

Principios didácticos para una práctica matemática transdisciplinar^{1 2}

Ettiène Guérios

Resumen

En este artículo, escrito en el modo de ensayo, se presentan los procesos constitutivos de la enseñanza, teniendo como eje guía la adherencia entre el proceso de capacitación, las prácticas didácticas y metodológicas, la cognición, el aprendizaje y el desarrollo humano. Caracteriza las prácticas matemáticas en perspectiva multi, inter y transdisciplinar, diferenciándolas en el contexto de la enseñanza en el aula. Discute principios y relaciones didácticas establecidas en la tríada el maestro, el estudiante y el conocimiento matemático en el proceso de enseñanza de las matemáticas a través de la Resolución de Problemas. Teoriza sobre la acción didáctica con intencionalidad educativa como posibilidad de desarrollo cognitivo y significado del conocimiento matemático escolar. Presenta ejemplos de proyectos de enseñanza en matemáticas que vinculan aspectos didácticos y educativos en un proceso único y simultáneo cuyo enfoque trasciende la organización disciplinaria establecida en las matrices curriculares, constituyéndose en una práctica didáctica transdisciplinaria.

Palabras Clave: Didáctica, enseñanza, educación, matemáticas, cognición, transdisciplinariedad, formación, complejidad.

Abstract

This essay deals with the constitutive processes of teaching, having as its guiding axis the adherence between training process, didactic-methodological practices, cognition, learning and human development. It characterizes mathematical practices in multi, inter and transdisciplinary perspectives, differentiating them in the context of teaching in the classroom. It discusses principles and didactic relationships established in the triad teacher, student and mathematical knowledge in the process of teaching mathematics through Problem Solving. It theorizes about the didactic action with educational intentionality as a possibility of cognitive development and significance of the school mathematical knowledge. It reflects on solving algorithms and mathematical understanding in schoolchildren's learning. It presents

E. Guérios

Universidade Federal do Paraná, Brasil
ettiene@ufpr.br

¹ Este trabajo corresponde a una conferencia paralela dictada por la autora en la XV CIAEM, celebrada en Medellín, Colombia, del 5 al 10 de mayo de 2019.

² Texto publicado en portugués como parte del capítulo "Contribuições do pensamento complexo para a formação de professores em uma perspectiva transdisciplinar" en el libro "Teoria da complexidade: contribuições epistemológicas e metodológicas para uma pedagogia complexa", Editora Appris, Curitiba, 2019.

Recibido por los editores el 2 de junio de 2019 y aceptado el 12 de julio de 2019.

Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2019. Año 14. Número 18. pp 199–209. Costa Rica

examples of teaching projects in mathematics that link didactic and educational aspects in a single and simultaneous process whose approach transcends the disciplinary organization established in the curricular matrices, constituting itself in a transdisciplinary didactic practice.

Keywords: Didactics, teaching, education, mathematics, cognition, transdisciplinarity, training, complexity.

Resumo

Este artigo escrito na modalidade de ensaio aborda sobre processos constitutivos da docência tendo como eixo norteador a aderência entre processo de formação, práticas didático-metodológicas, cognição, aprendizagem e desenvolvimento humano. Caracteriza práticas matemáticas em perspectiva multi, inter e transdisciplinar, diferenciando-as no contexto da docência em sala de aula. Discorre sobre princípios e relações didáticas estabelecidas na tríade professor, aluno e conhecimento matemático no processo de ensinar Matemática por meio da Resolução de Problemas. Teoriza sobre a ação didática com intencionalidade educativa como possibilidade de desenvolvimento cognitivo e de significação do conhecimento matemático escolar. Apresenta exemplos de projetos de docência em matemática que vinculam vertente didática e vertente educativa em um processo único e simultâneo cuja abordagem transcende a organização disciplinar estabelecida nas matrizes curriculares constituindo-se em prática didática transdisciplinar.

Palavras Chave: Didática, docência, educação, matemática, cognição, transdisciplinaridade, formação, complexidade.

