

Reivindicando la Teoría de las Situaciones Didácticas: un Paradigma de Investigación Vigente en la Didáctica de las Matemáticas

Reclaiming the Theory of Didactic Situations: A Current Research Paradigm in Mathematics Education

Julián Humberto Santos Torres*

 ORCID iD 0000-0002-6797-3881

Resumen

La Teoría de las Situaciones Didácticas, desarrollada por Brousseau en la década del 1970, fue una propuesta innovadora especialmente por su convicción de que el campo naciente, la Didáctica de las Matemáticas, debía apoyarse en metodologías que otorgaran un papel esencial al diseño de *situaciones* capaces de hacer emerger el *saber* matemático, a partir de las interacciones de los estudiantes con un *medio* diseñado y controlado. Esta postura cambiaba, radicalmente, la concepción del aprendizaje en su propuesta: el aprendizaje directo y por imitación no tenía cabida en la teoría. Esta teoría ha impulsado diferentes trabajos teóricos y experimentales en los que se reflexiona sobre sus posturas teóricas. También, ha propiciado discusiones y controversias debido a que otras teorías difieren de sus concepciones sobre el diseño, el control de las variables o la concepción del sujeto en el sistema didáctico. El objetivo de este artículo es, luego de hacer un estudio del arte sobre la teoría, defender la tesis de que la Teoría de Situaciones Didácticas es un paradigma que no solo se mantiene vigente en el campo de la Didáctica de las Matemáticas sino, también, que evoluciona gracias a los aportes de diferentes investigadores del campo. Formulo que es necesario compartir con la comunidad de educadores matemáticos interesados o no en la teoría, las interpretaciones y nuevos desarrollos de los pensadores que siguen desarrollando su trabajo bajo estos principios teóricos.

Palabras clave: Didáctica de las Matemáticas. Teoría de las Situaciones Didácticas. Paradigmas de investigación en educación.

Abstract

The Theory of Didactic Situations developed by Brousseau in the 1970s was an innovative proposal, especially because of his conviction that the emerging field, Didactics of Mathematics, should be supported by methodologies that gave an essential role to the design of situations capable of making mathematical knowledge emerge from the interactions of students with a designed and controlled environment. This position radically changed the conception of learning in his proposal; direct learning and learning by imitation had no place in the theory. This theory has prompted different theoretical and experimental works reflecting on its theoretical positions. It has also led to discussions and controversies due to the fact that other theories differ from its conceptions on the design, the control of variables or the conception of the subject in the didactic system. The objective of this article is, after making a study of the theory, to defend the thesis that the Theory of Didactic Situations is a paradigm that not only remains valid in the field of Didactics of Mathematics but also evolves thanks to the contributions of different researchers in the field. I formulate that it is necessary to share with the community of mathematics educators

* Magister en Educación con Énfasis en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UD). Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación con Énfasis en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (DIE), Bogotá, Colombia. E-mail: jhsantost@correo.udistrital.edu.co

interested or not in the theory, the interpretations and new developments of the thinkers who continue to develop their work under these theoretical principles.

Keywords: Didactics of Mathematics. Theory of Didactic Situations. Paradigms of research in education.

1 Introducción

Mi antídoto fue este. Tuve la suerte de poder observar a profesores que amaban la clase, enseñar, cuidar a los alumnos, y amar verlos hacer lo que amaban, poder captar esos momentos estimulantes cuando los alumnos se sorprenden con una pregunta, abrazan una idea, se enamoran de un saber que quieren aprender, entender, poseer, cuando se emocionan al compartir su placer. Me gustaba imaginar, para los profesores, provocaciones didácticas para utilizar este tipo de situaciones que implementaban hábilmente si les gustaban. Y siempre tenía curiosidad por saber qué dirían o harían con ella. Su deseo de enseñar y el placer que sentían por ello era el inductor del placer y el deseo de sus alumnos, y del mío. El resto es técnica, profesionalidad, trabajo y suerte ² (BROUSSEAU, 2012, p. 123, traducción propia).

La tesis que propongo discutir en este artículo es: la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) es un paradigma de investigación vigente en la Didáctica de las Matemáticas. Para defender mi tesis, presento algunos argumentos en relación con dos definiciones de paradigma recuperadas de Gonzáles (2005) en un artículo titulado *¿Qué es un paradigma? análisis teórico, conceptual*. Estas definiciones basadas en Khun (1981, 1986), permitirán enfocar los argumentos presentados en este informe.

Según Khun (1981 citado por GONZALES, 2005, p. 32) “un paradigma de investigación es una concepción del objeto de estudio de una ciencia, de los problemas para estudiar, de la naturaleza de sus métodos y de la forma de explicar, interpretar o comprender los resultados de la investigación realizada”.

Según Contreras,

De acuerdo con Khun un paradigma es un sistema de creencias, principios, valores y premisas que determinan la visión que una determinada comunidad científica tiene de la realidad, el tipo de preguntas y problemas que es legítimo estudiar, así como los métodos y técnicas válidos para la búsqueda de respuestas y soluciones. En consecuencia, el enfoque o paradigma en que se inscribe un estudio, sustenta el método, propósito y objetivos de la investigación (CONTRERAS, 1996, p. 110).

En este sentido, presento este artículo en cuatro apartados: 1) Surgimiento de la TSD: se presentarán allí las ideas iniciales que movilizaron el nacimiento de la TSD como una teoría

² Mon antidote a été le suivant. J'ai eu la chance de pouvoir observer des maîtres qui aimaient faire la classe, enseigner, s'occuper des élèves, et d'aimer les regarder faire ce qu'ils aimaient, de pouvoir saisir ces moments exaltants où des élèves s'étonnent d'une question, s'enlammant pour une idée, s'éprennent pour un savoir qu'ils veulent apprendre, comprendre, posséder, où ils s'excitent à partager leur plaisir. J'aimais imaginer, pour les maîtres, des provocations didactiques à utiliser ce genre de situations qu'ils mettaient en œuvre adroitement si elles leur plaisaient. Et j'étais toujours curieux de savoir ce qu'ils allaient en dire ou en faire. Leur désir d'enseigner et le plaisir qu'ils y prenaient étaient l'inducteur du plaisir et du désir de leurs élèves, et du mien. Le reste est technique, professionnalisme, travail et chance.

