

Metodologías cualitativas en la educación de las matemáticas: aportaciones de la ingeniería didáctica cooperativa y de los duales enfoques didáctico y ergonómico

Saddo Ag Almouloud

saddoag@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8391-7054>

Universidade Federal da Bahia

Salvador, Brasil.

Afonso Henriques

henry@uesc.br

<http://orcid.org/0000-0002-8783-6008>

Universidade Estadual de Santa Cruz

Ilhéus, Brasil.

Recibido: 07/12/2021 **Aceptado:** 10/03/2022

Resumen

Este texto, de carácter teórico, pretende reflexionar sobre dos metodologías de investigación, la Ingeniería Didáctica Cooperativa y el Enfoque Dual Didáctico y Ergonómico, discutiendo principalmente sus fundamentos teóricos y procesos de construcción. Hemos organizado el texto en tres partes para facilitar una mejor visión de las ideas centrales de cada una. En la primera parte, abordamos la Teoría de la Acción Conjunta en las Didáctica que sustenta la conceptualización de la Ingeniería Didáctica Cooperativa. En la segunda parte, reflexionamos sobre los objetivos de la Ingeniería Didáctica Cooperativa y los criterios que sustentan los procesos de construcción, análisis, implementación, análisis de los resultados de esta implementación, rediseño, etc., de secuencias didácticas cuyo objetivo es la enseñanza y aprendizaje de un determinado contenido curricular prescrito o sugerido en una institución. El Enfoque Didáctico y Ergonómico Dual se discute en la tercera parte, centrándose, entre otros aspectos, en los cinco componentes fundamentales (cognitivo, mediático, institucional, personal y social) que sustentan los análisis de los hallazgos apoyados en esta perspectiva metodológica. El estudio muestra que, en una Ingeniería Didáctica Cooperativa, cada miembro del colectivo aprende por sí mismo, en base a sus hábitos de acción y sus conocimientos, así como por el desconocimiento que le revelará su relación con el otro. Además, la puesta en común de conocimientos en sus dimensiones de conocimiento experimental y conocimiento teórico puede contribuir al diseño de una nueva forma de articulación entre la investigación y la formación continua. El Enfoque Didáctico y Ergonómico Dual revela que las prácticas de enseñanza no pueden reducirse a la yuxtaposición de los cinco componentes mencionados anteriormente. La estabilidad, la complejidad y la coherencia se combinan, pues, con la evolución a largo plazo de la actividad en el curso de las situaciones de enseñanza con los alumnos.

Palabras chave: Teoría de la acción conjunta en didáctica. Ingeniería didáctica cooperativa. Doble enfoque didáctico y ergonómico. Investigación fundamental. Formación de Profesores.

Metodologias qualitativas em Educação Matemática: aportes da Engenharia Didática Cooperativa e da Dupla Abordagem Didática e Ergonômica

Resumo

O presente texto, de cunho teórico, tem por objetivo tecer reflexões acerca de duas metodologias de pesquisa, a Engenharia Didática Cooperativa e a Dupla Abordagem Didática e Ergonômica, discutindo principalmente os seus fundamentos teóricos e processos de construção. Organizamos o texto em três partes a fim de proporcionar uma melhor visão das ideias centrais de cada uma. Na primeira parte, tratamos da Teoria da Ação Conjunta em Didática, que sustenta a conceptualização da Engenharia Didática Cooperativa. Na segunda parte, tecemos reflexões sobre os objetivos da Engenharia Didática Cooperativa e os critérios que sustentam os processos de construção, análise, implementação, análise dos resultados dessa implementação, redesenho etc., de sequencias didáticas cujo objetivo é o ensino e aprendizagem de um dado conteúdo de currículo prescrito ou sugerido em uma instituição. A Dupla Abordagem Didática e Ergonômica é discutida na terceira parte, focando, entre outros aspectos, os cinco componentes fundamentais (cognitivo, mediático, institucional, pessoal e social) que sustentam as análises dos achados, apoiando-se nesta perspectiva metodológica. O estudo mostra que em uma Engenharia Didática Cooperativa, cada membro do coletivo aprende por si próprio, com base nos seus hábitos de ação e nos seus conhecimentos, assim como pela ignorância que a sua relação com o outro lhe revelará. Além disso, a partilha de conhecimentos nas suas dimensões de saberes experimentais e de saberes teóricos pode contribuir para a concepção de uma nova forma de articulação entre a investigação e a formação continuada. A Dupla Abordagem Didática e Ergonômica revela que as práticas de ensino não podem ser reduzidas à justaposição dos cinco componentes supracitados. Estabilidade, complexidade e coerência são, portanto, combinadas com a evolução da atividade a longo prazo no decurso de situações de ensino com os alunos.

Palavras-chave: Teoria da ação conjunta em didática. Engenharia Didática cooperativa. Dupla abordagem didática e ergonômica. Pesquisa fundamental. Formação de Professores.

Qualitative methodologies in mathematics education: contributions of cooperative didactic engineering and dual didactic and ergonomic approaches

Abstract

This theoretical character article aims to reflect about two research methodologies, the Cooperative Didactic Engineering and the Dual Didactic and Ergonomic Approach, discussing mainly their theoretical foundations and construction processes. We organized the text in three parts to provide a better view of the central ideas of each one. In the first part, we deal with the Theory of Joint Action in Didactics that supports the conceptualization of Cooperative Didactic Engineering. In the second part, we reflect on the goals of Cooperative Didactic Engineering and the criteria that support the processes of construction, analysis, implementation, analysis of the results of such implementation, redesign, etc., of didactic sequences whose goal is the teaching and learning of a given curriculum content prescribed or suggested in an institution. The Dual Didactic and Ergonomic Approach is discussed in the third part, focusing, among other aspects, on the five fundamental components (cognitive, media, institutional, personal and social) that underpin the analyses of the findings supported by this methodological perspective. The study shows that in a Cooperative Didactic Engineering, each member of the collective learns by her/himself, based on her/his habits of action and her/his knowledge, as well as by the

ignorance that her/his relationship with the other will reveal to her/him. Moreover, the sharing of knowledge in its dimensions of experiential knowledge and theoretical knowledge, can contribute to the conception of a new form of articulation between research and continuing education. The Dual Didactic and Ergonomic Approach reveals that teaching practices cannot be reduced to the juxtaposition of the five components mentioned above. Stability, complexity, and coherence are therefore combined with the long-term evolution of the activity while teaching situations with students.

Keywords: Theory of joint action in didactics. Cooperative didactic engineering. Dual didactic and ergonomic approach. Fundamental research. Teacher education.

Introdução

Muitas das pesquisas desenvolvidas no contexto da Educação Matemática apoiam-se em um enfoque metodológico de cunho qualitativo. Mas, sabe-se que estes tipos de pesquisas diferem entre si quanto ao método, à forma e aos objetivos. Godoy (1995, citado por Neves, 1996, p. 1) ressalta a diversidade existente entre os trabalhos qualitativos e enumera um conjunto de características essenciais capazes de identificar uma pesquisa desse tipo, a saber:

- (1) o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental;
- (2) o caráter descritivo;
- (3) o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida como preocupação do investigador;
- (4) enfoque indutivo.

Podemos inferir que a pesquisa qualitativa considera a existência de uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito. Ela é descritiva, e apoiando-se no método indutivo, o seu foco principal é o processo.

Para Neves (1996), a pesquisa qualitativa vale-se de um conjunto de técnicas interpretativas que têm por objetivo descrever e interpretar os componentes de um sistema complexo de significados. Ela visa “traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do mundo social; trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação” (p. 2).