1. Introducción

Este artículo, escrito en el modo de ensayo, tiene sus orígenes en la investigación realizada por esta autora en el Programa de Posgrado en Educación y en el Programa de Postgrado en Educación: Teoría y Práctica de la Enseñanza, de la Universidad Federal de Paraná (Brasil). La formación de los profesores que enseñan matemáticas es el enfoque que investigo, teniendo como eje guía la adherencia entre el proceso de formación, las prácticas didácticas y metodológicas, la cognición, el aprendizaje y el desarrollo humano. El enfoque teórico en este artículo se centra en ideas sobre creatividad, disciplinariedad, transdisciplinariedad, complejidad, problematización y resolución de problemas. Las aportaciones provienen de Ribeiro y Moraes (2014), Nicolescu (1988), Petraglia y Vasconcelos (2017), Morin (1998), Guérios (2002), Guérios y Medeiros (2016), Guérios y Modtkoski (2017) y Puchkin (1969).

Parto de la suposición de que la enseñanza en matemáticas, desde la Educación Infantil a la Educación Universitaria, puede vincular aspectos didácticos y educativos en un proceso único y simultáneo cuyo enfoque trasciende la organización disciplinaria establecida en las matrizes curriculares. En este ámbito, hay una simbiosis entre las dos en la que una basa la otra. Es decir, en la educación para la vida, las matemáticas se enseñan, lo que a su vez da sentido a la propia existencia y permite el desarrollo de valores como la base de una

educación que, como dice Petraglia (2017, p.67), pretende la *participación del sujeto en el universo sociocultural y político, considerando su conciencia, libertad y autonomía para el ejercicio de una formación compleja, ética y planetaria*.

En este sentido, fundamentos del pensamiento complejo postulados por Edgar Morin en el conjunto de sus obras extendieron mi horizonte teórico para que pudiera superar la comprensión de que la competencia docente podría establecerse solo mediante el conocimiento de la materia que enseña y la capacidad técnica instrumental, a lo que llamo una dimensión mecánica de la acción didáctica, no pocas veces, prescriptiva (Guérios, 2002). Sin embargo, lo imponderable e impredecible prevalecen en el aula y las situaciones imprevistas desencadenan movimientos cognitivos que no siempre se esperan, cuya prescripción pedagógica estática y fragmentada en el ámbito disciplinario no absorbe, ni considera. Esta superación está en el centro de una reforma paradigmática que

supera la dimensión mecánica del acto didáctico y tiene el acto de crear como un desencadenante para el aprendizaje [...] En situaciones que se alejan del modelo tradicional de restringir ideas para garantizar un curso programado, lo inesperado tiende a ser el motivo principal para desencadenar acciones didácticas compatibles con el surgimiento del pensamiento de los alumnos.³ (Guérios, 2002, p. 177-179)

El reflejo de lo que señalé brevemente hasta ahora está en la discusión que desarrollo a continuación.

2. Caracterización de prácticas matemáticas en perspectiva multi, inter e transdisciplinar

Es importante enfatizar las características constitutivas y conceptuales de los términos, establecidas por sus prefijos "multi", "inter" y "trans", atrayendo la atención sobre la complementariedad entre ellos. Traigo a la luz las palabras de Nicolescu que ayudan a comprender los términos. El autor dice que la interdisciplinariedad

conciene la transferencia de métodos de una disciplina a otra [...] Como la pluridisciplinariedad, la interdisciplinariedad desborda las disciplinas pero su finalidad permanece también inscrita en la investigación disciplinaria. Por éste su tercer grado, la interdisciplinariedad contribuye al big bang disciplinario.[...] La transdisciplinariedad conciene, como el prefijo "trans" lo indica, lo que está a la vez entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. Su finalidad es la comprensión del mundo presente en el cual uno de los imperativos es la unidad del conocimiento. (Nicolescu, 1998, p. 35)

Con respecto a la acción didáctica, es decir, la enseñanza, la transdisciplinariedad es central para la capacidad de *transgresión de las fronteras entre las disciplinas, de una superación de la pluri y de la interdisciplinariedad* (Nicolescu, 1988, p. 3). La creatividad es

³ Original en portugués: ultrapassa a dimensão mecânica do ato didático e tem o ato de criar como desencadeador de aprendizagem [...] Nas situações que fogem ao tradicional modelo de cerceamento das ideias para garantir um andamento programado, o inesperado tende a ser a mola mestra para desencadear ações didáticas compatíveis com o emergir do pensamento dos alunos (Guérios, 2002, p. 177-179).

potenciadora para que ocurra esta transgresión. Sí, porque los procesos cognitivos creativos fomentan la autonomía en el hacer docente a través del desarrollo de estrategias que permiten la superación de acciones didácticas estáticas, preocupadas únicamente con el cumplimiento del contenido curricular jerárquico en las disciplinas escolares. Tomo de Morin (1998, p. 220) que el desarrollo de estrategias se basa en un examen de las condiciones, a la vez determinadas, aleatorias e inciertas [...] La estrategia puede modificar el guión de acciones previstas, en función de las nuevas informaciones que vienen por el camino que ella puede inventar⁴. En este sentido, el desarrollo de estrategias presupone el diálogo y la elaboración de conjeturas e hipótesis, y que el desarrollo de las competencias heurísticas habilitadas para enfrentar varias estrategias posibles, es decir, para crear las condiciones de vida, permitirá a las emergencias de libertades⁵.