para mejorar el aprendizaje de las matemáticas que emergía pretendiendo explorar un campo nuevo, la Didáctica de las Matemáticas como una disciplina científica (D'AMORE; FANDIÑO, 2015). 2) La metodología: se presentará la Ingeniería Didáctica como la metodología propuesta por la TSD para estudiar los problemas que se empiezan a descubrir y reconocer en el campo de la Didáctica de las Matemáticas. 3) Postulados teóricos de la TSD: se presentarán, de manera muy superficial, los postulados teóricos propuestos por la teoría como aporte al desarrollo del campo de la Didáctica de las Matemáticas, desde mi interpretación basada en el estudio de las posturas teóricas de diferentes autores expertos en la TSD³. 4) Conclusiones: se presentarán los argumentos finales para demostrar la tesis propuesta en el párrafo inicial. También se profundizará sobre la influencia de la TSD en la comunidad de educadores matemáticos en américa latina.

2 Surgimiento de la TSD

Retomando las palabras de Brousseau (2012) al respecto de sus primeros acercamientos con las ideas iniciales de la TSD, se describía a sí mismo como

Un profesor que amaba las matemáticas, que conocía la epistemología genética y que fue llevado a utilizar y luego a transformar sus dispositivos de observación, para finalmente, bajo muchas otras influencias, asimilarlos a una "teoría de las situaciones didácticas" (BROUSSEAU, 2012, p.101, traducción propia⁴).

La proximidad de Brousseau con la enseñanza de las matemáticas provino de una doble atracción: por las matemáticas, por la transmisión y la difusión del *saber*, así como por el estudio de las condiciones que lo hacen posible. Esta atracción que llevó a Brousseau a cuestionarse, apasionadamente, por las formas en que los niños aprendían matemáticas, lo llevó a conformar un grupo de reflexión científica sobre el aprendizaje de las matemáticas⁵ que, luego, aportaría a la construcción de las bases teóricas de un campo naciente, la Didáctica de las Matemáticas.

La definición inicial que Brousseau propuso para describir este campo nuevo era epistemología experimental de las matemáticas; luego, al crear el diplomado de estudios avanzados (DEA) en 1975, en Francia, prefirió el término Didáctica de las Matemáticas para

³ Brousseau (2006), Artigue (2009), Margolinas *et al.* (2011), Perrin Glorian (1994), Acosta, Blanco y Gómez (2010), Bessot (2009), Allard (2015) y otros.

⁴ Un instituteur qui aimait les mathématiques, qui connaissait l'épistémologie génétique et qui a été amené à utiliser puis à transformer ses dispositifs d'observation, pour enfin, sous bien d'autres influences, les assimiler dans une "théorie des situations didactiques"

⁵ El COREM, cuya finalidad había sido definida por Guy Brousseau a finales de los años 1960 y que pudo ser realizado con el apoyo de los poderes públicos a partir de 1972, va a permitirle realizar este estudio.

resaltar su preferencia por la enseñanza (D'AMORE, 2006).

El supuesto teórico que propone la TSD es considerar que no es posible transmitir el *saber* de forma directa. Se propuso, entonces, la necesidad para la didáctica de utilizar un modelo propio de actividad matemática en el que el objetivo fundamental fuera definir un *conocimiento* matemático mediante una situación, que les permitiera a los alumnos aprender de forma indirecta. En la TSD, para cada objeto matemático existe una *situación matemática* que puede dar sentido a ese objeto.

Brousseau y su grupo se enfocaron, inicialmente, en la transformación de los dispositivos de observación que habían identificado, constituidos especialmente al cuestionar y criticar una serie de tendencias estructuralistas⁶; para proponer, basándose en la teoría de juegos⁷, situaciones de aprendizaje donde el diseño de medios con los cuales el sujeto⁸ interactuaba para adaptarse a una situación objetiva (y no a una relación dual con el profesor), le permitían a este producir *conocimiento* por sí mismo.

Otra parte del trabajo de Brousseau y su grupo consistió en llevar a cabo estudios experimentales de los fenómenos de enseñanza de las matemáticas como un proyecto científico que constaba de un esquema general basado en la interacción de los sujetos con los objetos estudiados. Brousseau primero consideró, con base en los estudios de Piaget, que los sujetos podrían aprender de forma independiente (de las acciones del profesor) y así obtener acceso al *conocimiento*. Sin embargo, la posición que adopta difiere de la de Piaget. Si bien Piaget estaba interesado, principalmente, en el tema del aprendizaje, específicamente en la evolución de las estructuras mentales mediante el estudio de la epistemología genética, Brousseau se interesó más por las características que debería tener el *medio* con el que interactúa el estudiante para que pueda adquirir determinados *conocimientos* de forma indirecta (HOULE, 2016).

Las discusiones que surgieron en los años posteriores permitieron fortalecer estas ideas iniciales, producir otras e ir fortaleciendo la teoría. También, permitieron estudiar otras

⁶ En las décadas de 1950 y 1970, especialmente en Francia, el flujo de mandatos que la educación suele recibir de todas las instituciones de la sociedad se intensificó drásticamente. Con las esperanzas de un período de posguerra y la facilidad financiera de los gloriosos años treinta, propuestas de diversos orígenes, concernientes entre otras, a la educación (Langevin Wallon), la psicología (Piaget), las matemáticas (Bourbaki), la lingüística (Chomsky) etc., se unen bajo la misma bandera epistemológica: el estructuralismo.

