

Concepciones docentes sobre el Error Matemático

Teaching conceptions on Mathematical Error

Ana María Barquero¹
ana.barquero@docente.udb.edu.sv

ISSN 1996-1642 Universidad Don Bosco, año 14, N° 25, julio-diciembre 2022

Recibido: 30 de julio de 2021

Aceptado: 16 de septiembre de 2022

Resumen

La concepción del error matemático se considera un elemento didáctico fundamental para la identificación y reconocimiento de las competencias numéricas en el estudiantado. El presente estudio consistió en una exploración de las concepciones que los docentes egresados de la carrera de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática poseen sobre el error, lo cual resulta enriquecedor a la investigación por su recién finalizada formación docente y su nivel de especialización en el área. Bajo un enfoque cualitativo, se desarrollaron entrevistas en profundidad a cinco egresados de la carrera para conocer sus puntos de vista en torno al tema. Los resultados obtenidos apuntan a que existe una concepción positiva hacia el error matemático por parte del docente, valorando que el trato que él haga sobre el error puede hacer la diferencia sobre cómo se percibe la matemática como disciplina, por el nivel de afectividad que representa en el estudiante. Sin embargo, aún se necesita dedicar esfuerzos más especializados al ejercicio de identificación y trato de los errores matemáticos en el estudiantado. Surgiendo la necesidad de fortalecer más el área de didáctica y pedagogía en los docentes, para que puedan explotar el máximo potencial que poseen los errores como oportunidades de aprendizaje, contribuyendo en la toma de decisiones pedagógicas y metodológicas acordes con las necesidades del estudiantado.

Palabras clave: matemática, error matemático, concepciones, educación matemática.

Abstract

The conception of mathematical error is considered a fundamental didactic element for the identification and recognition of numerical competences in the student body. The present study consisted of an exploration of the conceptions that teachers who graduated from the Bachelor of Mathematics Teaching have about the mathematical error. The selection of these participants was enriching to the investigation for the fact that their teaching training has just finished, and their level is of specialization in the area; therefore, it was expected to discover their particular vision on the subject matter. The results obtained from the in-depth interviews conducted to five novice teachers suggests that there is a positive conception towards mathematical error on the part of the teachers, as they assess that their treatment of error can make a difference in how mathematics is perceived as a discipline, due to the affectivity level it represents in the students. However, it is still necessary to dedicate more specialized efforts to the activity of identification and treatment of mathematical errors in the student body. Thus, the need arises to further strengthen the area of didactics and pedagogy in teachers, so that they can take advantage of the maximum potential that errors have as learning opportunities, contributing to making pedagogical and methodological decisions according with the needs of their students.

Keywords: mathematics, mathematical error, conceptions, mathematics education.

¹Doctoranda en Educación de la Universidad Don Bosco, maestra en Política y Evaluación Educativa de la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". Técnico MINEDUCYT y docente universitaria.

Para citar este artículo: Barquero, A. (2022). Concepciones docentes sobre el Error Matemático. *Diálogos* 25, 11-24

Introducción

El error matemático es un tema que ha sido ampliamente abordado por diversos filósofos, matemáticos y pedagogos. Tal es el caso de Popper (1983), filósofo y profesor austriaco, quien al introducir la interrogante: "¿cuál es la fuente última del conocimiento?", estableció la necesidad de determinar el papel que juega el error en la adquisición del conocimiento científico.

El filósofo y matemático húngaro, Lakatos, se centra en el ejemplo de la proposición de conjeturas, las cuales son puestas a prueba mediante el planteamiento de contraejemplos, su crítica y eventual superación (Del Puerto & Seminara, 2004). Otro filósofo de la época, Bachelard (1971, citado por Rico, 1992, p. 4), introduce otros conceptos como el "obstáculo epistemológico", explicando la aparición de los errores en la conformación del conocimiento. Aquí el autor explica como el ser humano tiende a generar obstáculos, causando estancamientos y retrocesos en el conocimiento.

Los últimos estudios sobre el error matemático tienen un enfoque más pedagógico, propiamente en el campo de la Educación Matemática. Investigaciones sobre este tema han sido desarrolladas, entre otros, por autores como Brousseau (2007), Abrate, Font y Pochulu (2008), Gamboa y Fonseca (2017) quienes se enfocaron en la importancia didáctica que tiene para los docentes la identificación y análisis de los errores de los estudiantes. Y otros investigadores como Magallanes (2019), Martínez-Artero (2016) y Larrain (2016), se enfocaron en determinar la influencia que tiene en el proceso de enseñanza aprendizaje las concepciones que los docentes poseen sobre los errores matemáticos.