É neste âmbito que a Educação Matemática, mais especificamente a Didática das disciplinas, desenvolveu várias perspectivas teóricas e metodológicas. O incremento das diferentes teorias no contexto da Didática da Matemática foi acompanhado pela construção de metodologias de pesquisa, tais como: a Engenharia Didática Clássica (Artigue, 1998), Engenharia Didática de 2ª Geração (Perrin-Glorian, 2009), a Engenharia do Percorso de Estudo e Pesquisa (Chevallard, 2009), a Engenharia Didática do Domínios de Experiência (Boero, 2009), a

Engenharia Didática Cooperativa (Sensevy et al., 2013), a Dupla Abordagem Didática e Ergonômica (Robert & Rogalski, 2002), e a Análise Institucional e Sequência Didática como Metodologia de Pesquisa (Henriques, 2018).

A síntese das pesquisas analisadas mostra as diferentes utilizações e concepções sobre esta metodologia, ora considerada metodologia de pesquisa científica, ora uma metodologia envolvendo vários processos e procedimentos para a formação profissional ou a elaboração de objetos de aprendizagem (Almouloud, 2019).

Devido a temática do nosso artigo e ao espaço reservado para a sua apresentação, tecemos as nossas reflexões sobre a Engenharia Didática Cooperativa (EDC) e a Dupla Abordagem Didática e Ergonômica (DADE). A nossa escolha destas duas metodologias de pesquisa justifica-se pela relevância dos seus processos de investigação e por serem pouco discutidas no âmbito das pesquisas desenvolvidas no Brasil. Estas duas metodologias são de cunho qualitativo e foram construídas apoiando-se na teoria da atividade e na teoria da ação conjunta (Sensevy *et al.*, 2013). O presente texto, de cunho teórico, portanto, tem por objetivo tecer reflexões acerca destas duas metodologias, discutindo principalmente os seus fundamentos teóricos e processos de construção.

Organizamos este artigo em três partes. Na primeira parte, tratamos da Teoria da Ação Conjunta em Didática (TACD) desenvolvida por Sensevy com a sua equipe, denominada “Coletivo Didático para Ensinar”. A TACD sustentou o processo de construção da EDC. Na segunda parte, tecemos reflexões sobre os objetivos da EDC e os critérios que sustentam os processos de construção, análise, implementação, análise dos resultados dessa implementação, redesenho etc., de sequências didáticas cujo objetivo é o ensino e aprendizagem de um dado conteúdo prescrito ou sugerido em um currículo. A Dupla Abordagem Didática e Ergonômica é discutida na terceira parte, focando, entre outros aspectos, os cinco componentes fundamentais (cognitivo, mediáticos, institucional, pessoal e social) que sustentam as análises dos achados, apoiando-se nesta perspectiva metodológica. Assim, procedemos como segue:

Teoria da ação conjunta em didática

Para Sensevy (2012), a Engenharia Didática Cooperativa constitui uma atividade

conjunta entre Professores¹ e investigadores em torno de um projeto comum de concepção e análise de sequências de ensino/aprendizagem. “As sessões produzidas são pensadas, implementadas, analisadas e repensadas em conjunto e depois reimplantadas, analisadas num processo, um movimento iterativo” (Sensevy, Joffredo-Le Brun, Morellato, Quilio, & Vigot, 2015). Este verdadeiro diálogo de engenharia pode então ser modelado a partir dos conceitos desenvolvidos na TACD: jogo didático; tríplice de géneros; dialética contrato-meio; relação epistémica cooperativa (na qual os membros do processo cooperativo aprendem uns com os outros em alternativa). “Podemos, portanto, considerar este trabalho de investigação como uma tentativa de construir novos jogos didáticos pelo coletivo investigador/Professor, jogos que poderiam fornecer uma solução para o problema colocado” (Sensevy, Joffredo-Le Brun, Morellato, Quilio, & Vigot, 2015).

A Teoria da Ação Conjunta em Didática (TACD) surgiu a partir de um foco no trabalho do Professor. A didática estava muito preocupada com o conhecimento, por definição, poder-se-ia dizer. Depois passou a concentrar-se na compreensão da aprendizagem dos estudantes. Mas no início dos anos 90, ainda tinha pouco levado em conta o trabalho do Professor. Maria-Luisa Schubauer-Leoni (1986) citada por Sensevy *et al.*, (2013), com a sua tese publicada em 1986, abriu o caminho. Parece-nos que existe uma concepção da didática que levou em conta a ação do Professor e a ação conjunta do Professor com os alunos. A compreensão da ação do Professor tornou-se um objetivo essencial para aqueles que estudaram a ação didática. Com efeito, a ação conjunta pode ser entendida conforme descrito a seguir.

Ação conjunta

Sensevy (2011) assevera que uma ação é conjunta quando envolve dois (ou mais) participantes agindo com um objetivo comum. Estes participantes podem ocupar posições relativamente semelhantes (como duas pessoas utilizando uma serra de lenhador juntas) ou posições diferentes (como duas dançarinas numa peça de teatro). Nas práticas estudadas na TACD, a questão do objetivo comum é complexa. Nas situações didáticas, existe de fato um objetivo levantado pelo Professor, mas não especificamente partilhado com o aluno,

¹ O autor defende que o termo Professor será e deveria sempre ser escrito com a letra P maiúscula, pois este é um profissional que merece e deve ser respeitado como os outros. O simples gesto de aplicar a letra maiúscula engrandece também a sua personalidade (Henriques, 2019, p. 13)

precisamente devido à sua ignorância dos conhecimentos a transmitir. Em um nível mais geral, os Professores e os estudantes têm um objetivo comum: a aprendizagem do conhecimento por parte do estudante. Este objetivo dá forma à ação conjunta. O Professor e o aluno ocupam posições diferentes: o Professor já é um conhecedor deste conhecimento e o aluno não o é.

A fim de explicar o carácter conjunto da sua ação, o Professor e o aluno realizam transações em relação aos saberes em jogo. O adjetivo “conjunto” não deve levar a crer que uma ação conjunta seja necessariamente feliz (Sensevy, 2011). Por um lado, na sala de aula, a ação conjunta aluno-Professor pode ser considerada como “bem-sucedida” ou “falhada”. Por outro lado, mesmo quando a ação conjunta é bem-sucedida, no sentido em que se baseia numa forma de cooperação, esta pode ocorrer sem que o estudante tenha aprendido. Em termos mais gerais, a ação conjunta pode caracterizar a ação dos investigadores e dos profissionais com os quais trabalham, nomeadamente na engenharia cooperativa que discutiremos mais adiante neste texto, debruçando-nos, inicialmente sobre a noção que apresentamos na seção seguinte.

A noção de jogo na TACD

Sensevy (2012) descreve a importância da noção de jogo na TACD e apresenta as práticas como jogo. A atividade didática pode ser obtida quando a entendemos como um jogo, ou melhor, como um arranjo de jogos. Neste entendimento, o autor sublinha que:

Um jogo tem uma aposta em que se ganha ou se perde; não se pode jogá-lo sem conhecer as regras, e para além do conhecimento das regras do jogo, para ganhar é preciso produzir estratégias relevantes, estratégias vencedoras, e, portanto, ter uma noção do jogo. Devemos também ter em conta o fato de que um jogo pode sempre ser descrito em relação a uma dada situação: constitui uma espécie de situação agida. Se vemos a atividade humana como sendo constituída por jogos, precisamos elucidar a estrutura primária dos jogos, ou seja, as suas apostas, e as necessidades imanentes que estruturam a sua lógica: precisamos de reconhecer a sua gramática (Sensevy, 2008, p. 40, tradução nossa).

