

ENFOQUE DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EDUCACIÓN EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Marger da Conceição Ventura Viana, Débora Santos de Andrade Dutra
Universidade Federal de Ouro Preto-Brasil, Instituto Federal do Espírito Santo. (Brasil)
margerv@terra.com.br, deborasad@ifes.edu.br

Resumen

Se presenta una investigación acerca de la contribución del uso de la Resolución de Problemas en ambientes virtuales de aprendizaje en Educación a Distancia para la formación de profesores de matemáticas. Los participantes fueron estudiantes matriculados en la asignatura que aceptaron participar. Se emplearon artículos, cuestionarios, foros de solución de problemas, videoconferencias, chats y correo electrónico, para el aprendizaje y recogida de datos. Resultó que la propuesta proporcionó a los participantes la percepción de la importancia de resolver problemas, incentivándoles postura crítica, sin uso de procesos mecánicos y memorizados. Además les permitió reflexionar sobre su práctica profesional.

Palabras clave: resolución de problemas, la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, educación a distancia, formación de profesores

Abstract

We show an investigation about the contribution of Problem Solving use in virtual learning environments in Distance Education for the training of mathematics teachers. Participants were students enrolled in the discipline who agreed to participate. Articles, questionnaires, problem-solving forums, videoconferences, chats and e-mail were used for learning and collecting data. It turned out that the proposal provided the participants with the perception of the importance of solving problems, encouraging them to be critical, without using mechanical and memorized processes. It also allowed them to reflect on their professional practice.

Key words: problem solving, teaching and learning math, distance education, teacher training

■ Introducción

Esta investigación ha tenido como objetivo la contribución del uso de la Resolución de Problemas en ambientes virtuales de aprendizaje para estudiantes de matemáticas, en la formación inicial de profesores, en Educación a Distancia-EAD.

Se presenta la Formación de Profesores y la Resolución de Problemas fundamentando el problema de investigación. A continuación se reflexiona sobre El aprendizaje y Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA). Aclara qué es la Metodología de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación de Matemáticas a través de la Resolución de Problemas en un AVA. También se presentan los Procedimientos metodológicos y Algunos resultados encontrados. Termina con Consideraciones finales y las Referencias Bibliográficas.

Después de experimentar la Resolución de Problemas en el propio aprendizaje, los investigados desearon utilizar esta metodología con sus alumnos elaborando proyectos y trazando estrategias con esta finalidad. Aclaremos que usamos Resolución de Problemas para referirnos a la disciplina o a la teoría, y resolución de problemas para el acto de resolverlos.

■ Planteamiento del problema: la formación de profesores y la resolución de problemas

La formación del profesor comprende la formación inicial y la continua. La primera se refiere a la formación obtenida en el curso de graduación. La continua se refiere a la actualización de los conocimientos construidos para su desarrollo profesional. Pero, actualmente, parece que la sociedad duda en relación a la calidad de la formación inicial de profesores, como consecuencia de la exposición a la media de los resultados insuficientes de estudiantes brasileños en exámenes de amplia escala. De hecho, “en el contexto específico de enseñanza-aprendizaje de Matemáticas, tenemos la vivencia, a través de investigaciones, del bajo rendimiento de los alumnos, especialmente en la resolución de problemas matemáticos” (Pires, 2002, p. 19). Sin embargo, la culpa de este insatisfactorio rendimiento le es atribuida a los profesores que, según Pires (2002), desconocen alternativas metodológicas para modificar esta coyuntura.

Este escenario indica urgencia por desarrollar trabajos e investigaciones en la búsqueda de soluciones educacionales adecuadas a la situación. Es por lo que los investigadores se han preocupado por la formación inicial, pues de esta dependen las aptitudes del futuro profesor. De la misma forma se origina nuestro interés por la formación inicial de profesores de Matemáticas (Viana, Nunes y Gomes, 2010).