En general, las investigaciones en torno a los errores matemáticos se enfocaban inicialmente en contextos más cientificistas (Del Puerto et al., 2004). No obstante, los estudios recientes se centran más en factores pedagógicos del aula (Gamboa et al., 2019). En estos se retoma la concepción de error matemático desde la perspectiva socioemocional (Nortes, Martínez-Artero et al., 2016, p. 3). Sin embargo, casi no existen estudios detallados de esta temática (Gómez, 2015), que analicen lo que aprende el profesor en su formación acerca de los errores matemáticos o las concepciones que van adquiriendo sobre el tema, en especial en El Salvador.

De lo anterior, surge la necesidad de enfocar este estudio en las concepciones que los docentes egresados de la primera cohorte de la carrera de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática, de la Universidad de El Salvador, poseen acerca de los errores matemáticos. Debido a que una de las preocupaciones actuales de la Educación Matemática, es el malestar que el error matemático genera en el docente (Nortes, Martínez-Artero et al., 2016). Siendo un tema de interés pedagógico, pues, dichas concepciones, en parte, son adquiridas durante la formación inicial (Socas, 2007), producto de sus experiencias personales y de las teorías implícitas que se promovieron durante su enseñanza en los recintos universitarios.

Caracterización de los Errores Matemáticos

Brousseau (2007) retoma las ideas de Bachelard, pero las aplica específicamente en el ámbito del aprendizaje matemático. Se centra en clasificar los tipos de errores, específicamente en los de origen psicogenético, didáctico y epistemológico.

Mulhern (1989) plantea características específicas de los errores. Entre ellas, que surgen de manera espontánea, son persistentes y difíciles de superar, pues requieren que la persona reorganice sus conocimientos; a veces pueden ser sistemáticos o darse de manera aleatoria y normalmente el individuo no es consciente de ellos. Otra característica, es que los errores poseen patrones consistentes a nivel individual y colectivo (Socas, 2007), lo anterior, se puede observar en el aula, pues, los estudiantes presentan bastantes semejanzas al momento de resolver ejercicios y problemas parecidos, cometiendo errores semejantes en determinadas etapas de su aprendizaje (Gamboa et al. 2019).

Investigaciones de los Errores Matemáticos

El error matemático es parte del proceso de enseñanza aprendizaje y, por tanto, un fenómeno de interés en el campo de la Educación Matemática, donde se ha estudiado atendiendo a diferentes enfoques y contextos (Mesina et al., 2018). Siendo en muchas ocasiones influenciado por otras disciplinas como la Pedagogía y la Psicología, así como la forma en la que se trabaja el currículo en las aulas de cada sistema educativo (Kilpatrick et al., 1998).

En Estados Unidos, se cuenta con pedagogos como Thorndike (1952), quien, con su estudio de la Psicología de la aritmética, desarrolló, en esa época, uno de los trabajos más completos sobre la determinación de los errores.

En los setenta se trató de darle un nuevo enfoque a las investigaciones, centrándose en actividades, metodologías y organizadores del currículo que ayudaran a disminuir los errores. Varios autores coincidían en expresar que estos no se dan de manera accidental (Engler et al., 2004).

Matemáticos como Rico (1992) determinaron cuatro líneas de investigación en torno a los errores: La primera línea, estudios sobre análisis, causas, elementos, taxonomías de clasificación de los errores. La segunda, trabajos acerca del tratamiento curricular de los errores. La tercera, estudios sobre la formación de los docentes y su capacidad para identificar e interpretar errores y la última línea, trabajos de carácter técnico como de contraste de hipótesis para el análisis de errores.

En la actualidad, se encuentran investigaciones que retoman el tema de los errores matemáticos desde el ámbito pedagógico. Por ejemplo, Gamboa et al. (2017), hace una extensa revisión teórica sobre la temática y las concepciones que deben manejar los docentes si buscan aprovechar los errores como potencialidades en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. Gamboa et al. (2017) concluye que la identificación de los errores en los estudiantes permite al docente prestar más atención a las diferencias individuales del estudiantado y en función de ello asignar las tareas y actividades.

Otros estudios, también, se han decantado por el análisis de los errores matemáticos que cometen los aspirantes a la docencia. Por ejemplo, Martínez-Artero et al. (2016) investigó los errores y dificultades a los que se enfrentan los estudiantes de docencia durante sus años de formación. A partir de esta investigación, los autores determinaron que aunque los estudiantes presentaban una actitud positiva hacia la matemática, los errores siempre están presentes, debido a múltiples causas como que los estudiantes aprendieron a resolver problemas de manera mecánica, sin utilizar un razonamiento crítico.