Pensar em termos de jogo implica, para o autor, colocar a socialidade fundamental da experiência humana no centro da atividade de conceptualização, “porque a noção permite contabilizar a presença da instituição, tanto como máquina para produzir categorias perceptivas, afetivas e cognitivas legítimas, como produtora de formas simbólicas que podem ser concebidas como instituições de significado” (Sensevy, 2008, p.42), e nos encoraja a colocar no centro da atividade humana o fato de que esta deve ser pensada como conjunta para ser entendida, quando agir significa agir com alguém numa aposta partilhada, numa ação conjunta (Sensevy, 2008).

O autor assevera que um jogo didático é um jogo em que dois jogadores, o Professor e o Estudante, cooperam, na medida em que a atividade comum a ambos os jogadores só faz sentido se cada um desempenhar o seu papel. Nesta perspectiva, o autor destaca que:

a atividade didática é uma coação, é uma ação conjunta, na medida em que os comportamentos específicos do Professor e do Estudante derivam um do outro. Se a criança que é ensinada a andar pelos pais se senta e brinca com os educadores, a ação didática inicial é interrompida; do mesmo modo, se o músico explica ao maestro que não pode (reconhecer-se em) a metáfora proposta; do mesmo modo, se o aprendiz não realizar os gestos esperados para além dos do Professor; do mesmo modo, se os alunos não tiverem lido o primeiro ato da peça a ser estudada hoje, tal como acordado. (Sensevy, 2008, p. 42, tradução nossa).

O autor ainda reforça que se deve entender que na ação didática esta cooperação é também uma coordenação. “De certa forma, a ação didática, como ação conjunta, é uma ação “tua e minha”, cuja metáfora poderia ser a de dois lenhadores que serram um tronco com uma serra dupla. A ação didática é uma ação conjunta, ou seja, cooperativa e coordenada [...]” (Sensevy, 2008, p. 42).

A teoria da ação conjunta na didática é parte de uma perspectiva situada em que algumas consequências são descritas por Sensevy (2008, p. 47-48) em três aspectos essenciais que trazemos aqui, como segue:

1. Adotar esta perspectiva significa afirmar a necessidade de instituir situações “autênticas” como objetos de inquérito, e dar uma volta “acional”, que requer pensar a ação didática como uma especificação da ação humana. Isto significa, para o autor, um esforço teórico para pensar a especificidade da ação didática no âmbito geral da ação humana, e reconhecer a ligação orgânica da didática com as outras ciências do homem e da sociedade.

2. O projeto da teoria é antropológico, e permite pensar sobre as práticas educativas como forma de instruir o saber. Para além do dualismo educação-instrução que precisa ser dissolvido no estudo eficaz das práticas, o autor afirma que se deve considerar as formas de aprendizagem escolar e não escolar sob a mesma descrição genérica. A expressão “descrição genérica”

não se trata de considerar que não há diferença entre as formas baseadas e não baseadas na escola: pelo contrário, trata-se de pensar que, para melhor revelar a especificidade de cada forma, é rentável construir ao mesmo tempo descrições que mostrem a sua solidariedade (Sensevy *et al.*, 2013, p. 48).

3. Esta solidariedade entre as formas escolástica e não escolástica pode ser demonstrada por uma análise gramatical. O autor postula que uma forma adequada de experimentar o que a

situação significa para uma atividade é determinar a lógica da situação prática, e o jogo cristalizado nesta prática. Esta primazia gramatical é necessária na análise da ação eficaz para um dado conteúdo de saber. Tal como as necessidades do jogo didático produzem uma determinação genérica da ação, as especificidades próprias do conhecimento dão as suas formas às transações didáticas.

A partir das ideias dispostas até então, apresentarmos a seguir alguns elementos ou constructos que sustentam o desenvolvimento da TACD.

Alguns constructos teóricos da TACD

Sensevy e colaboradores desenvolveram vários constructos teóricos que sustentam a TACD. Nesta seção, apresentamos aqueles constructos ou noções que julgamos fundamentais para este estudo.

Cronogêneses

Trata-se de uma noção proposta por Yves Chevallard, conceitualizada na TACD como tríplice de gênese. Na forma como o Professor e os alunos realizam transações em torno de um conhecimento, o que vemos é como o saber é organizado no eixo do tempo. Poder-se-ia caracterizar a cronogênese (a gênese do tempo de saber) colocando a questão: quando e como se posicionam os objetos de saber no tempo de uma educação? Esta categoria encoraja a identificação da natureza e das razões da transição de um conteúdo epistémico para outro. A cronogênese - ou a criação do tempo didático - condiciona em primeiro lugar a ação do Professor, porque é da sua exclusiva responsabilidade. É o Professor que sabe de antemão, do ponto de vista do saber, o que vai acontecer depois. Claro que as intervenções dos estudantes podem (e devem!) fazer avançar o tempo didático, em outras palavras, fazer avançar o processo de aquisição de conhecimentos com base no saber desenvolvido na sala de aula.

Tríplice de gêneses

Na TACD, a tríplice de género refere-se a três descritores da ação didática (**cronogênese**, **topogênese** (determinar o *topos* do aluno e o *topos* do Professor), **mesogênese** (produção de meio), cujo sistema permite descrever em certos casos a dinâmica do jogo didático, e no centro deste jogo, a gênese do saber. A utilização isolada de um destes descritores pode ser entendida

- em particular no caso da mesogênese quando uma dialética contrato-meio é explicitada -, mas é muitas vezes a utilização sistêmica destes três constructos, em ligação com a dupla dialética contrato-meio/reticência-expressão, que lhes confere a maior força.

Concreto-abstrato

A apropriação do saber pode ser vista como um movimento do concreto ao abstrato, de uma categorização inicial a uma designação simbólica. Esta designação (por exemplo, “castelo”, ou “multiplicação”, ou “topogênese”) é vista como um meio de apreender uma ideia. Mas esta ideia (de castelo, multiplicação, topogênese) pode significar coisas diferentes para pessoas diferentes, dependendo da realidade prática a que se referem.

A fim de dar mais significado a uma designação abstrata (que pode ser chamada de “fórmula abstrata”) e para que este significado seja partilhado dentro de um coletivo, uma instituição, a TACD argumenta que é relevante concretizar uma fórmula abstrata, reduzi-la a uma forma de vida e a um jogo de linguagem numa situação específica, muitas vezes exemplificando-a. Uma tal “subida do abstrato ao concreto” pode então constituir uma modalidade de transmissão de saber no seio deste coletivo, desta instituição. Mais geralmente, a ideia de ascender do abstrato ao concreto refere-se a uma epistemologia, uma teoria do saber em que qualquer afirmação abstrata ganha ao ser reduzida ao concreto da prática.

Saber/conhecimento

Sensevy e colaboradores asseveram que a TACD considera o saber em um sentido muito amplo e em uma perspectiva de ação. O saber é visto como um elemento que torna possível ao sujeito agir sobre uma situação em jogo. O saber confere, portanto, o poder de ação do sujeito. Esta definição não estabelece nenhum critério de normatividade a priori. Pode-se dizer que qualquer poder de ação é um saber. Assim, saberemos como subtrair 25 de 64 se soubermos calcular mentalmente esta diferença, ou como obter essa diferença por adições sucessivas, ou ainda como efetuar o cálculo correspondente. Embora não seja normativa a priori, tal concepção permite descrever os elementos que dão prioridade a estas capacidades, de acordo com o projeto que se estabelece ao subtrair 17 de 54 em uma determinada situação, dentro de uma determinada instituição.

Os autores ainda observam que um aspecto fundamental é que tal concepção do saber integra necessariamente a possibilidade da linguagem para falar sobre a prática, para dar ou perguntar sobre as razões de ser. Todo saber é assim uma praxeologia, no sentido mais geral do termo: um complexo de práticas (práxis) e de linguagem (logos). Estas praxeologias podem tornar-se formas de cultura, artes de fazer, realizadas por conhecedores práticos.