⁷ Para ganar un juego el alumno debía encontrar la estrategia más óptima, más económica en la producción de acciones, así, el objetivo de los jugadores es usar las estrategias más eficaces para ganar. Sugiero revisar el juego “contar hasta el 20” en (BROUSSEAU, 2006, p.3), recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4668614/mod_folder/content/0/Guy%20Brousseau%20-%20Theory%20of%20didactical%20situations%20in%20mathematics%20282002%29.pdf?forcedownload=1

⁸ El estudiante de la TSD es epistémico y genérico, Margolinas (2008) lo describe como alumno matemático. Se consideran las variables en los análisis en relación con un estudiante general de carácter epistémico que representa al grupo de estudiantes de una clase. La TSD no se preocupa por el individuo.

relaciones que emergían entre profesores, estudiantes y el *medio* una vez se llevaban a cabo las implementaciones de los diseños. Actualmente, algunos de los postulados teóricos propuestos por la teoría se retoman, se discuten o se redefinen en otras teorías de la Educación Matemática (la Teoría Antropológica de lo Didáctico); se robustecen y detallan gracias a las investigaciones de los teóricos del campo (D'Amore y el contrato didáctico, por ejemplo); han impulsado a otras teorías de la Educación Matemática que cada vez adquieren más fuerza (la Teoría de Acción Conjunta, entre otras).

3 La metodología

La TSD fue propuesta por Brousseau principalmente durante las décadas de 1970 y 1980, con una metodología de Ingeniería Didáctica. La Ingeniería Didáctica tiene un doble propósito, resolver problemas de enseñanza e investigar sobre los procesos de enseñanza (ARTIGUE, 2009).

La Ingeniería Didáctica estuvo relacionada, en su origen, fundamentalmente con realizaciones didácticas en las clases, que toman la forma de secuencias de lecciones, pero esas realizaciones quieren ser la puesta a prueba de un trabajo teórico. Según Bessot (2009) la Ingeniería Didáctica consiste en el diseño y realización de currículos, además, del estudio de las diversas posibilidades entre las que se hace la elección del diseño y realización de esos currículos.

La Ingeniería Didáctica como metodología, según Artigue (1995) se caracteriza, en primer lugar, por ser un esquema experimental basado en las realizaciones didácticas en clase, es decir, sobre el diseño, realización, observación y análisis de secuencias de enseñanza. En segundo lugar, por la confrontación de un análisis a priori con un análisis a posteriori.

En el análisis a priori se describen con precisión las variables que se considerarán en la implementación y cómo estas variables inciden en el aprendizaje, basándose en un estudiante genérico. La intención del análisis a posteriori es buscar evidencias que sirven para confirmar o refutar esas hipótesis sobre un grupo concreto de individuos.

Para poder confrontar estos análisis, la Ingeniería Didáctica propone cuatro fases: 1). Análisis preliminar. 2). Diseño y análisis a priori. 3). Experimentación y recolección de datos. 4). Análisis y validación a posteriori. La Ingeniería Didáctica es un instrumento indispensable de confrontación de la ciencia didáctica con la contingencia, el instrumento y el objeto de observaciones, el medio de ejecución y de difusión de sus resultados hacia los profesores y el público.

Según Margolinas *et al.* (2011, p. 51, traducción propia),

Desde la década de los 90, el creciente uso de la TSD para el estudio de las aulas ordinarias ha llevado al desarrollo de nuevas metodologías basadas en observaciones participativas y naturalistas, pero no cabe duda de que la ingeniería didáctica, que ha evolucionado en sí misma como metodología, sigue estando en el centro de la TSD⁹.

La Ingeniería Didáctica está en el corazón de la didáctica (BROUSSEAU, 2006; BESSOT, 2009). La Ingeniería Didáctica se constituye como un método para la búsqueda de respuestas y soluciones, para hacer aparecer y estudiar fenómenos didácticos, pero, también, para estudiar y hacer evolucionar la enseñanza ordinaria. Es entonces la Ingeniería Didáctica, como un diseño controlado de clase o como una metodología de investigación, un tema de estudio vigente, actual y en desarrollo, entre las comunidades de Educación Matemática del mundo (MARGOLINAS *et al.*, 2011).

4 Postulados teóricos de la TSD

4.1 El aprendizaje en la TSD

Para la TSD el aprendizaje no es un proceso de transferencia simple, ni un proceso lineal y continuo. Brousseau propone el aprendizaje como un proceso doble: un proceso de adaptación (asimilación y acomodación) a un *medio* que es productor de contradicciones, de dificultades y desequilibrios y, un proceso de aculturación (adaptación a un saber cultural) por la entrada en las prácticas de una institución. En este sentido, conceptos teóricos de la TSD sostienen este proceso: la *devolución* que asegura las condiciones para la adaptación y, el *contrato didáctico* y la *institucionalización* que aseguran las condiciones para la aculturación (MARGOLINAS *et al.*, 2011; HOULE, 2016; MANGIANTE-ORSOLA; PERRIN-GLORIAN; STRØMSKAG, 2018; SANTOS, 2021).

Aunque en los documentos que describen la TSD se suele presentar, primeramente, el aprendizaje por adaptación, me parece oportuno dejar esta descripción para el siguiente párrafo.

4.1.1 El aprendizaje por aculturación

Brousseau reconoce la importancia de aceptar el aprendizaje por aculturación en la TSD

⁹ Since the 1990s, the increasing use of TSD for the study of ordinary classrooms has led to the development of new methodologies based on participative and naturalistic observations, but there is no doubt that didactical engineering, which has itself evolved as a methodology, is still at the center of the TSD.

mucho tiempo después de haber presentado los postulados teóricos iniciales de la teoría, reconoce esto al admitir que sólo la intervención didáctica del profesor permite discutir en un espacio común, los *conocimientos* que el estudiante construye en las *situaciones adidácticas* con el fin de acercar estos al saber a través de la *institucionalización*.

El aprendizaje por aculturación está estrechamente ligado con la *institucionalización* y con el *contrato didáctico*, sobre esto se profundizará más adelante.

4.1.2 El aprendizaje por adaptación

El aprendizaje por adaptación es el producto de la interacción entre el estudiante y el *medio* (veáse Figura 1).

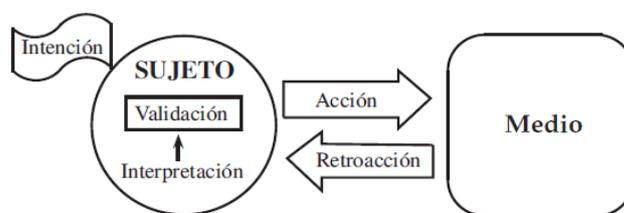


Figura 1 – Diagrama de interacción entre el sujeto y el *medio* para producir aprendizaje por adaptación.