Larrain (2016) presenta otra investigación relevante sobre el tema del tratamiento de los errores matemáticos, por parte de los docentes. En este estudio se buscó determinar cómo enriquecía el análisis que el docente hiciera sobre los errores matemáticos de sus alumnos, al conocimiento sobre el razonamiento matemático de cada estudiante. Concluyendo que influía en el diseño e implementación de diferentes estrategias pedagógicas en el aula, las cuales contribuyen en el aprendizaje diferenciado e inclusivo del estudiantado.

Se puede concluir que la didáctica del error es una temática sumamente compleja que merece un abordaje profundo (Gamboa et al., 2019). Pues, en él intervienen no solo los conocimientos matemáticos, sino las actitudes, emociones y creencias que surgen en torno a la Matemática, tanto por parte del estudiante como por parte del docente (Ibarra-González et al., 2018). Pues las concepciones que el ser humano adquiere se encuentran íntimamente ligadas a sus experiencias personales, así como a las teorías implícitas que se promuevan durante su formación (Simarra & Cuartas, 2017). Por lo anterior, es que surge el interés por realizar el presente estudio sobre cuáles son las concepciones que los primeros docentes egresados de una carrera de enseñanza Matemática adquieren sobre el error matemático.

Metodología

Este apartado presenta la ruta metodológica empleada para contestar a la pregunta: ¿Cuáles son las concepciones que los primeros egresados de la Licenciatura en Enseñanza de la Matemática poseen acerca del error matemático? Para ello se ha utilizado un enfoque cualitativo. Se seleccionó este enfoque para esta investigación porque al revisar las bases epistemológicas que existen en torno al objeto de estudio, este aporta una visión subjetiva y particular sobre el tema. Pues, con el enfoque cualitativo se busca visualizar la riqueza interpretativa del conocimiento de las realidades particulares, fruto de las experiencias personales y formativas que las personas han tenido a lo largo de su formación, logrando así obtener un punto de vista holístico y flexible sobre el tema (Sandoval, 1996).

La metodología de la investigación pretende hacer uso de la hermenéutica como técnica interpretativa, con el objetivo de reconocer las riquezas de construcciones individuales producidas entre el entrevistador y los entrevistados, en torno al objeto de estudio. El método hermenéutico se aplicará partiendo de una entrevista en profundidad, a través de la cual se busca establecer un diálogo entre las partes, con la finalidad de conocer las diferentes concepciones que los docentes noveles poseen sobre el error matemático.

Etapas Metodológicas

La investigación empírica se llevó a cabo en varias etapas que permitieron registrar de manera óptima los resultados de la investigación. Dichas etapas se describen a continuación:

Etapas 1. Selección de los Participantes

En este estudio la selección de los participantes fue intencional. La investigadora seleccionó a los estudiantes egresados en la primera cohorte de la carrera de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática de la Universidad de El Salvador, la cual inició su formación en el año 2016. Se seleccionaron a dichos estudiantes porque ya pasaron por todo el proceso de formación de la carrera y, por tanto, ya crearon una concepción sobre el tema.

Etapa 2. Búsqueda e Identificación de los Participantes

Para ello se contactó con el coordinador de la carrera de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática, se le expuso el interés de realizar este estudio con los estudiantes de la primera cohorte del programa y el objetivo. Posteriormente, él dio el aval para llevar a cabo las entrevistas por medio de la plataforma de Microsoft Teams. También, identificó a los 6 jóvenes egresados de la primera cohorte de la carrera y proporcionó sus nombres, correos institucionales y números de contacto.

Etapa 3. Primer Contacto con los Participantes

Se contactó vía teléfono a cada uno de los estudiantes, se les expuso el objetivo de la investigación y la invitación a formar parte del estudio. Dicha invitación la realizó el investigador para consultar si tenían la disposición de participar, se les explicó también el rol del investigador y el investigado y la disponibilidad de tiempo requerida. De los 6 estudiantes egresados de la carrera 5 aceptaron participar en dicha entrevista.

Etapa 4. Desarrollo de la Entrevista en Profundidad

El desarrollo de la entrevista se realizó de forma virtual atendiendo a factores externos de los entrevistados, como los lugares de residencia, los cuales eran muy lejanos en algunos casos; el buen manejo, experiencia y recursos que poseen para trabajar en plataformas virtuales y para mantener las normas de bioseguridad, debido a la pandemia del Covid-19.