En ese sentido es importante saber cómo se aprende y cómo se enseña. Muchos investigadores consideran que la resolución de problemas es un importante medio de aprender matemáticas: Polya (1945), Lester (1994), Onuchic (1999), Schoenfeld (2007), entre otros. Y según Viana (2002, p. 2), “la actividad matemática es parte esencial de casi todas las profesiones; ingeniería, comercio, administración, previsión del tiempo, arquitectura, medicina, economía, son apenas algunos ejemplos”. Por esto, es necesaria la alfabetización matemática. Para Onuchic y Allevato (2011, p. 80), “el problema se ve como punto de partida para la construcción de nuevos conceptos y nuevos contenidos; los alumnos siendo coconstructores de su propio conocimiento y los profesores responsables de dirigir el proceso”. Además, resolver problemas forma parte de la propia naturaleza humana.

De ahí que sea importante encuadrar la resolución de problemas en un curso de formación inicial de profesores de matemática para “proporcionar a los docentes actividades apropiadas para la resolución de problemas, tratando posibles orientaciones para la solución de dificultades encontradas con este enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas” (Viana et al, 2010), pues “las asignaturas de los

cursos [de formación de profesores] deben estar vinculadas a acciones que hagan posible que los estudiantes se integren en la práctica con lo que van a aprender” (Viana et al, 2010, p. 4). “De hecho, nadie promueve el desarrollo de lo que no tuvo oportunidad de desarrollar en sí mismo”. “Nadie promueve el aprendizaje de contenidos que no domina ni la constitución de significados que no posee o la autonomía que no tuvo la oportunidad de construir” (Pires, 2002, p. 48). Así, debe haber coherencia absoluta entre lo que se hace en la formación y lo que se espera del profesional en su práctica.

En ese sentido, para promover la formación del profesor de matemáticas, el Grupo de Trabajo y estudio sobre Resolución de Problemas (GTERP) liderado por Onuchic (1999) elaboró una propuesta a la que denominó Metodología de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación de Matemáticas a través de Resolución de Problemas.

Onuchic y Allevato (2011) aclaran que la opción por utilizar la forma compuesta enseñanza-aprendizaje-evaluación tiene como objetivo el de expresar una concepción en la que enseñanza y aprendizaje deben ocurrir simultáneamente durante la construcción del conocimiento, y que la evaluación debe estar integrada al proceso de enseñanza-aprendizaje, con miras a acompañar el crecimiento de los alumnos y reorientar las prácticas de clase cuando sea necesario (Onuchic y Allevato, 2011); lo que está de acuerdo con las funciones de la evaluación consideradas por Viana (2004, p. 35): “...la evaluación tiene que cumplir diferentes funciones que ayuden al profesor y al alumno a elevar el nivel del resultado de sus actividades (...) las cuatro funciones fundamentales son: de diagnóstico, de control, educativa y proyectiva”.

En esta metodología, la enseñanza y aprendizaje de un tema matemático comienza con un problema que expresa aspectos llave del mismo, y deben desarrollarse técnicas matemáticas en la búsqueda de respuestas razonables al mismo. El contenido matemático necesario o más apropiado a la resolución del problema no se presenta a los alumnos. El problema se propone, justamente, como generador del nuevo contenido matemático requerido por el programa de la asignatura. La evaluación del crecimiento de los alumnos se realiza durante la resolución del problema (Allevato y Onuchic, 2011).

Así, para la construcción de un nuevo conocimiento sobre determinado asunto del programa, el profesor necesita seleccionar o plantear un problema adecuado al asunto y a sus alumnos. También necesita buscar elementos para estimular la comprensión, la construcción de estrategias y de conocimientos matemáticos por los alumnos. Además, necesita buscar estrategias adecuadas para la solución y formular preguntas-llave para llevar a los alumnos a analizar sus resultados, llegar a un consenso sobre los mismos y organizar la mejor manera de formalizar nuevos conceptos contruidos a partir del problema (Allevato y Onuchic, 2011).

Allevato y Onuchic (2011) destacan que los profesores que enseñan conforme a la propuesta del GTERP “se encantan y no quieren volver a enseñar de la manera llamada *tradicional*. Se sienten gratificados con la constatación de que los alumnos desarrollan la comprensión por sus propios raciocinios” (Allevato y Onuchic, 2011, p.82, subrayado de las autoras). Y la “formalización de los conceptos y teorías matemáticas, hechas por el profesor, pasan a tener sentido para los alumnos” (p. 82).