De hecho, la concepción del conocimiento es determinante en la forma en que lo entendemos, lo que se refleja en la práctica del maestro. Entiendo que hay una simbiosis entre la forma en que se concibe el conocimiento – la ciencia – y la forma en que pensamos y actuamos. Por lo tanto, el conocimiento puede ser concebido por el maestro como disciplinario o transdisciplinario, lo que permite o no, como dice Nicolescu, comprender el mundo en su unidad. Desde esta perspectiva, la de la transdisciplinariedad, Ribeiro y Morais (2014, p. 249) conciben la creatividad como la expresión de una experiencia de naturaleza compleja, de un conocimiento de naturaleza transdisciplinaria, que se materializa a partir de las actividades desarrolladas y de las relaciones emergentes⁶. Para los autores, la creatividad es un fenómeno complejo y multidimensional.

Articulo a esta discusión mi defensa de que la acción docente puede estar compuesta de dos vectores, uno de ellos es el compromiso con el aprendizaje matemático de los estudiantes y el otro, el compromiso educativo. En este sentido, la acción didáctica con intencionalidad educativa se convierte en propulsora del desarrollo cognitivo de los estudiantes, lo que les permite tener un significado del conocimiento matemático escolar. Sí, *el método es una actividad reflexiva y consciente*⁷ (Morin, 1988, p.339). Es decir, educar para la vida y para el aprendizaje como un acto relacionado que trasciende la dimensión disciplinaria, al mismo tiempo que pone en relación el conocimiento matemático escolar y la existencia misma, considerando como una tríada el hombre, el individuo y la sociedad en la composición del pensamiento sobre el universo. Es decir, la transdisciplinariedad no es solo la *transgresión de las fronteras entre las disciplinas*, pero también, *es la transgresión de la dualidad oponiendo los pares binarios: sujeto-objeto, subjetividad-objetividad, materia-conciencia, naturaleza-divinidad, simplicidad-complejidad, reduccionismo-holismo, diversidad-unidad.*

⁴ Original en portugués: se fundamenta num exame das condições, a um só tempo, determinadas, aleatórias e incertas [...] A estratégia pode modificar o roteiro de ações previstas, em função das novas informações que chegam pelo caminho que ela pode inventar.

⁵ Original en portugués: o desenvolvimento das competências heurísticas tornadas aptas para encarar várias estratégias possíveis, isto é, para criar condições de vida, vai permitir a emergências de libertades. (p.304)

⁶ Original en portugués: concebem a criatividade como a expressão de uma vivência de natureza complexa, de um conhecimento de natureza transdisciplinar, que se materializa a partir das atividades desenvolvidas e das relações emergentes.

⁷ Original en portugués: o método é atividade pensante e consciente.

Esta dualidad está transgredida por la unidad abierta englobando el Universo y el ser humano (Nicolescu, 1988 p. 44).

En mi investigación, me intrigó identificar que hay algo subterráneo que rige la acción didáctica de los maestros, independientemente del método que utilicen. Algo que se construye como en una malla que articula conocimientos formales (específicos y pedagógicos) con la experiencia vivida, es decir, con la experiencia de cada uno. He identificado que construyen principios que fundamentan la práctica que desarrollan como resultantes de la postura frente a lo que hacen en el aula (Guérios, 2002). Tales principios pueden resultar en prácticas disciplinarias prescriptivas para la confirmación de verdades consolidadas o en prácticas que consideran la complejidad del aula y tienen la creatividad como un propulsor de acciones. Una profesora entre las que investigué, por ejemplo, compone un principio didáctico basado en su convicción de que los *contenidos fragmentados, disociados de su contexto estructural, no producen un significado conceptual*⁸ (ibid., p. 190). Cualquiera que sea la modalidad didáctica que desarrolle esta profesora, el principio que rige su acción es el investigativo. Incluso en la clase de exposición oral, es posible empezar con preguntas de investigación y hacer que el conocimiento sea vivo y significativo para los estudiantes (y para ella misma), dice ella, que difiere de las prácticas fragmentadas, prescriptivas y disociadas de las situaciones que surgen en el aula. Traigo palabras de Guérios y Modtovsky para sellar lo que he expuesto hasta ahora:

Prescripción pedagógica. Este es un término que nos molesta. Complejidad educativa. Este es un término que nos provoca. Prescripción, en un contexto de verticalidad y externalidad a la práctica educativa del profesor, significa orden y determinación. Es dogmático, dado su carácter de absoluta certeza. Tiene sentido de las normas curriculares que deben seguirse, de las ofertas didácticas que deben reproducirse, de los caminos que se deben recorrer, sin que procesos de transformación sean inherentes a la práctica didáctica que se realiza en cada momento y en cada circunstancia. La prescripción, en este sentido, nos parece engeso para el acto creativo, si concebimos que la práctica pedagógica es dinámica y es, el acto creativo, un elemento nuclear para tal dinamización⁹. (Guérios y Modtovsky, 2017, p.116)

El compromiso con el aprendizaje matemático y la educación de los estudiantes en una perspectiva transdisciplinaria se puede lograr a través de situaciones propias de la complejidad del mundo real a las que los estudiantes forman parte y que, problematizadas, se convierten en situaciones didácticas mediadas por la Resolución de Problemas, sobre lo que discutiré a continuación.

⁸ Original en portugués: conteúdos fragmentados, dissociados de seu contexto estrutural, não produzem sentido conceitual

⁹ Original en portugués: Prescrição pedagógica. Eis um termo que nos incomoda. Complexidade educativa. Eis um termo que nos provoca. Prescrição, em um contexto de verticalidade e externalidade à prática educativa do professor, significa ordem e determinação. É dogmático, visto seu caráter de certeza absoluta. Tem sentido de normatizações curriculares a serem seguidas, de ofertas didáticas a serem reproduzidas, de caminhos a serem caminhados, sem que processos transformativos sejam inerentes à prática didática que se faz a cada tempo e a cada circunstância. Prescrição, nesse sentido, nos parece engessante para o ato criativo, se concebermos que a prática pedagógica é dinâmica e que é, o ato criativo, elemento nuclear para tal dinamização

3. Principios y relaciones didácticas en el proceso de enseñar Matemáticas a través de la Resolución de Problemas.

Con respecto a la Resolución de Problemas como una posibilidad para la enseñanza en Matemáticas, esta autora y Medeiros (2016) investigaron los aspectos didácticos en la práctica de profesores en lugar de la actividad cognitiva de los estudiantes. Establecimos una tríada de elementos triangulados formada por estudiantes de 6º y 7º grado de Primaria, sus maestros y el conocimiento matemático escolar, con la resolución de problemas como un camino de aprendizaje. Como acción de investigación, buscamos comprender la actividad heurística de los estudiantes e identificar las relaciones didácticas establecidas por los maestros en esta tríada.

La identificación de estas relaciones didácticas permitió percibir múltiples facetas de una metodología de enseñanza mediada por la resolución de problemas y colaboró para que los profesores tomen conciencia de *la complejidad de la dinámica de las relaciones, las interrelaciones y las conexiones en las que se comprende su propio desempeño*¹⁰ (Guérios y Medeiros, 2016, p. 228). Hemos traído de Puchkin (1969) construcciones teóricas sobre "acto de creación", "situación problemática" y "pensamiento creativo" y percibimos que existe una conexión entre ellas en situaciones configuradas en la vida y en la escuela. Me atrevo a decir que la vida trasciende las paredes de la escuela, la significa y es significada por ella. Complemento mi audacia destacando de Petraglia (2017, p.77):

la importancia de la reflexión capaz de promover una conciencia de la complejidad presente en la realidad para cualquier profesional, entendiendo que todo está interconectado y que es en el aprender a aprender que el sujeto que al mismo tiempo es educador y aprendiz transforma su práctica en acciones transformadoras¹¹ (p.77).