Fuente: Acosta, Blanco y Gómez (2010, p. 175)

Según Acosta, Blanco y Gómez (2010, p. 175),

El sujeto tiene una intención y realiza una acción sobre el medio. El medio reacciona a esa acción. El sujeto interpreta esta retroacción para poder validar o invalidar su acción. Si la acción que realizó el sujeto no alcanza lo que él quería, entonces la validación es negativa, y el sujeto modifica su acción para poder alcanzar lo que se propone. Si la acción sí alcanzó lo que el sujeto quería, la validación es positiva y el sujeto refuerza dicha acción.

En este sentido, la combinación de ambos procesos de aprendizaje propuestos por la TSD, permite vincular las construcciones producidas por los estudiantes en la *situación adidáctica*, con el *saber* que se desea enseñar: “esta adaptación debe combinarse con la aculturación, que vincula las construcciones de los estudiantes con formas de conocimiento eruditas y descontextualizadas”¹⁰ (MANGIANTE-ORSOLA; PERRIN-GLORIAN; STRØMSKAG, 2018, p. 152, traducción propia).

4.2 Situación didáctica vs situación adidáctica

¹⁰ This adaptation needs to be combined with acculturation, which links student’s constructions to scholarly and decontextualised forms of knowledge.

La TSD considera la *situación didáctica* como aquella en la que se relacionan tres elementos: el profesor, el *saber* y el estudiante. Cuando el profesor tiene la intención de enseñar al estudiante un saber matemático dado, se presenta una *situación didáctica*. Sin embargo, la TSD afirma que no es posible transmitir de manera directa el *saber* al estudiante y, por lo tanto, es necesaria una estrategia indirecta. Esta estrategia indirecta consiste en crear las condiciones de un aprendizaje por adaptación, a través de lo que se llama una *situación adidáctica*. Una *situación adidáctica* es, entonces, aquella que privilegia la interacción del estudiante con un *medio* para resolver un problema. Como el *medio* es impersonal, y no tiene ninguna intención didáctica de enseñar, a esa situación se le llama *adidáctica*. Una característica fundamental de la *situación adidáctica* es la posibilidad que tiene el alumno de *validar* o *invalidar* por sí mismo las estrategias que pone en práctica para resolver el problema.

En la Figura 2 tenemos un ejemplo:

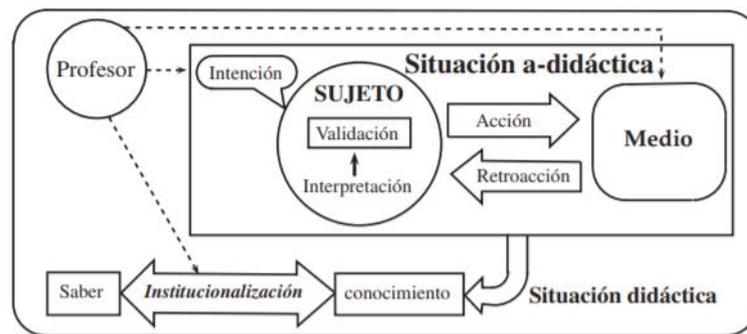


Figura 2 – Situación didáctica vs situación adidáctica

Fuente: Acosta, Blanco y Gómez (2010, p. 177)

En la perspectiva de Acosta, Blanco y Gómez (2010, p. 177)

La situación global es la situación didáctica, pues comprende las relaciones entre el profesor, el estudiante y el saber. El profesor desea enseñar el saber al estudiante, no comunicándose directamente, sino planteándole una situación adidáctica (en el interior de la situación didáctica), planeada para producir un aprendizaje por adaptación. Con este fin, el profesor prepara cuidadosamente un medio con el cual el estudiante podrá interactuar, y un problema que produzca en el estudiante una intención y desencadene unas acciones sobre el medio. El producto de esa situación adidáctica es un conocimiento: una estrategia que permite resolver el problema. Según la Teoría de Situaciones Didácticas, el conocimiento es diferente del saber.

4.3 El medio

Los estudios iniciales de la TSD se basaron en el diseño y gestión de los *medios* usados para hacer aparecer fenómenos didácticos. Brousseau se interesó, particularmente, en las características que debería tener el *medio* con el que interactuaba el sujeto para que pudiera adquirir determinados *conocimientos* (HOULE, 2016).

El *medio* en la TSD, citando las palabras de Artigue, Haspekian y Corblin-Lenfant (2014), es el sistema con el que los estudiantes interactúan en una *situación adidáctica*. El *medio* puede ser material (fichas de colores, cajas de cartón, software de geometría) o intelectual (problemas, tareas, situaciones, los sujetos mismos), así, “el medio representa los elementos de la realidad material e intelectual sobre los que actúan los alumnos al resolver una tarea”¹¹ (LABORDE; PERRIN-GLORIAN, 2005, p. 9, traducción propia).

Uno de los roles específicos del profesor en la TSD es, entonces, preparar o diseñar cuidadosamente un *medio* con el cual el estudiante pueda interactuar, inmerso en un problema, permitiéndole tener una intención que lo lleve a actuar sobre el *medio*, donde “el medio es el sistema con el que los alumnos interactúan en la situación adidáctica y un papel esencial del profesor o del investigador es organizar este medio”¹² (ARTIGUE; HASPEKIAN; CORBLIN-LENFANT, 2014, p.52, traducción propia).

Según estos autores, el *medio* debe ser fuente de contradicciones y desequilibrios. Debe permitir que los estudiantes experimenten las limitaciones de sus estrategias iniciales, pero sus posibilidades de acción y retroacción también deben posibilitar una evolución hacia estrategias ganadoras que den cuenta de la construcción de nuevos *conocimientos*.

4.4 Conocimiento y saber

Según Margolinas (2014, p.188, traducción propia)¹³,

El saber es un producto cultural de la actividad científica, despersonalizado, descontextualizado, destemporalizado, formulado, formalizado, validado y memorizado. El conocimiento es lo que logra el equilibrio entre el sujeto y el medio, vive en una situación mientras que el saber vive en una institución.