Etapa 5. Registro de los Resultados

Una vez finalizada la etapa 4 se hizo una transcripción de las 5 entrevistas grabadas en una matriz de doble entrada, donde se ubicaron a los entrevistados mediante un código y su opinión vertida en cada pregunta de la entrevista.

Etapa 6. Análisis de los Resultados

Posteriormente, se utilizó el método de comparación constante con diseño emergente para hacer la identificación de las categorías y subcategorías contenidas en la matriz antes descrita. Una vez ubicadas dichas categorías, se hizo su codificación y operacionalización, después, se realizó la codificación selectiva para identificar la categoría central que guardaba alguna relación con las demás categorías.

Seguidamente, se revisó nuevamente el análisis de los fundamentos teóricos anteriormente establecidos, con miras a contrastar la teoría ya existente con la recopilada mediante el estudio empírico, para finalmente elaborar la teoría fundamentada en torno al tema.

Resultados

3.1 Concepción de Error Matemático

La matemática a lo largo de la historia de la humanidad se ha percibido como una disciplina compleja, que exige un alto nivel de desempeño por parte del estudiante.

Los participantes consultados en esta investigación presentan ideas antagónicas en torno a que la matemática es una disciplina compleja. Algunos de ellos consideran que no lo es, que su nivel de complejidad depende de los docentes y su forma de

enseñarla, así como de las competencias matemáticas y la motivación que cada una de las personas presenta hacia la asignatura. A continuación, se presentan las ideas expresadas por los docentes entrevistados en torno a este apartado:

Tabla 1

Categoría Concepción de Error Matemático

COMENTARIO TEXTUAL	SÍNTESIS
<p>“Cualquier materia es difícil si la persona no está interesada o no se le dan los medios o recursos que necesita esa persona” (p2).</p>	<p>Se visualiza la dificultad de todo proceso de enseñanza aprendizaje, no específicamente el que corresponde al área de Matemática.</p>
<p>“Al ser una asignatura que de cierto modo se siente desconectada con la realidad, al ser abstracta y no tener mucha relación con los estudiantes como personas, entonces les cuesta asimilar de qué manera es aplicable al mundo...” (p3).</p>	<p>Hace referencia a su concepción de la asignatura, visualizándola como algo aparte no aplicable a su vida cotidiana, mostrándola descontextualizada y poco pragmática.</p>
<p>“Siempre he pensado que un error me puede permitir aprender, porque con ellos uno se quita ideas, tiene como desarrollar un ejercicio por lo que siempre ha sido una fuente de aprendizaje” (p3).</p>	<p>Concibe los errores desde un punto de vista constructivista, una oportunidad de mejorar su aprendizaje a través de su identificación y reconstrucción del conocimiento.</p>
<p>“Yo pensaba que el error era por falta de conocimiento o interés mío, que no lograba comprender eso y mi cerebro no daba para más” (p4).</p>	<p>Concibe los errores desde un punto de vista conductista, donde se visualizan como algo que está mal y que debe evitarse, el cometer errores en matemática la afecta a nivel emocional y psicológico.</p>
<p>“Al llegar a la universidad me di cuenta que [el error] es algo que hay que ir tratando y a veces en bachillerato uno solo lo va arrastrando y nunca se trata” (p2).</p>	<p>Hace referencia a que las concepciones de los errores pueden ir variando a lo largo de su formación y experiencias adquiridas en su vida.</p>

3.2 Afectividad hacia los Errores en Matemática

La forma en que los docentes proyectan afectivamente los errores matemáticos de los estudiantes influye positiva o negativamente en cómo estos últimos se sentirán, posteriormente, al cometer errores. Algunos resultados manifestados por los entrevistados en esta línea son:

Tabla 2

Categoría Afectividad hacia los Errores en Matemática

COMENTARIO TEXTUAL	SÍNTESIS
"Cuando me equivoqué el profesor me mandó a sentar y me dijo usted no sabe nada, mejor no venga, eso en vez de motivarme me creó ese miedo. Me quitó la confianza hacia la Matemática en bachillerato" (p2).	La actitud tomada por su docente le hizo creer que él no era bueno en la asignatura y por ello le creó una percepción negativa hacia ella.
"Para resolver un ejercicio en matemática existen diferentes formas y si uno utiliza otro método no significa que esté malo, simplemente usamos un camino diferente. La postura de los docentes de no manejar el error de una manera didáctica afecta" (p3).	Hace referencia a la importancia que tiene la forma en la que el docente concibe los errores matemáticos de sus estudiantes, muchas veces no es un error solo es hacer uso de un camino diferente al que se explicó en la clase.
"Tuve docentes de Matemática que me regañaban cada vez que cometía un error, haciéndome sentir muchas veces con mucha ansiedad y temor a participar en la clase por el miedo a equivocarme" (p5).	Se vuelve a manifestar la importancia del tratamiento que el docente de Matemática le da al error en el aula, si el tratamiento es el castigo pronto el estudiante se siente predispuesto a la asignatura.