A distinção conhecimento/saber pode constituir um segundo passo necessário da análise didática na TACD. Os dois termos são definidos na sua função didática (e não apenas psicológica): a mesma afirmação na aula pode ser conhecimento ou saber de acordo com as circunstâncias: “conhecimento” como meio mais ou menos eficiente de trabalhar em um problema, muitas vezes próximo do “saber-fazer”; “saber” como conhecimento partilhado e reconhecido como referência pela instituição, muitas vezes próximo do “saber-o-quê”.

Contrato didático

Sensevy e colaboradores destacam que o aluno aborda um problema com base em um sistema de capacidades epistémicas incorporadas, de hábitos de ação. Este sistema de capacidades é o contrato didático (Brousseau, 1997) que constitui, portanto, uma referência já existente, e o pano de fundo da situação de aprendizagem para o aluno.

As capacidades do contrato estão em grande parte implícitas e o estudante nem sempre está ciente delas. Ao contrário de uma ideia generalizada, o contrato didático não pode, portanto, ser “explícito”, “negociado” ou “estabelecido” porque, de fato, está sempre presente de uma forma específica na experiência do aluno, e, de uma forma mais geral, dos seres humanos.

Como resulta de uma ação conjunta anterior dentro da instituição didática, o contrato também pode ser visto como um sistema de expectativas e atribuições de expectativas que liga o Professor e os alunos. Também pode ser concebido como um sistema de regras do jogo, e ser visto como um sistema de normas e de hábitos.

Uma característica fundamental do contrato didático, que deriva da própria instituição didática, é que ele deve evoluir - por vezes até ser quebrado - ao longo do tempo. O contrato didático é, portanto, um sistema de um conjunto de hábitos, alguns mudam rapidamente, enquanto outros podem durar por muito tempo.

Dialética contrato-meio

O contrato didático só pode ser considerado em relação a um meio didático. De fato, a fim de trabalharem no problema, os alunos procurarão o que poderá ajudá-los nos seus saberes e hábitos. Compreende-se, assim, que as capacidades já presentes no contrato didático só fazem sentido em relação ao problema em que o estudante deve trabalhar. Estas capacidades são necessárias, mas não são suficientes para realizar este trabalho, caso contrário o aluno não aprenderia nada de novo em relação ao que já sabe. Existe, portanto, uma forma de desequilíbrio inicial entre o contrato (o que já é conhecido, e que é em grande parte do resultado de uma ação conjunta anterior), e o ambiente (o que deve ser conhecido, presente em uma estrutura simbólica específica).

Sensevy e colaboradores enfatizam que a aprendizagem consiste em tender para uma forma de equilíbrio, nunca totalmente alcançado, entre o contrato didático e o meio, um processo a que denominaram de equilíbrio didático. É o processo pelo qual a ação conjunta atinge um certo equilíbrio entre contrato e meio, suficiente para que os saberes visados sejam apropriados pelos alunos. Conforme ilustrado na Figura 1, a ação do Professor situa-se então entre dois polos no centro da dialética contrato-meio. Por um lado, ele pode recordar ao aluno um elemento já conhecido do contrato didático, a fim de ajudá-lo a orientar a sua estratégia. Por outro lado, pode orientar o aluno no sentido de reunir os elementos do problema para auxiliá-lo a orientar-se no meio.

Figura 1 - Esquema ilustrativo da dialética contrato-meio envolvendo Professor e Aluno



Fonte: Produção dos autores

Quando o contrato didático já existente e as transações entre o Professor e o Aluno permitirem que este último trabalhe de forma rentável no problema colocado no meio e se aproprie de novos saberes, diz-se que o equilíbrio didático é suficiente para esta apropriação.

Dupla dialética contrato-meio/expressão de reticências

Na dinâmica da relação didática, a reticência e expressão do Professor são indexadas à ação conjunta, descrita na relação contrato-meio. De fato, sabemos que a ação do Professor está situada entre dois polos, no centro da dialética contrato-meio. Assim, a reticência ou expressão pode relacionar-se com um elemento do meio, ou com um elemento do contrato. A palavra reticência é entendida como uma “omissão voluntária do que poderia ou deveria ser dito”. (Sensevy, 2012)

Qualquer ação didática pode então ser compreendida na forma como a ação conjunta constrói um novo fundo, uma nova referência. Trata-se de apreender a passagem de um problema para um problema resolvido na dialética contrato-meio, e na forma como essa dialética está entrelaçada com a dialética reticência-expressão. As reticências e a expressão caracterizam qualquer produção ou utilização de sistemas de sinais em uma transação. A relutância é mostrada quando se mantém em silêncio/esconde o que se sabe. Também se pode expressar/mostrar o que se sabe. As reticências e a expressão são tanto opostas como complementares, e estão inextricavelmente ligadas como duas faces da mesma moeda. Qualquer declaração reticente pode ser descrita naquilo que exprime/expõe. Qualquer afirmação expressiva pode ser descrita no que esconde/foi. A relação didática é o lugar de um jogo entre reticência e expressão. A dupla dialética de contrato-meio/reticência-expressão constitui assim um meio para descrever a dinâmica da ação conjunta.

Contrafactual

Face a uma determinada ação, é possível imaginar outros recursos de ação. Desta forma, determinam-se outras possibilidades para uma dada ação. O raciocínio é do tipo “e se”, “se isto..., então aquilo...”. Na TACD, Sensevy *et al.*, (2013) denominam estas alternativas de “contrafactuais”. Os contrafactuais podem ser obtidos com a ajuda de conceitos, de modelos e utilizados produtivamente desta forma. Tais contrafactuais também podem ser obtidos diretamente por intermédio da imaginação prática, a partir do conhecimento que temos da atividade. Sensevy *et al.*, (2013) asseveram que a primeira função dos contrafactuais é compreender melhor a prática, explorando a sua concretude. Desta forma, compreendemos que a realidade da atividade não se limita à realização da própria atividade, é apenas uma possível em um universo maior.

A segunda função dos contrafactuais é propor transformações da prática. Isto implica experimentar um determinado contrafactual diretamente na atividade. Podemos também tirar partido da análise contrafactual para elucidar relações significativas na lógica da prática, das quais tiraremos consequências para a ação.

Cultura

Sensevy *et al.*, (2013) nos alertam que na TACD, a cultura é vista como um complexo de práticas realizadas por conhecedores práticos, um complexo de artes de fazer. Estas práticas podem ser descritas como instituições, nas quais os jogos linguísticos e as formas de vida se entrelaçam.

O papel do ensino, no sentido mais lato do termo, é o de trazer as pessoas para a cultura. É uma questão de permitir a construção de uma relação com as formas de cultura que garanta a sua compreensão profunda. Isto significa apropriar-se dos estilos de pensamento que trazem à vida, das formas de vida e dos jogos de linguagem que permitem, dos jargões e modelos de ação a que estes jargões se entrelaçam. Significa também tornar-se capaz de realização criativa a partir deste profundo entendimento.

Inquérito

A concepção de inquérito na TACD baseia-se na noção de inquérito de John Dewey (1939/1981, apud Sensevy *et al.*, 2013) como “passando de uma situação indeterminada para um todo unificado”, de um problema para um problema resolvido. A noção de mesogênese (a passagem de um conjunto de formas simbólicas dispersas para um sistema de formas simbólicas) torna possível especificar a definição Dewey de inquérito na TACD.

Em uma situação didática, a investigação supõe que o aluno constrói uma relação com o jogo didático, atos do seu próprio movimento no trabalho do problema que mostra que a investigação funciona, a partir das pistas que ele leva no meio didático.