Para la TSD el *conocimiento* es personal y contextualizado, vive en una situación, permite el equilibrio entre el sujeto y el *medio*. El *saber* en cambio es impersonal y descontextualizado, producto cultural de la actividad científica que vive en una institución.

4.5 Las situaciones

¹¹ The medio represents the elements of the material and intellectual reality on which the students act when solving a task.

¹² The medio is the system with which the students interact in the a-didactical situation and an essential role of the teacher or the researcher is to organize this medio.

¹³ Le savoir est un produit culturel de l'activité scientifique, dépersonnalisé, décontextualisé, détemporalisé, formulé, formalisé, validé et mémorisé. Une connaissance est ce qui réalise l'équilibre entre le sujet et le medio, elle vit dans une situation alors que le savoir vit dans une institution.

Para la TSD, una *situación* es un modelo teórico de un *conocimiento*. Los *conocimientos* aparecen en una *situación*. Una *situación* es el modelo de un conocimiento determinado cuando ese *conocimiento* se experimenta como la solución óptima a esa *situación*. Un *saber* no puede funcionar en una *situación* sin la coexistencia de *conocimientos*, pero el *saber* puede funcionar como un *conocimiento*, en particular cuando dirige una acción.

4.5.1 *Situación fundamental*

Para presentar este concepto de la TSD, quiero empezar por proponer un ejemplo, “la situación fundamental del conteo” para Brousseau (2000, p.12),

Tenemos pinturas en estos botes. Tú vas a ir allá a buscar los pinceles y vas a meter uno solo en cada bote. Debes traer todos los pinceles en un solo viaje y es importante que ningún pincel se quede sin bote y ningún bote se quede sin pincel. Si te equivocas, tomas todos los pinceles, te los llevas otra vez y lo intentas de nuevo. Sabrás contar cuando puedas hacerlo, incluso cuando haya muchos botes y muchos pinceles.

Esta *situación* es fundamental porque cualquier *situación* de conteo podría deducirse con sólo variar algunas variables cognitivas en el problema, además porque todas las prácticas de conteo parecen recogidas en la solución óptima del problema. El sentido de la *situación* fundamental es entonces presentar una *situación* matemática o una familia de *situaciones* matemáticas para las que el concepto (el conteo) constituye a priori una solución óptima a dicha situación (ARTIGUE; HASPEKIAN; CORBLIN-LENFANT, 2014). En este sentido, teniendo en cuenta las palabras de Perrin-Glorian (1994), la noción de *situación* fundamental ha sido mal comprendida, porque fue recibida como una *situación* que sería posible utilizar efectivamente como *situación* de enseñanza, mientras que sería más adecuado verla como un paradigma de investigación en el que se considere a priori, todas las posibles variables que surgirían en un modelo óptimo de solución de una situación.

4.5.2 *Las situaciones de acción, formulación y validación*

Una forma en la que se pueden diferenciar estas *situaciones* es precisamente, de acuerdo con los mecanismos que se ponen en juego en cada una:

- En una *situación de acción*, un estudiante elabora *conocimientos* implícitos como instrumento de acción sobre un *medio* (para la acción): este *medio* le aporta informaciones y retracciones en retorno a sus acciones. La función de las *situaciones de acción* está en la dirección del hacer.

- En una *situación de formulación* el estudiante explicita por sí mismo el modelo implícito de sus acciones. Para que esta formulación tenga sentido para él, es necesario que esta formulación sea, en sí misma, un instrumento de acción sobre un *medio* que le aporta informaciones y retroacciones: esta formulación debe permitir obtener o hacer obtener a otros un resultado (MARGOLINAS *et al.*, 2011). La función de las *situaciones de formulación* es la comunicación de las acciones.

- En una *situación de validación*, la *validación* empírica que proviene del *medio* se vuelve insuficiente. El estudiante, para convencer a otro estudiante, debe elaborar pruebas intelectuales, debe probar según reglas reconocidas y comunes sus ideas. La función de las *situaciones de validación* es defender las acciones.

Estas *situaciones* no son homólogas, ni superpuestas a las *situaciones didáctica* y *adidáctica*, viven precisamente en estas situaciones. Para algunos investigadores, por ejemplo, las *situaciones de acción* solo pueden funcionar en el desarrollo de una *situación adidáctica*, específicamente por la posibilidad que tiene el alumno de *validar* o *invalidar* por sí mismo las estrategias que pone en práctica para resolver el problema, en cambio, *situaciones de formulación* solo podrían funcionar en el desarrollo de una *situación didáctica*, la formulación no es posible validarla, en este sentido, necesita que alguien se pronuncie directamente sobre lo que está bien o no (LAPARRA; MARGOLINAS, 2008; ACOSTA, 2005).

La TSD propone tres procesos importantes: el proceso de *validación* (cuya responsabilidad recae sobre al estudiante), el proceso de *devolución* y el proceso de *institucionalización* (cuya responsabilidad recae sobre profesor).

4.6 Proceso de validación

Según Laparra y Margolinas (2008), el elemento determinante del aprendizaje en las *situaciones adidácticas* es la posibilidad de *validación*. El estudiante, luego de la interpretación de las retroacciones del *medio*, decide si su acción alcanza lo que quería, es allí cuando está en la capacidad de *validar* o *invalidar* una acción y resolver por su propia cuenta un problema.

Cada intención que el estudiante tiene para resolver una tarea trae consigo una acción, si la acción no alcanza lo que él quería, el estudiante *invalida* la acción. El estudiante realiza, entonces, una nueva acción, si la retroacción no alcanza lo que él quería, el estudiante *invalida* nuevamente la acción. Cuando la retroacción del *medio* alcanza lo que el estudiante quería, él *valida* la acción. Así, sus acciones con el *medio* funcionan como un ciclo. Hablamos, entonces, de la *validación* como un proceso, no como una fase, donde todos los elementos de interacción

son importantes para la construcción del *conocimiento* (ACOSTA, 2005).

La *validación* es, entonces, el proceso principal en el aprendizaje por adaptación y le corresponde directamente al estudiante. Si el estudiante *valida* o *invalida* por las retroacciones, aprende no por imitación o por autoridad, sino por adaptación.