3.3 Tipos de Errores Matemáticos

Usualmente, los docentes durante su formación inicial van observando diferentes errores, tanto de parte de ellos mismos como de sus compañeros, que les dan pautas en qué áreas de la matemática presentan mayores deficiencias. Algunos resultados relacionados con este punto se presentan a continuación:

Tabla 3*Categoría Tipos de Errores Matemáticos*

COMENTARIO TEXTUAL	SÍNTESIS
<p>“En la parte de demostraciones, en lógica, geometría, no teníamos las bases y las fuimos construyendo en el camino..., la parte de factoro es otra debilidad, así como geometría, la base algebraica a nivel general” (p1).</p>	<p>El entrevistado manifiesta las áreas de la Matemática donde percibe que tiene mayores dificultades por cómo se sentía al trabajarlas durante la clase.</p>
<p>“Errores aritméticos, hubo un parcial en teoría del número donde yo no sé si soy muy rápido para pensar después de leer el ejercicio, pero me pasaba siempre que me acostumbré mucho a la calculadora, y por leer 6×2 yo leí 6×5, eso me pasó varias veces en los parciales, problemas de lectura por ir rápido no revisada bien los datos” (p2).</p>	<p>El participante identifica cuáles eran los errores que cometía con más frecuencia y las posibles causas de ellos.</p>
<p>“Los errores nos dicen en qué tiene deficiencias el estudiante, nos dice en qué debemos prestar atención sobre cómo está llegando la información” (p3).</p>	<p>Se concibe el error como una fuente de información para el docente y cómo a través de esto puede tomar decisiones metodológicas en el aula.</p>
<p>“Los errores deben verse en específico, el docente debe identificar los errores, agrupando mentalmente los tipos de errores y llevar un registro mental o en físico sobre los errores más comunes y cómo los ha tratado antes” (p1).</p>	<p>Se menciona la importancia de que el docente de Matemática identifique los errores y su tratamiento, se concibe el error como una fuente de información del avance del estudiantado.</p>
<p>“Se daban errores por dejar en blanco (por omisión) y por suponer cosas que no son así (suposición falsa), olvidar procedimientos, también la falta de manejo de la parte de simbología” (p1).</p>	<p>El participante identifica algunas causas más frecuentes que generaban los errores en el aula. Algunas causas ya eran más a nivel individual, propias de cada estudiante y que ellos mismos eran capaces de identificar.</p>

3.4 Competencias Matemáticas

Una de las funciones del docente es el desarrollo de las competencias matemáticas en el estudiantado; para ello, es importante que el docente recuerde que los estudiantes poseen diferentes capacidades numéricas. Algunos comentarios de los entrevistados al respecto son:

Tabla 4

Categoría Competencias Matemáticas

COMENTARIO TEXTUAL	SÍNTESIS
<p>"Hay unos que son buenos para el álgebra, otros para el cálculo, la geometría; también cada uno posee diferentes niveles de disciplina y perseverancia hacia la asignatura" (p1).</p>	<p>El participante identifica diferentes áreas de la Matemática donde los estudiantes sobresalen, también explica las diferencias individuales que cada uno posee en relación a la asignatura y su esfuerzo personal.</p>
<p>"Cada persona tiene diferentes capacidades por eso deben darse las herramientas necesarias". (p5)</p>	<p>El entrevistado identifica las diferencias individuales y la importancia de que el docente las conozca y las haga crecer.</p>
<p>"Primero que dejen de ver el error como algo negativo, debe ser más profundo, porque a veces nos gusta decir aquí te equivocaste y un docente debe cambiar esa forma de pensamiento y ayudar al estudiante, comprender los efectos negativos que puede tener tratar mal al estudiante, debe buscar maneras pedagógicas de enfrentarse a eso" (p2).</p>	<p>Se concibe el error desde el punto de vista positivo y crítica a aquellos docentes que no lo visualizan así, sino que buscan atacar y hacer sentir mal al estudiante por equivocarse.</p>
<p>"Hubo uno [tutor] que me pasó al frente y cuando estaba resolviendo el ejercicio me dijo vos no sabes derivar y me mandó a sentar. Si el que se equivocaba era uno no había retroalimentación, solo uno [tutor] me corregía y me decía en qué me equivocaba, pero la mayoría ni retroalimentación, bajaban puntos y no había ni retroalimentación" (p3).</p>	<p>Describe las situaciones negativas que vivenció durante su formación inicial en la docencia, como algunos tutores lo maltrataban y otros trataban de explicarle de manera positiva.</p>
<p>"El docente decía que era de una manera y se cerraba rotundamente. Otros docentes si retroalimentaban, reforzaban, partían de ese error y nos daban más conocimientos, pero si muchos solo decían se equivocó y hasta allí sin más explicaciones" (p5).</p>	<p>Se pueden denotar las diferentes formas en las que un docente puede abordar un error matemático, unas positivas y otras negativas, aportando o no al desarrollo integral de las competencias de enseñanza del aspirante a la docencia.</p>