Teniendo esto en cuenta, para que los alumnos experimentasen el proceso de resolución de problemas, favoreciendo discusión y práctica sobre las etapas y principios útiles para crear sus propios problemas y

estrategias de resolución, en la asignatura EAD537, esta autora utilizó la propuesta del GTERP haciendo las adaptaciones necesarias para una carrera en la modalidad a distancia.

Consecuentemente, la pregunta que se hizo fue: ¿cuáles son las contribuciones de la utilización de la Resolución de Problemas para la formación de profesores de matemáticas en una carrera en la modalidad a distancia hecha en ambientes virtuales de aprendizaje (es decir, en línea)?

■ El Aprendizaje y el Ambiente Virtual de Aprendizaje AVA

De acuerdo con Jonassen (1996, p.70) “las concepciones tradicionales de aprendizaje admiten que el conocimiento es un objeto, algo que puede ser transmitido del profesor al alumno”, algo que puede ser adquirido, como provisiones compradas en un supermercado. Sabemos que no es así. Es importante comprender cómo se aprende y de ahí, cómo se enseña. Según Jonassen (1996, p. 70) “los constructivistas creen que el conocimiento es una construcción humana de significados que procura dar sentido a su mundo”. Así, según Moran (2000) “conocer es integrar la información en nuestro referente, en nuestro paradigma, apropiándonosla, haciéndola significativa para nosotros. El conocimiento no ocurre, el conocimiento se crea, se construye” (Moran, 2000, p.54). Resulta de cómo entendemos nuestras interacciones con los otros. “El conocimiento que tenemos y las habilidades que desarrollamos proceden, en parte, de la situación o contexto en el que fueron desarrollados y usados” Jonassen (1996, p. 70).

Dado que el conocimiento es construido personalmente, es, de forma necesaria, personalmente poseído y atribuido. Por otro lado, si el significado es personal, no es necesariamente individual. El significado puede ser acordado socialmente entre grupos de personas. Así como el mundo físico es compartido por todos, es también la percepción que tenemos de él. De ahí que el aprendizaje sea también social. Por lo tanto, el estudiante depende de las interacciones con los compañeros (Jonassen, 1996).

Viana (2004), apoyándose en el paradigma histórico-cultural considera el aprendizaje como actividad de producción y reproducción del conocimiento, bajo condiciones de orientación e interacción social. En este concepto de aprendizaje el sujeto es activo, consciente, orientado a un objetivo: su interacción con otros sujetos (el profesor y otros estudiantes), sus acciones con el objeto con el uso de diversos medios en condiciones sociohistóricas determinadas (Viana, 2004).

Alrø y Skovsmose (2006) concuerdan con esta conceptualización del aprendizaje al afirmar

Aprender es una experiencia personal, mas ocurre en contextos sociales repletos de relaciones interpersonales. Y, por consiguiente, el aprendizaje depende de la cualidad del contacto en las relaciones interpersonales que se manifiesta durante la comunicación entre los participantes (Alrø y Skovsmose, 2006, p.12).

Debe haber factores que concurren para que las relaciones interpersonales favorezcan el aprendizaje. Borba, Malheiros y Zulatto (2007) consideran que la interacción, el diálogo y la colaboración son los factores de los cuales resulta la calidad de la participación de los involucrados durante el proceso de producción del conocimiento. En este caso, la calidad de la EAD online está directamente relacionada con los recursos tecnológicos disponibles para mediar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para hacer posibles estas interacciones el AVA se destaca en la EAD, pues “componen un escenario en el cual,

dependiendo de los recursos existentes, la enseñanza y el aprendizaje pueden ocurrir de manera cualitativamente diferente” (Borba, Malheiros y Zulatto, 2007, p. 25). En este ambiente es posible habilitar herramientas de comunicación e información de acuerdo con la necesidad y la propuesta del curso ofrecido. En este ambiente los sujetos (profesores, alumnos, investigadores, tutores) interactúan entre sí, en diferentes situaciones, teniendo como objetivo principal promover la construcción del conocimiento (Dutra y Viana, 2013).

