitutivo del saber.

Un obstáculo se manifiesta por los errores que no son debidos al azar. Son errores que aparecen una y otra vez, son reconocibles, se sabe que van a aparecer y que persisten. Además, estos errores en un mismo sujeto están ligados entre sí por una fuente común, básicamente una manera de aprender o una concepción característica, un conocimiento anterior que tiene que ver con todo un dominio de acción.

Los obstáculos epistemológicos no son necesariamente explícitos ni difíciles de franquear. Lo correcto sería tratar de franquear el conocimiento que obstaculiza, es decir, ver el dominio en el cual es válido. Así mismo en el que no lo es, por lo que no se trata de eliminar el obstáculo.

La concepción del aprendizaje que se apoya en el estudio del desarrollo de los conocimientos en términos de obstáculos difiere sensiblemente de la concepción clásica, sobre todo en lo que concierne al rol y a la organización de situaciones problema. Aquí el problema va a jugar un papel fundamental.

Poner un problema consiste en encontrar una situación con la que el estudiante emprende una serie de cambios relativos a una misma cuestión que es un obstáculo para él, sobre la que se va a apoyar para apropiarse o construir un conocimiento nuevo.

Las condiciones iniciales las da el profesor, pero rápidamente el proceso debe pasar en parte a control del sujeto. La motivación será fundamental y es constitutiva del sujeto y de su conocimiento.

GÉNESIS E INVESTIGACIÓN DE LOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Brousseau propone una *arqueología de los obstáculos*, donde plantea los diversos orígenes según el desarrollo del sujeto y la incursión en modelos culturales específicos:

- **el ontogénico**, que tiene que ver con todo lo relacionado con las limitaciones del sujeto en algún momento de su desarrollo;
- **el didáctico**, que son todos los obstáculos que se adquieren o aparecen por el modo de enseñar o por la escogencia de un tema o una axiomática en particular. A la vez que didáctico puede ser sociocultural;
- **los epistemológicos**, son los obstáculos que ciertos conceptos tienen para ser aprendidos, es propio del concepto. Por ejemplo la dificultad del concepto de conceptualizar el cero, los números relativos, etc. Todos estos han sido problemas históricos en cuanto a su desarrollo conceptual; son obstáculos que también se pueden presentar en la enseñanza de la matemática.

A partir de este punto Brousseau establece el dominio de investigación.

Los obstáculos epistemológicos que, además, son los más difíciles de franquear, deben ser ampliamente investigados. Entonces: ¿de qué manera debe afrontarse este estudio? Brousseau propone describir el conocimiento: cuál es su uso, explicar sus ventajas con respecto a los conocimientos anteriores, a cuáles prácticas sociales está ligado, a cuáles etnias, y a qué concepciones matemáticas. Eso es el aspecto histórico de las sociedades.

No obstante, debemos referirnos a otros estudios. Entre ellos:

- cuáles concepciones ha sustituido el estudiante para comprender sus limitaciones, etc.;
- Identificar el momento y las razones del equilibrio, o sea el momento en el que se pudo ya adquirir el concepto, romper con las dificultades que había, y examinar entonces las trazas de su resistencia a su rechazo;
- la pertinencia de prácticas del lenguaje, y
- buscar los posibles resurgimientos de algunos conceptos que se creían superados, u obstáculos que se creían franqueados que en algún momento vuelven a aparecer.

Ello puede ayudar según a resolver este tipo de problema y la enseñanza propiamente.

La investigación de los obstáculos debe perseguir objetivos concretos:

- los obstáculos en cuestión deben ser verdaderamente identificados en la historia;
- deben necesitar también ser esos obstáculos mismos los que aparezcan en los modelos que tienen los estudiantes, es decir, que aparezcan espontáneamente en ellos;
- las condiciones pedagógicas de su planteamiento de rechazo debe estudiarse con precisión, de modo que se proponga un proyecto didáctico preciso.

Ahí radica la parte fundamental del problema. Obviamente eso no lo va a hacer cada profesor. Sino que debe haber un grupo que investigue esto y que logre proponer una situación didáctica en particular para que el profesor pueda llevar a cabo una buena enseñanza que evite o franquee esos obstáculos.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO, SITUACIÓN DIDÁCTICA Y ADIDÁCTICA Y CONTRATO DIDÁCTICO

Los obstáculos ponen a la didáctica un cierto número de problemas de ingeniería: ¿cómo evitarlos?, ¿se deben evitar?, ¿se pueden evitar?, ¿cómo franquear aquellos que no pueden ser evitados?

Para franquear un obstáculo se debe poner en práctica todo tipo de situaciones didácticas y adidácticas:

- Puesto que la explicitación de los obstáculos es indispensable, las situaciones de formulación pueden ser útiles. Los obstáculos se manifiestan según los niveles de modelos implícitos, las situaciones adidácticas pueden explicitarlos.
- Las situaciones didácticas también son necesarias: la intervención de la cultura (matemática) por intermedio del profesor es ineludible en diferentes momentos del proceso.