Discusión

Concepción de Error Matemático

Según los resultados obtenidos, se observa una concepción dualista de la forma en qué se percibe la matemática se puede denotar la importancia del factor afectivo, es decir, que el estudiante se sienta motivado hacia la matemática y para lograrlo el papel que juega el docente es fundamental, según lo expresado por todos los participantes. Esto coincide con lo que Ibarra-González (2018) plantea sobre la importancia que tiene la afectividad hacia la matemática en el proceso de enseñanza aprendizaje de esta y como los profesores influyen en ese nivel de afectividad. Los docentes pueden ayudar a facilitar la forma en que el estudiante percibe la asignatura, así como también a problematizarla.

Existen docentes que hacen creer a sus estudiantes que para alcanzar el éxito en matemática se deben poseer competencias especiales para asimilarla y comprenderla. Como menciona Socas (2007) se ha normalizado que hasta los mejores estudiantes en Matemática tengan dificultades en su aprendizaje. Lo anterior refuerza la idea del nivel de complejidad que tiene para algunos estudiantes esta disciplina numérica.

En este punto, es importante aclarar que problematizar o facilitar el aprendizaje de la matemática no quiere decir evitar los errores, visualizando al error como una parte fundamental del proceso.

La concepción que los docentes poseen sobre sus errores matemáticos viene desde la infancia, como lo expresa Socas (2007), producto de sus experiencias personales y de las teorías implícitas que se promovieron durante su enseñanza. Así, se puede dar que en la infancia se tenga un concepto negativo del error, viéndolo como una falla propia, influenciado por las reacciones de los docentes que se encargaron de la formación en los primeros años.

Estas concepciones sobre el error matemático pueden ir variando a medida el estudiante aspirante a la docencia avanza en su formación (Socas, 2007). También, autores como Rico (1992), menciona que las concepciones de los errores son muchas veces erróneas, producto de un sistema de creencias previamente adquirido y utilizado de manera equivocada.

Los participantes coinciden en que al llegar a la práctica profesional como docentes es que se adquiere una concepción más didáctica sobre el error: como una oportunidad de aprendizaje, cuando empiezan a tratarlo en asignaturas pedagógicas, al ver como son abordados por sus tutores en el aula, pero sobre todo al enfrentarse a los errores del estudiantado en sus prácticas o ya en su labor docente.

Afectividad hacia los Errores en Matemática

Tal como lo plantea Martínez-Artero et al. (2016), en muchas ocasiones el cometer errores en matemática, está asociado a factores afectivos y emocionales, donde el docente juega un papel fundamental. Este hecho también fue reconocido por los participantes de este estudio.

Una idea interesante y que es importante mencionar es que el docente muestre a sus estudiantes que en matemática existen varias formas de llegar a la solución correcta, por tanto, utilizar otros caminos para resolver un problema no es sinónimo de error (Martínez-Artero et al., 2016).

Lo anterior, incentiva al docente a plantearse otras posibles opciones de enseñanza. Como lo plantea Larrain (2016), se deben diseñar procesos de enseñanza aprendizaje que se amolden a las diferencias individuales del estudiantado, para lograrlo el análisis de los errores es una estrategia relevante.

Al final, las actitudes que los docentes muestren hacia los errores matemáticos terminarán influenciando la afectividad hacia la disciplina numérica. Tal como plantea Ibarra-González (2018), el actuar de manera positiva o negativa ante el error influirá en la afectividad que el estudiante presente a la disciplina.

Tipos de Errores Matemáticos

El error es considerado por algunos docentes como una valiosa fuente de información del grado de comprensión alcanzado por sus estudiantes en Matemática. Como menciona Martínez-Artero et al. (2016), el error es un elemento medular del proceso de enseñanza en Matemática, por ser un indicador clave del grado de comprensión del estudiante.