Pero el AVA por si solo no hace posible el aprendizaje; puede considerarse un ambiente de aprendizaje si los actores de la producción del conocimiento estuviesen condicionados por el aprendizaje y, entonces, se pudiese contar con los foros y chats para las interacciones. Para Borba, Malheiros y Zulatto (2007), la calidad y la naturaleza del aprendizaje están directamente unidas a la intensidad y a la calidad de la interacción. En el caso del aprendizaje matemático la interacción es una condición necesaria, “intercambiar ideas, compartir las soluciones encontradas para un problema propuesto, exponer el razonamiento, son acciones que constituyen el “hacer” matemáticas” (Borba, Malheiros y Zulatto, 2007, p. 27). Así, el aprendizaje en EAD puede ser posible por las interacciones realizadas en el AVA por medio de herramientas como chat, foros y videoconferencias, utilizadas por alumnos y profesores para promover el diálogo que busca la construcción del conocimiento (Dutra y Viana, 2013).

■ La Metodología de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación de Matemáticas a través de la Resolución de Problemas en un AVA

La adaptación de la propuesta se hizo teniendo en cuenta las herramientas de las que se disponía en el AVA. Fue así en cada semana:

- 1- Formación de grupos para la entrega de las actividades: el problema se colocaba en la Plataforma Moodle el lunes por la mañana. Los alumnos podían leer, interpretar y entender el problema.
- 2- Observación e incentivo: se realizaban foros en los cuales los alumnos ponían sus resoluciones de los problemas, discutiéndolas con los compañeros.
- 3- Ayudas en los problemas secundarios: en los foros, la profesora y la tutora observaban, incentivaban y participaban del proceso de discusión ayudando, dando el feedback de las resoluciones; respondían y formulaban preguntas.
- 4- Registro de las resoluciones en el encerado; en los chats, la semana siguiente, se presentaban las impresiones de los alumnos y se presentaba la formalización de los resultados.
- 5- Plenario: el chat era un plenario virtual para discutir los problemas.
- 6- Busca del consenso: el chat se cerraba con una solución aceptada por todos.
- 7- Formalización del contenido: al final se coloca la solución aceptada por todos los alumnos, de acuerdo con los contenidos presentados en los problemas.

■ Procedimientos metodológicos

La investigación se hizo en Brasil, en una universidad federal cuyo AVA utilizado es la Plataforma Moodle, con matriculados en la asignatura EAD 537-Seminario III-Resolución y formulación de problemas como enfoque metodológico para la enseñanza de Matemáticas, que forma parte del Currículo

de la carrera de Formación de Profesores de Matemáticas de un Centro de Educación abierta y a Distancia. Todos los estudiantes fueron invitados a participar, pero fueron considerados para las investigaciones solo alumnos de 3 Polos de Apoyo Presencial, aquí denominados P1, P2 y P3, por el gran interés de los alumnos en participar de la investigación. Sus nombres fueron codificados como Sj1, Sj2, Sj3...Sj23.

Para identificar el perfil de los sujetos de la investigación se elaboró el Cuestionario 1 en el cual se preguntaba sobre cuáles temas deseaban que trataran los problemas. Fueron indicados: Análisis Combinatorio, Álgebra, Funciones, Geometría y Trigonometría. Así, se organizaron 15 problemas distribuidos a lo largo de las siete últimas semanas de clase de la asignatura. Todos los textos necesarios para la asignatura, para el conocimiento del tema, y los de lectura opcional fueron puestos a disposición el primer día lectivo.

Se establecieron como principales instrumentos para la recogida de datos de la investigación: los foros semanales para discusión y resolución de problemas; los chats, utilizados al final de algunas actividades y el Cuestionario 2 respondido por los participantes durante la última semana de clase en el que evaluaron el trabajo realizado. Los datos se analizaron de acuerdo con lo encontrado en la literatura consultada y conforme a su naturaleza, de forma cualitativa y cuantitativa, principalmente el análisis discursivo.