Exemplo Emblemático

Sensevy e colaboradores enfatizam que um exemplo emblemático pode ser semelhante a uma referência comum, partilhada pelo mesmo grupo de pessoas. Baseia-se em uma ação real, experimentada, realizada ou reportada por um dos membros do grupo. Tal ação é considerada

notável (é um “emblema”) para os membros do grupo. O exemplo emblemático pode então ser estudado, compreendido, e imitado de forma mais ou menos criativa pelos membros do grupo. De fato, tal exemplo tornar-se-á exemplar quando for reconhecido e legitimado pelos membros de um coletivo de pensamento. Será então utilizado rotineiramente, sem que o coletivo sinta a necessidade de explicação ou justificação, para transmitir um conhecimento, uma prática, ou mesmo uma atitude adequada, que se tornará autoritária na comunidade em jogo.

Le Pavan (2020) assevera que os conceitos teóricos, particularmente, trabalhados na TACD são caracterizados como noções-modelos para esta teoria, por intermédio da forma como Sensevy e colaboradores os apresentam para dar a ver a ação didática sob a forma de jogos conjuntos que são construídos de acordo com as necessidades epistémicas (génese dos conteúdos) e gramaticais (génese da lógica das interações didáticas) da transmissão-aquisição do saber.

O autor ainda reforça que a TACD revela o significado do saber no desenvolvimento de jogos didáticos. Ao ativar uma modelação da ação didática conjunta sob a forma de jogos com apostas, esta teoria produz um jargão que é entendido por intermédio do trabalho de noções de modelo (CDpE², 2019, apud Le Paven, 2020) sobre exemplos de campo. As descrições das práticas de ensino-aprendizagem são então apresentadas como exemplos emblemáticos (ibid.) da forma como a TACD se alimenta deles para estruturar estas noções em torno do modelo de jogo.

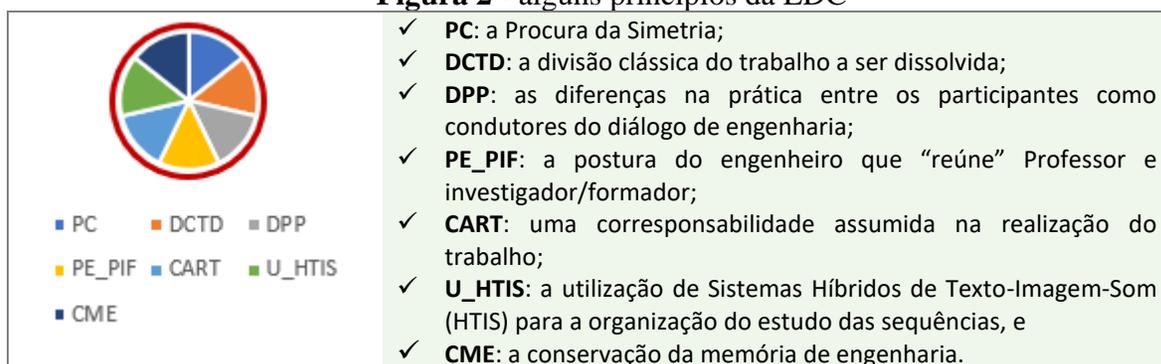
O desenvolvimento da TACD e a implementação de sequencias didáticas construída à luz desta teoria levaram Sensevy e colaboradores do CDpE a desenvolver uma metodologia de pesquisa que denominaram de Engenharia Didática Cooperativa (EDC), que abordaremos na próxima seção.

Engenharia Didática Cooperativa (EDC)

A EDC assume a forma de trabalhos iterativos, e leva um coletivo (de Professores e de investigadores) a conceber em conjunto uma atividade em sala de aula: implementá-la; analisá-la em conjunto; redesenhá-la; reimplementá-la; analisá-la novamente, etc. A Engenharia Didática Cooperativa baseia-se em uma série de princípios com funções uniformes, tais como esquematizados na Figura 2:

² Collectif Didactique pour Enseigner, ou seja, Coletivo Didático para Ensinar

Figura 2 - alguns princípios da EDC



Fonte: Dados da pesquisa/organização dos autores

Sensevy *et al.*, (2013) asseveram que a Engenharia Didática Cooperativa constitui uma atividade conjunta entre Professores e investigadores em torno de um projeto comum de concepção e análise de sequências de ensino/aprendizagem. As sessões produzidas são pensadas, implementadas, analisadas e repensadas em conjunto e depois reimplantadas, analisadas em um processo que contempla um movimento iterativo".

Este verdadeiro diálogo de engenharia pode, então, ser modelado a partir dos conceitos desenvolvidos na TACD: jogo didático; tríplice de gêneses; dialética contrato-meio; relação epistémica cooperativa (na qual os membros do processo cooperativo aprendem uns com os outros alternativamente). Esta relação refere-se à relação entre os membros da engenharia cooperativa como uma relação epistémica cooperativa. Traz à luz saberes, praxeologias (Chevallard & Sensevy, 2013).

Na realidade, o fato de se falar de uma prática de ensino contextualizada dentro de um coletivo cria uma forma de falar sobre esta prática. Esta forma de falar permite a compreensão, o desenvolvimento e a transmissão desta prática. É desta forma que tal diálogo inclui o didático.

Podemos, portanto, considerar este trabalho de investigação como uma tentativa de construir novos jogos didáticos pelo coletivo investigador/Professor, jogos que poderiam fornecer uma solução para o problema colocado (Sensevy *et al.*, 2015).

Sensevy *et al.*, (2013) asseveram que o desenvolvimento de uma EDC é caracterizado por um contrato e um meio. Os problemas tornam-se, então, fatos a serem questionados de acordo com as necessidades e possibilidades de ação cooperativa. O meio é um problema para todos os Professores, mas também para os investigadores, uma vez que é constituído pela implementação de uma sequência de ensino-aprendizagem que deve ser desenvolvida. Esta

sequência também contém pressupostos específicos e hipóteses de engenharia. Desta forma, todos são levados a desenvolver o ambiente da investigação.

A engenharia cooperativa refere-se a um processo metodológico no qual um coletivo de Professores e pesquisadores implementa e reimplementa (após ter analisado e avaliado a promulgação anterior) uma unidade de ensino sobre um determinado tópico do currículo. Sensevy et al. (2013) apresentam alguns critérios para a construção de uma EDC: Uma descrição geral do processo de elaboração da engenharia cooperativa; A postura do engenheiro: a indistinguibilidade prática local do Professor e do pesquisador, e O esquema Deweyan, que apresentamos a seguir.

Descrição geral do processo de elaboração da engenharia cooperativa

Sensevy *et al.*, (2013) afirmam que a elaboração da Engenharia Didática Cooperativa envolve Professores e pesquisadores que compartilham problemas situados na prática educacional. Esses problemas são geralmente relacionados com o ensino de um determinado saber prescrito ou sugerido em um currículo de ensino.

A primeira etapa do processo de engenharia consiste em trabalhar o saber em jogo, tanto na relação individual que os participantes constroem com esse saber, quanto na construção de uma relação coletiva com esse conhecimento. É importante notar que tal processo supõe desfazer o dualismo clássico sobre pessoas “que pensam” e pessoas “que agem”, visto que todos os participantes têm que se envolver em um trabalho conceitual. Para os autores, deve-se dissolver outro dualismo, o de fatos e valores, uma vez que o processo de pesquisa está necessariamente alicerçado em valores epistêmicos, que permitem ao coletivo escolher entre diferentes formas de analisar e transformar o saber.

Para trabalhar o problema de ensino, não basta repensar a natureza do saber a ser ensinado. É fundamental construir um desenho pedagógico específico e pensar em estratégias instrucionais, ambas sendo moldadas pelo saber. Essa produção conjunta rejeita o dualismo fins/meios.