Hemos identificado diferentes movimientos en las resoluciones de los alumnos. Como la búsqueda de palabras clave o números en los enunciados para operarlos de alguna manera, principalmente mediante el logro de resoluciones algorítmicas sin preocuparse por el sentido de las situaciones configuradas en los enunciados; en este caso, la acción didáctica fue lineal, prescriptiva, enredada en los amarres y en los límites de la organización disciplinaria. Como la creación de estrategias resolutivas; en este caso, las situaciones de enseñanza creativa trascienden las fronteras disciplinarias expresadas en los enunciados, favorecieron la percepción de la realidad por los estudiantes, que la significaron y permitieron la comprensión conceptual de los contenidos curriculares. *Así, establecemos una simbiosis entre la actividad educativa del profesor y su acción didáctica en las clases de matemáticas, que establece conexiones de significado con vistas a la dinamicidad en un*

¹⁰ Original en portugués: sobre a complexidade da dinâmica das relações, inter-relações e conexões em que sua própria atuação está compreendida.

¹¹ Original en portugués: importância da reflexão capaz de promover uma tomada de consciência da complexidade presente na realidade, para qualquer profissional, entendendo que tudo está interligado, e que é no aprender a aprender que o sujeito que, ao mesmo tempo é educador e aprendiz transforma sua prática em ações transformadoras.

*proceso de aprendizaje*¹² (Guérios y Medeiros, 2016, p. 220) posible gracias al desarrollo de estrategias del pensamiento.

Establezco un paralelo entre lo expuesto y la actividad educativa de los profesores en una dimensión transdisciplinaria. Nicolescu (1988: 61) dice que la transdisciplinariedad *es una transgresión generalizada, que abre un espacio ilimitado de libertad, conocimiento, tolerancia y amor*. Nicolescu dice:

De toda evidencia, la metodología transdisciplinaria no reemplaza la metodología de cada disciplina, que permanece como lo que ella es. Pero, la metodología transdisciplinaria fecunda estas disciplinas, proveyéndoles esclarecimientos nuevos e indispensables que no pueden ser producidos por la metodología disciplinaria. La metodología transdisciplinaria podría conducir aún a verdaderos descubrimientos en el seno de las disciplinas. Esto es natural porque un aspecto de la transdisciplinariedad es la investigación de lo que atraviesa las disciplinas (idem, p.102).

Como resultado de nuestra investigación, llegamos a la conclusión de que los principios y las relaciones didácticas establecidas en la tríada *profesor, estudiante y conocimiento matemático* en el proceso de enseñanza de las matemáticas a través de la Resolución de Problemas pueden ser potencialmente heurísticas, creativas y motivadoras (Medeiros y Guérios, 2016, p.228). "Potencialmente heurística, porque movilizan el descubrimiento, el desarrollo de autonomía y creación de diferentes estrategias para el mismo problema; creativas, porque pueden modificar y transformar conceptos vacíos de significado en situaciones-problemas con la valorización del sentido lógico de las respuestas; motivadoras, porque dan sentido a los diversos problemas que resuelve la matemática". (mis subrayados)

4. Proyectos de docencia para una práctica transdisciplinaria

Ahora presento ejemplos de proyectos de enseñanza desarrollados en una perspectiva interdisciplinaria con el fin de desarrollar una práctica transdisciplinaria. Uno es el llamado "Literatura y Matemáticas", conducido en las aulas de 5º año de la escuela primaria. Con la intención de establecer un diálogo interdisciplinario entre Matemáticas y Literatura, este proyecto permitió a los estudiantes mejorar su concentración y el desarrollo de una lectura atenta de historias y poesía cuya comprensión hizo posible la interpretación de la información. La intención didáctica era que los estudiantes interiorizaran el placer por la lectura y las matemáticas a través de las prácticas educativas.

Una de las actividades que destaco fue la elaboración de un Libro-Juego de naturaleza interdisciplinaria entre Matemáticas y Lengua Portuguesa al asociar el aprendizaje de conceptos matemáticos con el desarrollo de prácticas textuales. La autoría del Libro-Juego fue colectiva, de todos los alumnos de la clase. La trama se creó debido a las problematizaciones de la literatura leída y el contenido emergió en la interfaz entre literatura y