■ Algunos resultados encontrados

Los investigados eran personas adultas y trabajadoras, que estudiaban a tiempo parcial y tenían familia y otras obligaciones personales. Muchos estaban teniendo la oportunidad de volver a clase después de varios años, como lo encontrado en la literatura.

El análisis de los datos, construidos a partir de los tres instrumentos utilizados, hizo posible verificar contribuciones a la formación de profesores:

1 - El aprendizaje de los estudiantes. La resolución de los problemas proporcionó que los investigados intercambiasen experiencias, expusiesen sus resoluciones y opiniones sobre los problemas, teniendo oportunidad de colaborar entre sí, con el diálogo buscando el aprendizaje (Alrø y Skovsmose, 2006). Además, en los foros, los estudiantes demostraron haber adquirido postura crítica; por ejemplo, el sujeto Sj10 puso en duda su resultado: “Este valor es extraño, me parece que falta algún dato en este cálculo”. En el Cuestionario 2, el sujeto Sj17 demostró que hubo aprendizaje al afirmar: “...tenía dificultades en diferenciar arreglo y combinación, mas debido a las preguntas que me dirigieron con relación a los resultados de mis cuestiones, pude comprender las diferencias”. Y Sj8 afirmó: “La discusión de determinados asuntos, genera dudas y las aclara con respecto a las nuestras”.

Así, la interacción, el diálogo, la colaboración y las acciones que constituyen el “hacer” matemáticas, según Borba, Malheiros y Zulatto (2007), estuvieron presentes durante la realización de las actividades propuestas y hubo aprendizaje en los investigados (Dutra y Viana, 2013).

2 - Formación Profesional. Esto se observó en las declaraciones presentadas en momentos de diálogo en los chats y en respuestas al Cuestionario 2. Según los propios investigados, el enfoque con resolución de problemas les trajo contribuciones en tanto que futuros profesores. El participante Sj5 afirmó: “Descubrí que debemos enseñar a los alumnos a pensar y a buscar la solución de un problema a través de sus

conocimientos y no a través de formas hechas y acabadas, pues eso no es aprender y si memorizar”. El S_{j3} destacó que percibió la “importancia de trabajar con problemas en clase”. El sujeto S_{j4} afirmó que “como futuro docente ansiaba aplicar estos conocimientos en clase, promoviendo un aprendizaje interactivo y dinámico, pues mostró los mecanismos adecuados y necesarios que un profesor debe asumir para conducir una clase”. Estas declaraciones corroboran, con los autores Pires (2002) y Onuchic (1999), que es preciso que los licenciados vivencien metodologías para que las puedan utilizar cuando asuman sus clases (Dutra y Viana, 2013).

3 - Para la práctica profesional. Como algunos participantes de la investigación ya actúan en clase, fue posible observar que decidieron hacer uso de la Resolución de Problemas con el enfoque dado en esta asignatura. Esto era evidente en las declaraciones en el Cuestionario 2 y en chats. En el Cuestionario 2, S_{j6} afirmó “estoy pensando en aplicar algo del tipo de resoluciones de problemas del día a día para contribuir a su aprendizaje”

El S_{j3} demostró que ya puso los conocimientos adquiridos en práctica: “Como percibí que tenía dificultad en la resolución de problemas, tuve una idea: organizar un cuaderno solo con problemas con mis alumnos, y está siendo muy interesante, pues al principio ellos tenían mucha dificultad, pero ya se están acostumbrando” (Dutra y Viana, 2013).