4.7 Proceso de devolución

El proceso de *devolución* centra su mirada en las acciones del profesor durante la *situación adidáctica*, examinando cómo acompaña el proceso de *validación* de sus estudiantes y cómo interviene para que el estudiante tenga un aprendizaje por adaptación. Toda intervención del profesor durante la *situación adidáctica* que refuerce el proceso de *validación* del estudiante hace parte del proceso de *devolución*. Pero, existen intervenciones que interrumpen la interacción del sujeto con el *medio* y, por lo tanto, también el proceso de *validación*. Estas intervenciones son inadecuadas desde el punto de vista de la TSD (LAPARRA; MARGOLINAS, 2008). Para la TSD, el proceso de devolución requiere poner en funcionamiento una *situación adidáctica*, al entregar al estudiante un problema y un *medio* adecuados y acompañar el proceso para que el aprendizaje por adaptación se lleve a cabo.

4.8 Proceso de institucionalización

La *institucionalización*, desde la concepción de Margolinas (2008) (como proceso y no como fase o situación), es un proceso de construcción del *saber*, un cambio de estatus del *concomiento* personal al *saber* de referencia, a partir precisamente, de los *conocimientos* personales de los estudiantes. Por lo tanto, el proceso de *institucionalización* implica una colaboración entre profesor y estudiantes. No puede reducirse a una fase del trabajo de clase en la que el profesor expone el *saber*, si lo que se busca es una construcción con sentido. El *saber* debería aparecer como resultado de acuerdos de la clase sobre los *conocimientos* personales de los estudiantes, sus formas de enunciación o *formulación* y sobre la *validez* de esos *conocimientos* y *formulaciones*.

La *institucionalización* supone establecer relaciones entre las producciones de los estudiantes y el *saber* cultural. Cuando el estudiante termina el proceso de solución del problema, el profesor debe lograr que los estudiantes generen conclusiones a partir de su trabajo. Según Panizza (2003, p. 15), el profesor “debe recapitular, sistematizar, ordenar, vincular lo que se produjo en diferentes momentos del desarrollo de la secuencia didáctica”, a

fin de poder establecer relaciones entre las producciones de los estudiantes y el *saber* cultural. Este proceso no debe reducirse a una presentación del *saber* cultural en sí mismo, sino que debe establecer conexiones entre este y la experiencia personal de los estudiantes (*conocimiento*). En este sentido, propone Allard (2015, p.32, traducción propia),

La institucionalización sería una forma de superar el caso particular del aprendizaje en contexto y proponer un saber de referencia más universal, un saber transferible de una clase a otra, no sólo apegado a un contexto y a una persona (el sujeto o el profesor¹⁴).

Un lugar natural del proceso de *institucionalización* son los momentos denominados puestas en común (SANTOS, 2016), mencionados por Laparra y Margolinas (2010) como fases de balance. La puesta en común es un espacio dirigido y propuesto por el profesor donde, después de una fase *adidáctica*, se organiza un intercambio con todo el grupo para discutir los avances y los *conocimientos* construidos. La puesta en común también le permite al profesor proponer los *conocimientos* producidos por los estudiantes en las fases de trabajo autónomo, en el entorno de la clase, para avanzar en el proceso de construcción colectiva del *saber*.

4.9 El contrato didáctico

Los estudios llevados a cabo en la segunda mitad de los años 1980 por Brousseau (1986) e Yves Chevallard (1986), luego de los primeros acercamientos de Brousseau (1980) y Brousseau y Péres (1981)¹⁵, teorizaron la idea de *contrato didáctico*. La idea nació para estudiar las causas del fracaso electivo en matemática por parte de los estudiantes.

Según D'amore (2006), el *contrato didáctico* se puede pensar como un conjunto de reglas con verdaderas y propias cláusulas, la mayoría de las veces no explícitas, que organizan las relaciones entre el contenido enseñado, los estudiantes, el maestro y las expectativas al interior de un grupo en la clase de matemáticas. El *contrato didáctico* comprende el conjunto de comportamientos que el profesor espera del estudiante y los que el estudiante espera del profesor.

En este sentido, el *contrato didáctico* constituye un sistema de normas que pueden ser perdurables, no necesariamente explícitas, y que regulan el comportamiento del profesor y los estudiantes. El sistema de normas evoluciona en función de los progresos del *saber* y aparecen

¹⁴ L'institutionnalisation serait un moyen pour dépasser le cas particulier de l'apprentissage en contexte et proposer un savoir de référence plus universel, un savoir transférable d'une classe à une autre, pas seulement attaché à un contexte et à une personne (le sujet ou celle du professeur).

¹⁵ En este artículo se describen las especificidades teóricas de *el caso Gaël* y su relación estrecha con el contrato didáctico. <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/12/El-caso-de-Ga%C3%ABl.pdf>

en la solución de cada una de las tareas o de las *situaciones*. Uno de los roles del profesor en la TSD es precisamente, introducir y motivar el cambio de un *contrato* a otro.

4.10 Los efectos (negativos) del *contrato didáctico*

Brousseau estudia cuatro efectos del contrato didáctico: el *efecto Topaze*, el *efecto Jourdain*, el *deslizamiento metacognitivo* y el *uso abusivo de la analogía*. Estos efectos negativos del contrato en el aprendizaje aparecen por la tensión que se produce en el profesor de lograr que los estudiantes resuelvan los problemas, y la incertidumbre que genera el no poder provocar los cambios esperados en sus comportamientos; es decir, son maneras como se evita el aprendizaje, o como el profesor evita reconocer su fracaso (BROUSSEAU, 2007):

- El *efecto Topaze* se produce cuando el profesor le da pistas al estudiante para que produzca la respuesta correcta, sin comprender el procedimiento. El profesor da información al estudiante para hacer más fácil la solución de la tarea, entonces, el estudiante acaba por aceptar las condiciones de esta información, sin comprender. El profesor retoma estas respuestas del estudiante en el sentido del *saber*, sin verificar si el estudiante le da el sentido que él esperaba que tuviera.

- El *efecto Jourdain* se produce cuando el profesor decide que el estudiante comprendió, pero en realidad no ha comprendido. El profesor acepta reconocer una producción o un comportamiento del estudiante desprovisto de sentido como índice de un saber para avanzar en la solución de una tarea o para evitar un debate de conocimiento con el estudiante.