Sensevy *et al.*, (2013) enfatizam que elaborar o projeto de ensino e as estratégias de ensino associadas significa manter juntos os fins (da sequência de ensino) e os meios, ou seja, os sistemas estratégicos que os Professores devem gerir para atingir os fins. Esses designs precisam de vocabulário para serem desenvolvidos. Ao projetar os dispositivos e estratégias da

engenharia cooperativa, os participantes do coletivo (Professores e pesquisadores) devem definir vocabulários específicos, utilizando-os em seus processos de projeto e implementação. Eles têm que construir e compartilhar jogos de linguagem que os tornem capazes de elaborar e refinar o seu trabalho.

Um ponto crucial na Engenharia Didática Cooperativa, destacado pelos autores, é a sua estrutura iterativa em que cada ocorrência dessa engenharia é avaliada de acordo com os fins compartilhados que o coletivo atribuiu ao projeto, e com a relevância das estratégias utilizadas (os meios) em relação a esses fins.

A postura do engenheiro: a indistinguibilidade prática local do Professor e do pesquisador

Como vimos acima, a Engenharia Didática Cooperativa se baseia no que Sensevy *et al.*, (2013) denominam de princípio de simetria, que se pode conceber como dispositivo para orientar a investigação. A EDC precisa que cada agente jogue “o seu jogo”, isto é, proponha ao coletivo o seu ponto de vista de primeira mão, o que ele “vê” e o que ele “sabe”, oriundo da sua posição pessoal. Mas é preciso reconhecer o raciocínio comum sobre fins e meios. Portanto, os autores enfatizam:

1. a potencialidade de jogar o jogo tanto como coletivo quanto como indivíduo,
2. um jogo em que cada participante se torna capaz de dar a razão de ser das estruturas elaboradas é capaz de compreender e construir uma relação de primeira mão com a lógica do design, para além de qualquer divisão de trabalho.

Esse tipo de compromisso tem uma consequência muito importante, pois a engenharia cooperativa pode fomentar o que denominamos de indistinguibilidade prática local entre o Professor e o pesquisador. Em alguns momentos da prática, ambos compartilham uma postura de engenheiros, o que significa formas teóricas e concretas de responder a um problema da prática docente.

O esquema Dewey

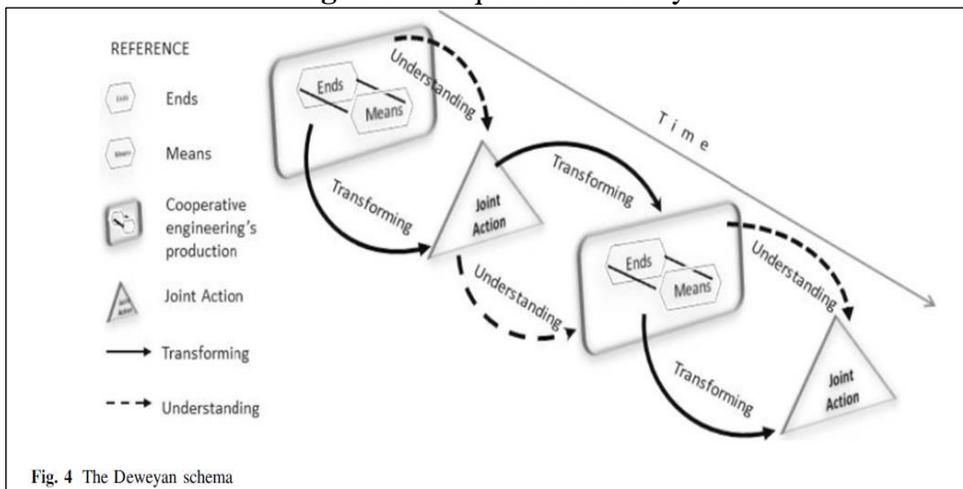
Na Engenharia Didática Cooperativa, o esquema geral de pesquisa pode ser considerado como segue:

- Transforma-se a prática para melhor compreender a eficiência do design, isto é, dizer a sua capacidade de atingir os fins que os agentes se doam com os meios (sistemas

estratégicos) que realizam, *de acordo com os valores que privilegiam* para transformar, para compreender para transformar, e assim por diante.

- Neste esquema geral, denominado “esquema Deweyan”, fins e meios determinam-se mutuamente e se modificam reciprocamente. Ao mesmo tempo, alguns valores de fundo do design inicial serão reconceitualizados.

Figura 3 - Esquema de Dewey



Fonte: Sensevy *et al.*, (2013, p. 1042)

Sensevy *et al.*, asseveram que este esquema apresentado na Figura 3 se refere a uma dupla especificação recíproca paralela. A primeira especificação recíproca envolve os dois processos de transformação da realidade prática e da compreensão desta realidade prática. A Engenharia Didática Cooperativa é uma forma de transformar as práticas habituais para construir novas práticas. Mas este processo de transformação permite à equipe de investigação compreender algumas características da atividade de ensino-aprendizagem que teriam sido mantidas escondidas nas práticas habituais, e, além disso, conceitualizar algumas relações causais didáticas que a situação clássica não reconhecia. Além disso, é fundamental refletir sobre a natureza de pesquisas que contemplam a EDC, fato este que discorreremos a seguir.

Natureza da pesquisa na Engenharia Didática Cooperativa

A Engenharia Didática Cooperativa, considerada como uma metodologia de investigação, é baseada em design, e compartilha uma característica epistemológica muito importante dessa corrente metodológica, em particular, estão interligados os objetivos de projetar meios de aprendizagem e desenvolver teorias de ensino e aprendizagem.

Além disso, essa engenharia se refere à pesquisa fundamental, dentro de uma abordagem antropológica (Chevallard & Sensevy, 2013) cujo objeto é a aprendizagem do Ser Humano e o ensino do Ser Humano. Esta pesquisa antropológica repousa na criação de uma instrumentação específica para a Ciência da Cultura, na qual a transformação da prática e dos valores de fundo possibilite tanto a reconstrução de projetos mais adequados às necessidades e desejos dos agentes quanto o progresso do conhecimento científico.

A necessidade de instrumentação na Engenharia Didática Cooperativa

Nos projetos que utilizam a Engenharia Didática Cooperativa, observa-se a prática para ver e compreender o processo como um todo, de forma a tornar cada agente desse processo da engenharia um sujeito capaz de participar com precisão nas decisões construídas individual e coletivamente. A relevância das decisões depende dos diferentes níveis da escala sob os quais as práticas visadas são descritas/desenvolvidas.

Para Sensevy *et al.*, (2013), a engenharia cooperativa exige um sistema específico de recursos (Gueudet & Trouche 2012a, b), e precisa da elaboração de uma produção científica de fenômenos, emaranhada com uma forma de inscrever os fenômenos produzidos ao longo do processo da engenharia. Isso se refere a um processo de instrumentação específico, incluindo métodos de pesquisa de vídeo, expondo a prática em si e diferentes análises, bem como os comentários sobre essa prática, de forma sinótica.

Esses instrumentos sinóticos são denominados por Sensevy *et al.*, (2013) de sistema híbrido de texto-imagem, e desempenham um papel proeminente no desenvolvimento da engenharia cooperativa.

A especificidade da engenharia cooperativa

A especificidade da EDC pode ser observada sobre os cinco critérios apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios específicos da EDC

Ordem	Critério
1 ^a	Organização de uma estrutura iterativa necessária para um real aprimoramento da prática.
2 ^a	Controle epistemológico e ético no processo, na medida em que a engenharia cooperativa assenta em um princípio de simetria entre Professores e investigadores, simetria esta que permite que o processo de investigação seja mais relevante, graças à igualdade das relações entre os participantes.

3º	Construção de uma postura do engenheiro que tanto o Professor quanto o pesquisador devem manter juntos como forma de realizar o princípio da simetria, em particular no trabalho conjunto dos saberes em jogo.
4º	Relacionado ao tipo de instrumentação que a estrutura iterativa, o princípio de simetria e a postura compartilhada do engenheiro exigem.
5º	Pode ser encontrado no tipo de ciência que a engenharia cooperativa envolve, uma ciência de uma cultura, que é tanto uma ciência antropológica quanto uma ciência do design.