Por tanto, se puede denotar que el error matemático le ayuda al futuro docente a identificar dónde están sus fortalezas y debilidades matemáticas, a nivel individual y colectivo y también en función de ello plantearse, posteriormente, estrategias de enseñanza para su práctica educativa. Pues, los estudiantes presentan bastantes semejanzas al momento de resolver ejercicios y problemas parecidos, cometiendo errores semejantes en determinadas etapas de su aprendizaje (Gamboa et. al. 2019).

Es así, como el análisis de los tipos de errores más comunes en los estudiantes, le brinda información importante al docente sobre el proceso de enseñanza aprendizaje en el aula (Martínez-Artero et al., 2016).

De lo anterior, la importancia que el docente haga el ejercicio de identificar los errores que sus estudiantes más frecuentemente presentan en Matemática.

Un hecho interesante es que algunos participantes comentaron que crean sus propias categorías de clasificación de los errores de sus estudiantes, tomando como base su práctica cotidiana. Esto es planteado por Ramírez (2017) cuando menciona que algunas investigaciones en matemática han demostrado que los docentes explican los errores matemáticos de sus estudiantes sustentándolos en sus creencias y concepciones.

Lo anterior, lleva a recordar lo planteado por Gamboa et al. (2017) que la identificación de los errores en los estudiantes permite al docente prestar más atención a las diferencias individuales del estudiantado y en función de ello asignar las tareas y actividades.

Competencias Matemáticas

La mayoría de los docentes coincide en la diversidad que se presenta en cada grupo de clase, como lo menciona Gamboa et. al. (2019), cada estudiante posee diferentes fortalezas y debilidades en Matemática. Por tanto, el docente debe tomar en cuenta esas diferencias individuales en cuanto a las capacidades que cada estudiante posee en Matemática, pues a partir de ellas es que se desarrollarán las diferentes competencias, ya sean estas numéricas, analíticas, lógicas, etc., como lo plantea Rico (1992).

También, es necesario disponer de un marco de actuación que permita entender lo que un docente y sus estudiantes comprenden por enseñar y aprender. Esa comprensión permitirá que se tome la decisión de desaprender algunos paradigmas o en caso contrario darle continuidad al proceso. Además, como menciona Gamboa et al. (2019) es necesario modelar como se entenderá el error matemático en el encuentro dialéctico y no verlo, únicamente, como una falla del estudiante.

Siendo una carrera de docencia con especialidad en Matemática los estudiantes esperan que la formación les ayude a enriquecer no solo en la parte académica sino en la parte metodológica y didáctica, para ser docentes integrales. Entre las metodologías que los participantes proponen para abordar de manera didáctica el error en matemática se encuentran: la investigación, el trabajo en equipo, la ejemplificación, la retrospectiva del ejercicio y el uso del método socrático, así como el uso de recursos materiales e históricos o tecnológicos que promuevan el interés por la matemática en el estudiantado. Esto coincide con lo planteado por Gamboa et al. (2017) es necesario que el docente busque estrategias curriculares y extracurriculares para identificar los errores matemáticos que presenta el estudiantado, planificando acciones para diagnosticarlos, atenderlos y corregirlos de manera didáctica y así mejorar el grado de comprensión de los estudiantes hacia la disciplina.

Los docentes egresados de la primera cohorte de la carrera de Licenciatura en Enseñanza de la Matemática, de la Universidad de El Salvador poseen una concepción constructivista en torno al error matemático. Este grupo particular de docentes visualizan el error como una oportunidad de aprendizaje para el estudiantado y un elemento importante a tomar en cuenta en el proceso de enseñanza, debido a la riqueza de información que les aporta sobre las fortalezas y debilidades de sus estudiantes, de manera individual y colectiva. Estos docentes manifiestan que a partir de los errores que comete el estudiantado pueden tomar decisiones pedagógicas acordes.

Referencias

- Abrate, R., Font, V. & Pochulu, M. (2008). Obstáculos y dificultades que ocasionan algunos modelos y métodos de resolución de ecuaciones. *Proyecciones*, 6(2), 49-57.
- Briceño, E. & Thairy, M. (2015). Del error al aprendizaje, un prácticum iterativo. *Revista Ciencias de la Educación*, 26(47), 13-23.
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/47/art01.pdf>
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Libros del Zorzal.
- Castellanos, S. & Obando, J. (2009). *Errores y dificultades en procesos de representación: El caos de la generalización y el razonamiento algebraico*.
<http://funes.uniandes.edu.co/710/1/errores.pdf>