- El *deslizamiento metacognitivo* consiste en la actitud de tomar una heurística en la resolución de un problema y asumirla como el objeto de estudio, no debería interponerse en el estudio de un objeto, un método.

- En la resolución de problemas es importante el *uso de las analogías*, pero no funciona suplantar el estudio de una noción compleja por un caso análogo, si esto se lleva a cabo, se está ejerciendo un *uso abusivo de la analogía*.

5 Conclusiones

1. La novedad de la TSD fue proponer, explícitamente, que no era posible transmitir el *saber* directamente del profesor al estudiante. La TSD propone diseñar y gestionar *medios* con los cuales el sujeto pueda aprender de forma indirecta. El principio de la enseñanza de las matemáticas para la TSD se centró, entonces, en el diseño y gestión de estos *medios* (es decir,

el diseño y la gestión de *situaciones didácticas*). Este principio permitió estudiar de forma científica el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, identificando variables que inciden directamente en el aprendizaje, variables que pueden controlarse a priori, y de esta manera producir experimentos, para recolectar datos que se confronten con las hipótesis del análisis a priori.

Esta forma de concebir el aprendizaje de forma indirecta fue revolucionaria para la época. Surgía, entonces, de la mano con un nuevo campo de estudio en la Educación Matemática, la Didáctica de las Matemáticas como una disciplina científica reconocida por Brousseau (citado de D'AMORE; FANDIÑO, 2015, p. 27) como “responsable del estudio científico (teórico, empírico y experimental) de las condiciones en las cuales una población estudiantil se culturiza con cualquier parte de las matemáticas”.

En este sentido, la TSD emerge como una respuesta para estudiar las preguntas y problemas, así como para proponer los métodos y técnicas, en relación con esta nueva forma de concebir el aprendizaje de las matemáticas. La TSD ayuda, también, a constituir nociones teóricas del campo de la Didáctica de las Matemáticas, nociones que aún se estudian, desarrollan y debaten en los programas de Educación Matemática en el mundo y que deben seguirse discutiendo y reflexionando en América Latina, estoy seguro que este tipo de documentos de reflexión teórica, propician el debate y el encuentro de las interpretaciones teóricas en el campo, en este caso, sobre la producción de *saberes* en el aula de clase.

2. La Ingeniería Didáctica fue la metodología constituida para proceder en ese estudio. La Ingeniería Didáctica se constituía, entonces, como el método para la búsqueda de las respuestas y soluciones a esas preguntas y problemas, que no solo permitieron hacer evolucionar la enseñanza ordinaria, sino también hacer aparecer y estudiar fenómenos didácticos.

Así, la TSD sigue proporcionando conceptos científicos que permiten a los investigadores o profesores, comprender o predecir ciertos fenómenos didácticos en cualquier *situación* en la que exista la intención de enseñarle a alguien un determinado *saber* matemático, ya sea que tenga éxito o no.

3. En la actualidad la TSD se mantiene vigente y evoluciona. Muestra de esto es la gran cantidad de comunicaciones y artículos científicos que son publicados en los congresos de educación matemática en el mundo. Las consultas en buscadores de habla hispana, inglesa y sobre todo francesa, arrojan una gran cantidad de resultados cuando se trata de documentos académicos cuya línea de trabajo es la puesta en práctica de los elementos teóricos de la TSD.

Además, la existencia de la *Association pour la Recherche en Didactique des*

Mathématiques (ARDM), y las publicaciones que allí se compilan a través del portal *hal.science* y la revista publicada en tres idiomas *Recherches en didactique des mathématiques*, son un indicador de la influencia de la TSD en la comunidad matemática internacional¹⁶. La ARDM¹⁷ es una asociación cuya sede está en Francia y que reúne investigadores franceses y numerosos investigadores de todos los continentes involucrados en el desarrollo de la didáctica de la matemática. Algunos miembros activos son: Brousseau, Bessot, Balacheff, Margolinas, Perrin Glorian, Salin, Sensevy, Robert, Trouche, entre otros.

4. La TSD es un paradigma en la Educación Matemática que está vigente y se desarrolla. Los aportes de diferentes investigadores del mundo siguen robusteciendo los objetos teóricos expuestos en la tercera parte de esta relatoría. Algunos de ellos, como D'amore (contrato didáctico), Margolinas (institucionalización, saber y conocimiento), Acosta (las TIC como medio), Allard (institucionalización), Artigue (Ingeniería Didáctica) o Perrin-Glorian (Ingeniería Didáctica), solo por nombrar algunos, han propuesto nuevas formas de concebir y estudiar estos objetos teóricos, describiendo nuevos alcances que enriquecen el desarrollo del campo.

Agradecimientos

El artículo presentado fue producto de la revisión teórica y metodológica explorada en el marco del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en Bogotá, Colombia. Extiendo mi más fraterno agradecimiento a mi tutor, el Dr. Martín Eduardo Acosta Gempeler, por su importante aporte en la concreción de las ideas aquí presentadas.

Referencias

ACOSTA, M.; BLANCO, L.; GÓMEZ, K. Situaciones adidácticas para la enseñanza de la simetría axial utilizando Cabri como medio. **Integración: temas de matemáticas**, Bucaramanga, v. 28, n. 2, p. 173-189, 2010.

ACOSTA, M. Geometría experimental con Cabri: una nueva praxeología matemática. **Educación Matemática**, Ciudad de México, v. 17, n. 3, p. 121-140, 2005.

ALLARD, C. **Etude du processus d'institutionnalisation dans les pratiques de fin d'école primaire**: le cas de l'enseignement des fractions. 2015, 302. Tesis (Doctorado en Didáctica de las Matemáticas) – Université de Paris VII, Paris, 2015.

¹⁶ Se consultaron los siguientes buscadores: Scielo, Researchgate, Hall, Dialnet, entre otras; en el periodo 2018-2020.