Fonte: Dados da pesquisa

A suposta novidade da estrutura de engenharia cooperativa não consiste em um ou vários desses critérios. Talvez se localize no sistema conceitual que essas diferentes características possibilitam, que se pode encontrar na estrutura epistemológica do esquema de Dewey.

A partilha de conhecimentos nas suas dimensões de saberes de experiência e de saberes teóricos, oriundos de diálogos entre investigadores e Professores, pode contribuir para a concepção de uma nova forma de articulação entre a investigação e a formação contínua.

Na TACD, as sequências de ensino são concebidas tanto por Professores como por investigadores. A sua implementação deve ser analisada coletivamente e as modificações realizadas são da responsabilidade de todos. Assim, Morellato (2019) assevera que a TACD segue uma dupla direção:

1. realizar um trabalho teórico sobre as situações didáticas e os saberes em jogo (o grupo Professor/pesquisador se questiona acerca do conteúdo dos conhecimentos e as suas aplicações para que sejam eficazes);

2. adaptar-se às restrições do ensino comum (as situações didáticas devem ser utilizáveis para que, a longo prazo, possam ser divulgadas em aulas comuns, fora do sistema de investigação).

Com apresentação desta dupla direção da TACD, encerramos os nossos estudos previstos na primeira e na segunda parte deste artigo, passando para a seção seguinte, sendo a última, em que tratamos sobre os estudos acerca da metodologia de análise qualitativa denominada Dupla Abordagem Didática e Ergonômica, a DADE.

A dupla abordagem didática e ergonômica

A Dupla Abordagem Didática e Ergonômica (DADE) foi proposta por Robert e Rogalski (2002) como metodologia para auxiliar o pesquisador na análise e compreensão das práticas dos Professores, tanto do ponto de vista do que eles podem gerar em termos de aprendizagem dos alunos, quanto do ponto de vista de seu funcionamento. As autoras utilizam

a palavra prática para designar tudo o que o Professor implementa antes, durante e depois da aula (concepções ativadas durante a preparação das sessões, conhecimentos diversos, discurso matemático e não matemático durante a aula, gestos específicos, correções de produções dos alunos etc.). Privilegiamos as práticas de sala de aula, que são uma das nossas principais fontes de observáveis, mas que não podem ser analisadas sem levar em consideração o resto.

Na DADE, propõe-se uma metodologia para estudar as atividades dos Professores em sala de aula e práticas mais gerais baseadas na observação das sessões de aula, o que Robert e Rogalski (2002) denominam de processo de sala de aula, levando em conta o potencial de aprendizagem dos alunos (aspecto didático) e o trabalho do Professor (aspecto ergonômico). Para explicar esses diferentes aspectos, propõe-se uma organização da metodologia em cinco componentes para estruturar a análise da atividade de um Professor (Robert & Rogalski, 2002): cognitivos, mediáticos, institucionais, sociais e pessoais. Estes componentes serão discutidos neste artigo. Para isso são necessários outros dados, tais como as entrevistas para acessar as razões do Professor.

Mas antes de discutir os aspectos supracitados, tecemos reflexões sobre a **psicologia ergonômica** como aspecto metodológico-teórico da DADE.

Psicologia ergonômica

Com relação ao constructo “ergonomia”, Rogalski (2003) assevera que o objetivo epistémico central é compreender os processos que envolvem o Professor como sujeito psicológico, na sua diversidade, bem como nos seus invariantes. Para isso, é preciso realizar uma análise tanto da atividade quanto das competências profissionais, a sua formação e a sua evolução por intermédio da experiência.

A autora define a psicologia ergonômica como uma ciência das atividades do sujeito em uma situação de trabalho. Nesta perspectiva, “o Professor de Matemática é efetivamente um ator envolvido em uma situação de trabalho particular: a de ensinar aos estudantes um dado conteúdo matemático, em um contexto institucional particular: o sistema educativo do seu país (ou um subsistema mais restrito)” (Rogalski, 2003, p.347). Mas o foco da pesquisadora está na psicologia cognitiva ergonômica, que traz no seu bojo diferentes constructos que fundamentam esta abordagem. As noções-chave desta perspectiva são: a de *sujeito* e a de *situação*.

- A noção central de *sujeito*: Rogalski (2003) assevera que o Professor de Matemática é um sujeito individualizado com intenções (a sua atividade é finalizada e ele pode estar consciente disso) e com competências que constituem um potencial de recursos para gerar ações para alcançar os seus objetivos;
- A noção nodal de *situação* de trabalho: a autora afirma que o Professor de Matemática, como qualquer profissional, não é o único mestre dos seus objetivos nem dos seus meios; ele atua em uma situação que inclui o seu próprio sistema de restrições e recursos; ele tem uma tarefa a cumprir (ou um conjunto de tarefas, ou mais amplamente: uma missão) que o vincula a um prescritor (o seu empregador, a sua hierarquia) por um contrato parcialmente implícito.

Portanto, uma abordagem ergonômica da atividade docente terá como objeto de estudo a atividade de um sujeito: o Professor, um indivíduo movido pelos seus próprios motivos, em uma situação particular: o desempenho de uma tarefa de ensino (ou de formação). Não são, portanto, as “propriedades” ou o “funcionamento” da posição ocupada pelo Professor em um sistema didático que estão aqui em jogo. Rogalski (2003) observa que na perspectiva da psicologia ergonômica, a posição do Professor é um dos componentes da situação de trabalho, e que, como ator/sujeito profissional, espera-se identificar uma perspectiva que permita levar em consideração “a questão do desenvolvimento e formação da sua competência profissional individual, identificar o que, na sua própria atividade, por um lado, irá/poderá modificar a aprendizagem dos alunos, e, por outro lado, poderá modificar as condições da sua atividade docente (a longo prazo, e geralmente coletivamente)” (p. 348, tradução nossa).

A psicologia ergonômica apoia-se, do ponto de vista conceitual e metodológico, em alguns constructos, notadamente a distinção entre *tarefa* e *atividade*, que é central para a abordagem da psicologia ergonômica, e que está de acordo com as *teorias da atividade* (Rogalski, 2003).

A autora assevera que a *tarefa* é o que tem de ser realizada por alguém (sujeito); o objetivo que tem de ser alcançado sob certas condições. Os objetivos também podem ser formulados do ponto de vista do estado a alcançar em termos da relação aluno/saber.

A *atividade*, por sua vez, é

o que um sujeito desenvolve quando executa a tarefa: não só os seus atos externalizados, mas também as inferências, as hipóteses que faz, as decisões que toma, a forma como gere o seu tempo, mas também o seu estado pessoal - o seu cansaço, o

seu stress, o prazer de interagir com estudantes em uma dada situação de sala de aula etc (Rogalski, 2003, p. 349-350).

Ainda reforça que uma parte da atividade é diretamente finalizada pela realização da tarefa, mas a atividade vai para além das ações sobre “o que fazer”. Por exemplo, “um Professor pode alterar o texto de leitura, ou a lista de problemas de um ano para o outro, não por causa do impacto nos alunos, mas para manter a sua própria motivação, para evitar o tédio da repetição” (p. 350, tradução nossa).

A autora evidencia algumas características das *tarefas e atividades do ponto de vista do prescritor e do executor da tarefa*. Assim, ela afirma que a noção de tarefa tem vários “avatares”. Do ponto de vista do prescritor, Rogalski (2003) destaca como avatares a tarefa *prescrita* relacionada aos objetivos e as condições explicitadas nos textos normativos; e a tarefa *esperada*, que diz respeito ao conteúdo real das expectativas do prescritor.