4- El enfoque trajo un “nuevo mirar” en lo que se refiere a la resolución de problemas matemáticos. Los participantes demostraron haber adquirido un “nuevo mirar” sobre la resolución de problemas matemáticos: “Me ayudó a ver con otros ojos el modo como podemos enseñar matemáticas con placer, obteniendo resultados muchas veces hasta mejores que con el método tradicional de enseñanza” (S_{j11}). Este investigado parece estar sorprendido de que los resultados puedan ser mejores que con el “método tradicional”, citado por él. Otro participante de la investigación afirma haber descubierto “que pueda gustar enseñar y aprender matemáticas a través de la resolución de problemas” (S_{j12}). Estas afirmaciones demuestran que los participantes no estaban familiarizados con la Resolución de Problemas como una metodología de enseñanza (Dutra y Viana, 2013) y quedaron satisfechos con el enfoque empleado en la investigación. Los participantes destacaron la importancia de la participación efectiva del profesor en las actividades desarrolladas en el AVA: “(...) este está siendo el mejor periodo, pues tenemos apoyo” (S_{j17}). Además fue posible observar el deseo de compartir los conocimientos adquiridos: “En mi opinión todos los profesores de Matemáticas deberían participar de esta asignatura. Muchas veces me maravillo con ciertos temas que vemos [...] y me gustaría pasarles, a mis compañeros de trabajo, lo que algunas veces conseguí” (S_{j21}).

■ Consideraciones finales

El uso de la metodología de Enseñanza-Aprendizaje-Evaluación a través de la Resolución de Problemas intensificó las interacciones. El debate aguzó la curiosidad de los participantes. El diálogo hizo posible la interacción y la colaboración ofrecidas por las herramientas disponibles en el AVA, primordiales para la construcción del conocimiento en la EAD. Los participantes pudieron exponer sus opiniones, mostrar sentimientos y dudas, y compartir experiencias, de forma que la articulación de las ideas surgidas, a partir de los problemas propuestos, hizo posible que fuesen protagonistas de su aprendizaje. Por las interacciones analizadas y por las declaraciones, se observó que la propuesta contribuyó al aprendizaje de contenidos

específicos de Matemáticas y a un nuevo mirar para los problemas. Esto les hizo ver la importancia de resolver problemas sin el uso de procesos mecánicos y memorizados, incentivándoles la postura crítica. Además, pudieron percibir que la persistencia y la autonomía son características importantes para el éxito en la resolución de un problema y para el propio aprendizaje. Los cambios que observaron como alumnos, van a reflejarse en su práctica profesional, modificando su postura en clase, como profesores.

■ Referencias bibliográficas

- Borba, M.C., Malheiros, A. P. S.y Zulatto, R. B. A. (2007). *Educação a distância online*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Dutra, D. S. A.y Viana, M. C. V. (2013). Resolução de problemas em ambientes virtuais de aprendizagem: possibilidade na educação a distância. *Revista Eletrônica de Educação*, 7(2). 241-262.
- Jonassen, D. H. (1996). O uso das Novas Tecnologias na Educação a Distância e a Aprendizagem Construtivista. *Em Aberto*, 16(70), 69-88.
- Lester, F. (1994). Musings about mathematical problem-solving research: The first 25 years in JRME. *Journal for Research in Mathematics Education* 25 (6), 660–675.
- Moran, J.M. (2000). Ensino e Aprendizagens inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. En: Moran, J.M., Masetto, M. T. y Behrens, M. A. (Org.). *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. (pp.11-65), Campinas, SP: Papirus Editora.
- Onuchic, L. R.; Allevato, N. S. G. (2011). Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. *Bolema*, 25(41), 73-98.
- Onuchic, L. R. (1999) Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: Bicudo, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática*. (pp.199-218), São Paulo: UNESP.
- Pires, C. M. C. (2002). Reflexões sobre os Cursos de Licenciatura em Matemática, tomando como referência as orientações propostas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da Educação Básica. *Educação Matemática em Revista*, Edição Especial. 11, 44-56.
- Polya, G. (1945). *How to solve it* (2nd edition, 1957). Princeton: Princeton University Press.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.
- Viana, M. C. V. (1992). *A Matemática Através de Problemas*. Texto Didático. Especialização em Educação Matemática. Ouro Preto: Departamento de Matemática, Ufop.
- Viana, M. C. V. (2004). *O processo de ensino/aprendizagem de Matemática sob diferentes olhares*. Texto Didático. Ouro Preto: Departamento de Matemática, Ufop.
- Viana, M., Gomes, M. and Santos, M. (2010). A educação a distância na Ufop e o Curso de Matemática. En J. Barbosa (Ed). *Anais do X Encontro Nacional de Educação Matemática*, (pp.1-11). Salvador, BA: SBEM.