¹⁷ Sitio web ARDM: <https://ardm.eu/>

- ARTIGUE, M. Ingeniería Didáctica. **Ingeniería Didáctica en Educación Matemática**. In: ARTIGUE, M. *et al.* (eds). Bogotá: Grupo Editorial Iberoamerica, 1995. p. 33-60.
- ARTIGUE, M. Didactical design in mathematics education. In: WINSLOW, C. (ed). **Nordic research in mathematics education**. Rotterdam: Sense Publishers, 2009. p. 5-16.
- ARTIGUE, M.; HASPEKIAN, M.; CORBLIN-LENFANT, A. Introduction to the theory of didactical situations (TSD). In: BIKNER-AHSBAHS, A.; PREDIGER, S. (eds). **Networking of theories as a research practice in mathematics education**. Cham: Springer, 2014. p. 47-65.
- BESSOT, A. L'ingenierie didactique au cœur de la theorie des situations. In: MARGOLINAS, C. *et al.* (coord). **En amont et en aval des ingénieries didactiques**. Paris : La Pensée Sauvage, 2009. p. 19-57.
- BROUSSEAU, G. L'échec et le contrat. **Recherches**, v. 41, p. 177-182, 1980.
- BROUSSEAU, G. Fundamentos y métodos de la Didáctica de la Matemática. **Recherches en didactique des mathematiques**, Boudeos, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.
- BROUSSEAU, G. Educación y didáctica de las matemáticas. **Educación Matemática**, Ciudad de México, v. 12, n. 1, p. 5-38, 2000.
- BROUSSEAU, G. **Theory of didactical situations in mathematics: Didactique des mathématiques, 1970–1990**. Dordrecht: Springer, 2006. v. 19.
- BROUSSEAU, G. **Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas**. Buenos aires: Libros del Zorzal, 2007. v. 7.
- BROUSSEAU, G. Des dispositifs Piagétiens... aux situations didactiques. **Éducation Et Didactique**, Rennes, v. 6, n. 2, p. 103-129, 2012.
- BROUSSEAU, G.; PEREZ, J. **Le cas Gaël**. Traducción de Dilma Fregona y Mabel Aguilar. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 1981. Disponible en: guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/12/El-caso-de-Gaël.pdf. Acceso en: 4 may. 2023.
- CHEVALLARD Y. Sur la notion de temps didactique. Cours, Recueil des textes et comptes rendus de la IVe Ecole d'été de didactique des mathématiques, Paris, p. 69-93, 1986.
- CONTRERAS, I. La investigación en el aula en el marco de la investigación cualitativa en educación: una reflexión acerca de sus retos y posibilidades. **Revista Educación**, San José, v. 20, n. 1, p. 109-125, 1996.
- D'AMORE, B.; FANDIÑO, M. **Didáctica de la matemática: una mirada internacional, empírica y teórica**. Bogotá: Universidad de la Sabana, 2015.
- D'AMORE, B. **Didáctica de la Matemática**. Bogotá: Corporación Editorial Magisterio, 2006.
- GONZÁLES, F. ¿Qué es un paradigma? Análisis teórico, conceptual y psicolingüístico del término. **Investigación y postgrado**, Caracas, v. 20, n. 1, p. 13-54, 2005.
- HOULE, V. Étude De Conditions Didactiques Favorables À La Décontextualisation Des Connaissances Mathématiques. **Canadian Journal of Education**, v. 39, n. 4, p. 1-19, 2016.
- KUHN, T. **Mis Segundos Pensamientos sobre Paradigmas**. Madrid: Tecnos, 1981.
- KUHN, T. **La Estructura de las Revoluciones Científicas**. México: Breviarios del Fondo de Cultura

Económica, 1986.

LABORDE, C.; PERRIN-GLORIAN, M. Introduction. Teaching situations as object of research: Empirical studies within theoretical perspectives. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 59, n. 1, p. 1-12, 2005.

LAPARRA, M.; MARGOLINAS, C. Quand la dévolution prend le pas sur l'institutionnalisation. Des effets de la transparence des objets de savoir. **Acates du les didactiques et leur rapport à l'enseignement et à la formation**. Bordeaux: 2008, p. 1-14.

LAPARRA, M.; MARGOLINAS, C. Milieu, connaissance, savoir. Des concepts pour l'analyse de situations d'enseignement. **Pratiques: linguistique, littérature, didactique**, Paris, [s.v.], n. 145-146, p. 141-160, 2010.

MANGIANTE-ORSOLA, C.; PERRIN-GLORIAN, M.; STRØMSKAG, H. Theory of didactical situations as a tool to understand and develop mathematics teaching practices. **Annales de Didactique et de Sciences Cognitives**, Strasbourg, volumen especial, p. 145-174, 2018.

MARGOLINAS, C. **La importancia de lo verdadero y lo falso en la clase de matemáticas**. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2008.

MARGOLINAS, C. Connaissance et savoir. Concepts didactiques et perspectives sociologiques?. **Revue française de pédagogie**. Recherches en éducation, Lyon, v. 188, n. 188, p. 13-22, 2014.

MARGOLINAS, C.; ABOUD-BLANCHARD, M.; BUENO-RAVEL, L.; DOUEK, N.; FLUCKIGER, A. GIBEL, P. (coord). **En amont et en aval des ingenieries didactiques**. Paris: La Pensée Sauvage, 2011.

PANIZZA, M. **Conceptos básicos de la teoría de situaciones didácticas**. Buenos Aires: PANIZZA, M, 2003.

PERRIN-GLORIAN, M. Théorie des situations didactiques: naissance, développement, perspectives. *In*: M. Artigue, R. Gras, C. Laborde & P. Tavinot. **Vingt ans de didactique des mathématiques**. Grenoble : La Pensée Sauvage, 1994. p. 97-147.

SANTOS, J. **Una Implementación para la Construcción del Objeto Geométrico Parábola, a Partir del Trabajo con el Software de Geometría Dinámica CaRMetal**. 2016. 166. Tesis (Maestría en Educación Matemática) - Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2016.

SANTOS, J. Una propuesta de uso del software de geometría dinámica como medio para el diseño de una actividad aritmética: la división como un reparto justo. **Investigación en Entornos Tecnológicos en Educación Matemática**, Valencia, v. 2, n. 2, p. 1-8, 2021.

**Submetido em 19 de Abril de 2022.
Aprovado em 19 de Dezembro de 2022.**