- Es esencial el carácter dialéctico de negociación de los obstáculos epistemológicos.

Ignorar los obstáculos conduce a:

- enseñar, de entre los conocimientos definitivos, aquellos que parece pueden ser comprendidos por los estudiantes y que simplemente deben ajustarse a los precedentes. Estos conocimientos incompletos producen “culturas temporarias” pues son obstáculos que pueden ser más o menos bien remontados por el estudiante y por el profesor pero que provocan numerosas dificultades.
- enseñar los conocimientos definitivos bajo la forma y organización definitiva como un lenguaje, con el riesgo de un uso meramente formal carente de sentido; ese lenguaje puede no estar adaptado al desarrollo de los estudiantes.

Los obstáculos ponen problemas de didáctica más fundamentales. Si la instalación de los conocimientos en el estudiante se produce necesariamente según el esquema de una sucesión de concepciones diferentes, cada una formando más o menos un obstáculo a la siguiente, entonces las numerosas prácticas didácticas justificadas por el modelo clásico simplemente aditivo, deben revisarse y pueden rechazarse.

La función de una lección no es solamente aportar un saber nuevo que se yuxtapone armoniosamente con los precedentes y que se debe aprender, sino que debe destruir las antiguas concepciones, que eran útiles pero que son incompatibles con el nuevo conocimiento.

No solo se trata de un problema técnico, el contrato didáctico es completamente diferente; no solamente el diagnóstico de los errores, su explicación y la prescripciones que siguen son modificadas, sino también el reparto de cargos y responsabilidades entre el profesor y los alumnos.

Dos aspectos muy importantes del contrato didáctico susceptibles de ser completamente transformados:

- ¿Cómo puede el profesor aceptar que los resultados de su enseñanza sean del conocimiento por parte del estudiante, donde él sabe no solamente que son incompletos sino que, además, son falsos y serán desmentidos en lo que sigue? Es necesario por ello un verdadero apoyo no solo de la institución sino también de la cultura y de la sociedad.
- No puede ignorarse la importancia de la memoria de las circunstancias del aprendizaje y, por lo tanto, debe ser parte de la responsabilidad del profesor.

Esto porque los obstáculos epistemológicos no residen en la formulación de los conocimientos institucionalizados sino en las representaciones que el estudiante (y a veces el profesor) utiliza para asegurarse el conocimiento y la comprensión de los conocimientos. Tal comprensión está relacionada con las circunstancias del aprendizaje. El estudiante debe guardar la memoria de los saberes que le son enseñados, pero, también, una cierta memoria de las circunstancias del aprendizaje. La responsabilidad del sistema educativo está circunscrita a la organización de un saber institucionalizado en una progresión *ad hoc*. Esto permite reglar las cuestiones de dependencia temporal de manera que es posible, para algunos profesores, proponer una sucesión de fichas, lecciones, ejercicios, sin decir nada sobre sus relaciones. Se puede considerar también, una sucesión de diferentes profesores, cada uno dando su clase sin conocer otra cosa del pasado de sus estudiantes más que sus adquisiciones institucionales. Reconocer la existencia de obstáculos epistemológicos conduce al profesor a reconocer la historia de

sus estudiantes y de sus conocimientos. Esto deberá hacerlo recordar el contexto, los ejemplos, los comportamientos y sobre todo el sentido de la evolución. La memoria de ciertas componentes personales de los estudiantes es indispensable.

Ignorar las adquisiciones anteriores es un medio de escapar a los deberes que provocan las repeticiones de saberes anteriores y, entonces, de ignorar los obstáculos epistemológicos.

Integrar este nuevo modelo exige una modificación de la epistemología de los profesores. Pero, también, deberá negociarse con la noosfera y el público en general. El hecho de que los conocimientos, aún “falsos”, pueden ser necesarios para servir de apoyo al establecimiento del saber definitivo es difícil de asumir y de negociar.

REFERENCIAS

Balacheff, N. (s. f.) *Es la argumentación un obstáculo? Invitación a un debate*. Grenoble, Francia. En línea: <http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/resut2.html>

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

Hernández, G. (s. f.) *Abatir los obstáculos en el aprendizaje de matemáticas y ciencias*. En línea: <http://redexperimental.gob.mx/descargar.php?id=296>

Hirsuta, D. (s. f.) *La noción de obstáculo epistemológico en Bachelard*. En línea: <http://www.nombrefalso.com.ar/articulo.php?id=30>

Schoenfeld, A. (2002). Research Methods in (Mathematics) Education. En (English, L. ed.) *Handbook of International Research in Mathematics Education*, pp. 435-487. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Serradó, A., Cardeñoso, J. M., Ascárate, P. (2004) Los mapas conceptuales y el desarrollo profesional del docente. En *Proc. of the First Int. Conference on Concept Mapping* (A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, Eds.). Pamplona, España. Versión en línea: cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-040.pdf