¹² Original en portugués: Configuramos, assim, uma simbiose entre a atividade educativa do professor e sua ação didática em aulas de matemática, que estabelece conexões de sentido com vistas à dinamicidade num processo de aprendizagem

matemáticas. El escenario creado fue estimulado por un "principio de elección", en el cual el lector puede elegir el camino que desea seguir, participando así en la construcción del libro, que para los estudiantes no podría estar listo y terminado, pero sí curioso, estimulante y con diferentes caminos. Los resultados fueron perceptiblemente positivos, ya que los estudiantes extrapolaron el objetivo inicial de la actividad, que duró muchas clases. Se involucraron en la fantasía de la literatura y de manera lúdica establecieron relaciones con la vida cotidiana. En el establecimiento de tales relaciones hicieron una selección e interpretación de informaciones que generaron situaciones-problemas, que, a su vez, facilitaron el desarrollo del razonamiento lógico matemático. En otro ámbito, los estudiantes desarrollaron sentimientos positivos acerca de las matemáticas y la literatura al experimentar lo que denominaron experiencia placentera y creativa.

Hubo otros proyectos, como el que articuló Matemáticas con Arte y lo que resultó en la construcción de un rompecabezas derivado del cuidadoso análisis de la cubierta de un libro. Lo que enfatizo es que, en el curso de las actividades, los contenidos matemáticos curriculares tales como operaciones elementales, secuencia numérica, cuantificación, simetría, gráficos, conceptos y unidades de medidas se desarrollaron desde una perspectiva conceptual, siempre a través de situaciones-problemas. Nos dimos cuenta de que los estudiantes han desarrollado placer en la lectura e interés en las matemáticas a través de prácticas educativas.

Otros proyectos de enseñanza tuvieron como temática la sostenibilidad ambiental, financiera, social y económica, cuya dimensión transdisciplinaria estuvo presente debido a la intencionalidad educativa que apunta al desarrollo de valores para la ciudadanía asociada al aprendizaje matemático. La problematización de las situaciones que surgieron durante las actividades fue el principio didáctico guía que generó acciones de investigación resueltas mediante la Resolución de Problemas, lo que permitió el *aprendizaje conceptual de los contenidos curriculares, dándoles importancia*¹³ (Guérios y Medeiros, 2016, p.209). Una de las intenciones era sensibilizar a los estudiantes sobre la preservación de los recursos naturales de la naturaleza con miras a cambiar las actitudes que generan beneficios para la población, vinculando el consumo y el uso consciente. En este sentido, en el curso del proceso, nos dimos cuenta de que conceptos específicos de este campo de conocimiento, como las 4 R de la sostenibilidad (reciclar, reutilizar, repensar y reducir) se desarrollasen conceptualmente para que las relaciones matemáticas se estableciesen en la confluencia de ambos, y no como aplicación de un campo en el otro. Se puede decir que la multidimensionalidad de lo real estuvo presente en esta necesidad de integración de campos no previstos, pero que surgieron y fueron considerados, cambiando la ruta didáctica y de contenidos previamente establecida. Con la perspectiva descrita y realizada en diferentes clases en diferentes años, se desarrollaron contenidos curriculares matemáticos, tales como operaciones aritméticas, números decimales, fracciones, porcentajes, formas geométricas, unidades de medida, sistemas monetarios, procesamiento de información (tablas y gráficos), conceptos de geometría plana (medidas, ampliación y reducción, polígonos, ángulos, área y perímetro) y espacial (caras, aristas y vértices de sólidos geométricos).

¹³ Original en portugués: *aprendizagem conceitual dos conteúdos curriculares provendo-os de significabilidade*

Un proyecto interesante fue el que desarrolló conceptos de sostenibilidad social a través de las matemáticas escolares asociadas con los deportes. La dinámica pedagógica tuvo como eje central el objetivo educativo de propiciar experiencias para el desarrollo de valores con vistas al ejercicio de la ciudadanía. Con el fin de generar las situaciones pertinentes a las acciones desarrolladas, la calidad de vida fue problematizada, con vistas a un convivio placentero entre las personas. Se desarrollaron ideas sobre el trabajo en grupo y grupo cooperativo de trabajo. A través de tablas y gráficos resultantes de la votación para elegir un deporte específico para toda la clase, los estudiantes eligieron el fútbol. Luego, a partir de las reglas del fútbol, crearon un deporte colaborativo y con relaciones sostenibles en las que golear no era lo más importante, sino la interacción y la buena convivencia entre los jugadores. En este proceso de creación, hubo una exploración de los conocimientos matemáticos relacionados con la geometría y la aritmética. Una actividad que impresionó fue la creación de una hoja de observación compuesta por elementos de buenos modales y "educación". Por ejemplo, se anotaron puntos por quién golpeó al jugador contrario, provocó una falta, mantuvo la pelota y otras actitudes no compatibles con el comportamiento atlético y ciudadano. Los alumnos de la clase se dividieron en tres grupos. Dos de ellos eran los equipos en el campo y el otro era el grupo observador que completaba la hoja para cada juego jugado. Luego, los datos de las hojas de los observadores de todos los juegos fueron sistematizados y representados en gráficos y tablas. La discusión de los datos provocó discusiones interesantes, por ejemplo, que vivimos en una sociedad regida por convenciones y que existen reglas que permiten una buena convivencia social. El significado atribuido a las discusiones educativas se deriva del significado matemático que obtuvieron cuando desarrollaron las actividades, es decir, una significando la otra en movimiento recursivo.