- Del Puerto, S. & Seminara, S. (2004). *Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(4), 1-13.
- Engler, A., Gregorini, M., Müller, D., Vrancken & Hecklein, M. (2004). *Los errores en el aprendizaje de matemática*.
<https://www.yumpu.com/es/document/view/14304377/los-errores-en-el-aprendizaje-de-matematica-sociedad-argentina->
- Gamboa, M. & Fonseca, J. (2017). Los errores en el aprendizaje de las matemáticas. Su importancia didáctica. *Revista Didáctica y Educación*, 8(5), 227-245.
<http://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/681/679>
- Gamboa, R., Castillo, M. & Hidalgo, R. (2019). Errores matemáticos de estudiantes que ingresan a la universidad. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 1-31.
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v19n1/1409-4703-aie-19-01-104.pdf>
- Gómez, P. (2015). Usos del error en la enseñanza de la matemática. *Revista de Educación*, 370(1), 71-95.
<https://sede.educacion.gob.es/publivena/detalle.action?cod=20495>
- González, R. & Salazar, F. (2008). *Aspectos básicos del estudio de muestra y población para la elaboración de los proyectos de investigación*. [Tesis de Licenciatura en Administración. Universidad de Oriente]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/Raisirys-Gonz%C3%A1lez.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, P. (1991). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill
- Ibarra-González, K. & Eccius-Wellmann. (2018, agosto). Desarrollo y validación de un Instrumento de Medición de la Afectividad respecto a la Comisión de Errores en Matemáticas. *Revista de Educación Matemática*, 32(61), 73-95
<https://www.scielo.br/j/bolema/a/3ppYxgsdZpvYsVBCXpN4fpv/abstract/?lang=es>
- Kilpatrick, J., Gómez, P. & Rico, L. (1998). *Educación matemática*. Universidad de Los Andes.
- Larrain, M. (2016). Comprensión del razonamiento matemático de los estudiantes: Una práctica pedagógica inclusiva. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 45(1), 152-161.
<http://asenmaformacion.com/ojs/index.php/union/index>
- Magallanes, R. (2019). *Aportes para conectar la Matemática que se enseña en la formación de profesores de matemática con la matemática que los futuros profesores deben enseñar en la educación media*. [Tesina Diploma en Matemática, Universidad Uruguay]. Repositorio institucional.
<http://repositorio.cfe.edu.uy/handle/123456789/275>
- Mayorga, L. (2018). *Estructura epistémica del error desde el aprendizaje de la Matemática*. [Tesis doctoral, Universidad de Carabobo]. Repositorio institucional.
<http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/6433/1/lmayorga.pdf>
- Mesina, V., Seminara, S., Del Perto, S., Gil, T. & Pano, C. (2018). Uso didáctico del error: una experiencia de aula. *Revista de Educación Matemática*, 33(1), 27-42.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/REM/article/view/20043>
- Mulhern, G. (1989). Between the ears: Making inferences about internal proceses.
- Nortes Martínez-Artero, R. & Nortes Checa, A. (2016). Resolución de problemas, errores y dificultades en el grado de maestro de primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 34(1), 103-117.
- Popper, K. (1983). *Conjeturas y refutaciones El Desarrollo del conocimiento científico*. Ediciones Paidós.

- Ramírez, H. (2017). Posibles cambios en las concepciones de profesores universitarios sobre las causas de los errores (de sus estudiantes) en el aprendizaje de la matemática. *Revista la Matemática y su Didáctica*, 25(2), 203-216.
- Rico, L. (1992). *Investigación sobre errores de aprendizaje en educación matemática*. Universidad de Granada.
- Sandoval, C. (1996). *Investigación cualitativa*. ICFES.
- Simarra, R. & Cuartas, L. (2017). Consideraciones sobre el concepto de concepciones y sus implicaciones en el proceso de enseñanza. *Revista Hexágono Pedagógico*, 8(1), 198-215.
<https://doi.org/10.22519/2145888X.1081>
- Socas, M. (2007). *Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas. Análisis desde el enfoque lógico semiótico*. Universidad de La Laguna.
- Taylor, S. & Bogdan, R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.
- Thorndike, E. (1952). National Academy Biographical Memoirs.
- Yulian, V. & Wahyudin, J. (Noviembre 11-12, 2018). *Analysing categories of mathematical proficiency based on Kilpatrick opinion in junior high school*. Conference Series. Indonesia.
https://www.researchgate.net/publication/329532441_Analysing_categories_of_mathematical_proficiency_based_on_Kilpatrick_opinion_in_junior_high_school
- Zacarías, E. (2016). La entrevista en profundidad en los procesos de investigación social. *Revista La Universidad*, 10(1), 75-95.
http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9542/1/Revista_La_Universidad_8c6.pdf