Concluyo con el ejemplo del proyecto que desarrolló la enseñanza de las matemáticas financieras en la escuela desde una perspectiva de la educación para la vida. En este caso, las situaciones problematizadas se relacionaron con la vida cotidiana de los estudiantes y las aspiraciones personales de cada uno para el momento presente (sus deseos que podrían alcanzarse) y para un futuro previsto por ellos, a partir del estudio matemático de la viabilidad financiera. A través de la resolución de problemas que surgieron de las problematizaciones, se discutieron temas como presupuesto familiar, ahorro, economía y otros. Los maestros agregaron argumentos y conocimientos asociados con los vínculos que los estudiantes establecieron entre las referencias que surgieron de la experiencia en sus propios mundos, la experiencia colectiva y el conocimiento matemático escolar. También aquí, tenemos una simbiosis entre la perspectiva educativa y el aprendizaje matemático, uno significa el otro.

5. Consideraciones Finales

Este artículo ofrece subsidios para pensar sobre la enseñanza de las matemáticas en una perspectiva transdisciplinaria que vincula los aspectos educativos y de enseñanza de los contenidos matemáticos de la escuela, a través de la significación de una por la otra, que puedo llamar recíproca.

Respetando el hecho de que el movimiento cognitivo de los estudiantes es un proceso individual y singular, que implica en diferentes formas de pensar matemáticamente la misma situación en la misma aula, las prácticas realizadas permiten a los estudiantes y profesores desarrollar análisis de circunstancia, conjeturar, desarrollar estrategias para soluciones de situaciones configuradas y realizar un análisis reflexivo circunstanciado. Tenemos la creatividad como un principio didáctico que desencadena el movimiento cognitivo para tal desarrollo.

La creatividad es la clave para que la práctica didáctica y el aprendizaje de los alumnos alcancen una dimensión transdisciplinaria que permita la construcción de significados concretos de acuerdo con la realidad en que se vive.

La interdisciplinariedad experimentada en las actividades didácticas permitió discusiones reflexivas relevantes sobre los temas desarrollados, que permitieron a los estudiantes construir significados que vinculaban el aprendizaje matemático y el aprendizaje para la vida, haciendo posible superar la dimensión interdisciplinaria a la transdisciplinariedad.

En nuestro caso, pretendemos desarrollar un concepto de sostenibilidad vinculado a los preceptos de una formación ciudadana que comienza desde cada persona hasta una comprensión de la vida colectiva. Ribeiro y Moraes (2014, p. 250) afirman, con lo que estoy de acuerdo, que *cuando nos involucramos en el desarrollo de una actividad creativa, surge un flujo de información, que cruza los diferentes niveles de realidad o materialidad del objeto allí presente*¹⁴. De hecho, Morin (1988) nos advierte sobre la multidimensionalidad de lo real y su imprevisibilidad. Ribeiro y Moraes afirman que el desarrollo de una actividad creativa puede requerir conocimientos de otras áreas, que a menudo experimentamos cada vez que aceptamos lo imponderable, admitimos lo impredecible e incorporamos situaciones y hechos que han surgido. En este caso, dicen las autoras, *la dinámica comienza a explorarse a partir de la reconexión de ciertos aspectos disciplinarios del diálogo con los objetos, poniéndolos en interacción, buscando descubrir potencialidades, convergencias, divergencias, buscando un conocer más global, integrado y abarcador*¹⁵ (2014, p. 250).

El principio investigativo, si construido como dinamizador de la actividad docente (Guérios, 2002), permite que las relaciones didácticas establecidas en la tríada profesor, estudiante y conocimiento matemático sean potencialmente heurísticas, creativas y motivadoras, como lo han identificado Guérios y Medeiros (2016).

Es posible afirmar que, si la creatividad es constitutiva de la enseñanza de los maestros, las posibilidades de que los estudiantes también la desarrollen serán significativas. Sendo creativo, la potencialidad heurística se acentúa en proporción al desarrollo del pensamiento estratégico. En este sentido, Guérios y Modtosky (2017) llaman la atención sobre el hecho de que el desarrollo del pensamiento complejo hace posible la aprehensión de la multidimensionalidad de lo real sin reducir el conocimiento del todo a sus partes, o considerar el

¹⁴ Original en portugués: ao nos implicarmos no desenvolvimento de uma atividade criativa, um fluxo de informações surge, atravessando, assim, os diferentes níveis de realidade ou de materialidade do objeto ali presente

¹⁵ Original en portugués: a dinâmica passa a ser explorada a partir da re ligação de determinados aspectos disciplinares do diálogo com os objetos, colocando-os em interação, buscando descobrir potencialidades, convergências, divergências, em busca de um conhecer mais global, integrado e abrangente

todo, en el que las partes pierden la dimensión de totalidad que los compone. Establecer relaciones en un contexto multidimensional es el desafío. Es un principio complejo que encuentra resonancia en la afirmación de Nicolescu (p.3) de que la transdisciplinariedad es *la transgresión de la dualidad oponiendo los pares binarios [...] que abre un espacio ilimitado de libertad, de conocimiento*. Los ejemplos presentados aquí muestran que la transdisciplinariedad, según Ribeiro y Moraes (2014, p. 249), se materializó a partir de las actividades desarrolladas y las relaciones emergentes según el dictamen de Nicolescu.

En el contexto discutido aquí, la formación de los profesores debe ser considerada. Reitero la defensa de una formación menos fragmentada, una formación dirigida a comprender y aceptar la multidimensionalidad del real como componente de la práctica educativa.

Reitero la defensa de Guérios y Modtosky (2017, p. 116–117) de una *formación más conexa, preocupada con el desarrollo del pensamiento de los profesores, con sensibilidad a la práctica educativa, con la flexibilidad en la acción didáctica, con la percepción que las certezas absolutas generan recetas [...]!*¹⁶ que no contribuyen a una actividad de enseñanza compuesta simultáneamente por el compromiso con el aprendizaje matemático y por el compromiso con la vida como práctica educativa.

Referencias y bibliografía

- Guérios, E. (2002). Espaços oficiais e intersticiais da formação docente: histórias de um grupo de professores na área de ciências e matemática. Tese (Doutorado). UNICAMP: Campinas. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253667>
- Guérios, E., Medeiros Jr, R. J. (2016). Resolução de Problemas e Matemática no Ensino Fundamental: uma perspectiva didática. In Brandt, C., Moretti, M. (orgs), *Ensinar e Aprender Matemática: possibilidades para a prática educativa*. Ponta Grossa: UEPG, Cap. 10, 209–232. Disponível em <http://books.scielo.org/id/dj9m9/pdf/brandt-9788577982158.pdf>
- Guérios, E., Modtkoski, H. h. (2017) Conexões entre Gaston Bachelard, Edgar Morin e o pensamento complexo. In Guérios, E., Piske, F. H., Soek. A.M., Silva E. *Complexidade e Educação: Diálogos Epistemológicos Transformadores*. Curitiba: CRV. Cap. 6, 115–136
- Morin, E. (1998). *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Nicolescu, B. (1988). *La Transdisciplinariedad. Manifiesto*. Paris: Du Rocher.
- Petraglia, I., Vasconcelos, M.A. (2017). Um pensamento complexo para o conhecimento e a educação. In Guérios, E., Piske, F. H., Soek. A.M.; Silva E. *Complexidade e Educação: Diálogos Epistemológicos Transformadores*. Curitiba: CRV. Cap. 3. 67–80
- Puchkin, V. N. (1969). *Heurística: a ciência do pensamento criador*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Ribeiro, O., Moraes, M. C. (2014). *Criatividade em uma perspectiva transdisciplinar*. Brasília: Liber Livro e UNESCO.

¹⁶ Original en portugués: formação mais conexa, preocupada com o desenvolvimento do pensamento dos professores, com a sensibilidade para a prática educativa, com a flexibilidade na ação didática, com a percepção de que certezas absolutas geram prescrições [...]