Com relação ao executor da tarefa, a autora distingue a tarefa *redefinida*, que diz respeito à representação da tarefa dada pelo sujeito; e a tarefa *real* que o sujeito efetivamente executa, e que pode ser diferente daquela que pensa ter definido. A *atividade* é determinada pela tarefa real, o que o sujeito efetivamente realiza, os objetivos visados pela ação, os meios efetivamente utilizados, as restrições efetivamente respeitadas. Portanto,

A tarefa, do ponto de vista do prescritor, é composta tanto por objetivos a atingir, como por condições para atingir esses objetivos: horários escolares, [quantidade] máxima (ou mínima) de alunos na turma, organização escolar (um ou mais Professores para a mesma turma, um ou mais níveis para o mesmo Professor, uma ou mais turmas do mesmo nível. [...] a forma como a turma funciona: turma inteira, turma dupla, a existência de apoio institucionalizado, o estatuto dos trabalhos de casa, as condições de segurança para os alunos etc. Os vários lugares de prescrição no sistema educativo definem a tarefa (ou missão) em diferentes níveis (Rogalski, p. 350, tradução nossa).

A autora argumenta que a *tarefa prescrita* pelo Professor de Matemática em uma determinada turma, em um determinado ano, “é explicitada nos textos e declarações da instituição: definição legal da profissão; textos curriculares; instruções; intervenções da Inspeção; também se reflete nos meios dados ao Professor: livro de texto utilizado na escola, organização do tempo escolar etc” (p. 250, tradução nossa).

A *tarefa esperada* é aquela em que se baseia a avaliação da ação, é o espírito da tarefa do ponto de vista do prescritor, enquanto a tarefa prescrita é a existência de “greves de zelo” que atestam a sua existência (Rogalski, 2013).

A *tarefa redefinida* é aquela que o sujeito representa como sua. Esta tarefa pode diferir

da tarefa esperada (e da tarefa prescrita) pelos meios e restrições, ou mesmo pela interpretação dos objetivos. É aquela que pode ser explicitada pelo Professor em entrevistas, ou em questionários.

A *tarefa real* só pode ser inferida a partir da atividade do Professor, que pode ser vista como um modelo parcial. Ela pode ser acessada por meio de uma atividade reflexiva do Professor: “um método clássico de ergonomia que visa esta reflexividade é a auto confrontação, em que o sujeito comenta para o analista sobre traços da sua atividade (traços, vídeo e áudio, notas pessoais, traços na lousa para o Professor, notações em cópias etc.)” (Rogalski, 2003, p.351, tradução nossa). A tarefa real é muitas vezes revelada na sua diferença da tarefa redefinida pela exclamação (de frustração) como do tipo “mas não era isso que eu queria fazer...” (p. 351, tradução nossa).

A autora assevera que *a atividade* é “o que é realizado contextualmente, hic et nunc, em tal e tal dia, durante tal e tal sessão, com tais e tais alunos” (p. 352, tradução nossa).

Do ponto de vista do Professor/aluno, a análise pode ser realizada de forma semelhante para o aluno, como descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Esquema da articulação Tarefa/Atividade para o Professor e para o aluno (bem como a sala de aula)

<p>Tarefa do ponto de vista do sistema PRESCRITOR (Tarefa prescrita & tarefa esperada)</p> <p>CONTRATO PROFISSIONAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarefa do ponto de vista do Professor (tarefa que se representa, tarefa efetivamente realizada) <i>Determina</i> 	<p>A tarefa prescrita é um observável direto (em diferentes textos)</p> <p>A tarefa esperada deve ser inferida a partir das regulações da atividade do Professor pelo sistema prescritor.</p> <p>A tarefa em que o Professor se representa pode ser identificada por explicitação pelo Professor (a priori).</p> <p>A tarefa que ele realiza é inferida a partir da sua atividade e da análise de questionamentos (a posteriori).</p>
<ul style="list-style-type: none"> Atividade do PROFESSOR <p><i>Contém a prescrição de tarefas aos alunos:</i></p>	<p>Análise da atividade do Professor é orientada pela análise a priori do tipo de situação do trabalho, e está ancorada pelo conjunto de métodos desenvolvidos para analisar a atividade profissional.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Tarefa prescrita ao ALUNO pelo Professor, (com expectativas quanto à realização de uma atividade pelo aluno) <p>CONTRATO DIDÁTICO</p> <p>Tarefa do ponto de vista do ALUNO (representação da tarefa e realização da tarefa redefinida). <i>Determina</i></p>	<p>A tarefa prescrita ao aluno é um observável direto (instruções)</p> <p>A tarefa esperada pelo Professor deve ser inferida da regulação da atividade dos alunos individuais e da classe.</p> <p>A atividade dos alunos deve ser inferida a partir de traços da realização da tarefa, dos dados observados no decorrer da realização, de questionamentos, um viés de acesso é a análise das interações na sala de aula, e da classe e do Professor.</p>
<ul style="list-style-type: none"> Atividade do aluno Atividade da classe 	

Fonte: Rogalski (2003, p. 354, tradução nossa)

A autora observa que um dos componentes da atividade do Professor é dar aos alunos tarefas a executar e que o aluno desenvolva uma atividade em que ele (Professor) espera produzir um determinado efeito no progresso da turma, na explicitação dos conhecimentos do aluno, na construção dos saberes em questão. Cada aluno interpreta a tarefa prescrita de acordo com o contexto do que sabe em matemática e as representações que ele tem dela. Esta redefinição da sua tarefa por cada aluno é também realizada no âmbito do funcionamento de um contrato: trata-se do contrato didático em curso na classe (do qual os conhecemos constituem uma parte inevitável do implícito).

Mobilizados os estudos sobre a psicologia ergonômica, passamos para a seção subsequente na qual iniciamos o estudo das características da DADE.

Descrição das práticas sob o ponto de vista da aprendizagem dos alunos

As autoras Robert e Rogalski (2002) utilizam categorias da Didática da Matemática para analisar as práticas emergentes em sala de aula de um determinado Professor, sobre um conteúdo específico, em relação ao potencial de aprendizagem dos alunos associados, a priori, à essas práticas. Esta escolha é justificada pelo fato da relação entre o ensino e a aprendizagem dos alunos sobre um determinado conteúdo estar no centro do questionamento das autoras. Nesta perspectiva, as autoras analisam as atividades do Professor a partir da reconstrução do *“itinerário que este Professor oferece aos seus alunos do ponto de vista cognitivo do atendimento de matemática que ele organiza para eles em sua aula”* (p. 507, traduzido e marcado em itálico por nós).

O que os Professores oferecem nas aulas, tanto em nível dos conteúdos abordados, quanto da gestão da sessão (formas de trabalho e apoio), provoca efetivamente atividades entre os alunos. Para as autoras, a palavra atividade “está ligada a ações, geralmente detectáveis, espontâneas ou provocadas por uma tarefa, mas designa tanto o que o aluno (ou o Professor, nesse caso) faz e diz e o que ele pensa, pensará após a ação (possivelmente) ou tinha pensado em fazê-lo” (p. 507, tradução nossa). Portanto, não se trata apenas da ação, mas também do que a gera, acompanha e controla, e o que é parcialmente invisível.

Nesta perspectiva, as autoras asseveram que as atividades dos alunos, principalmente quando são matemáticas, constituem um potencial vetor de aprendizagem que permite ter acesso à aprendizagem visada, ainda que existam outros determinantes dessa aprendizagem.

A partir de dados experimentais ligados aos desenvolvimentos observáveis, às características didáticas das atividades dos alunos e a partir da reconstrução do itinerário cognitivo proposto aos alunos, apoiando-se na sucessão organizada das tarefas a que têm de responder, as autoras analisaram a forma como o Professor cumpre a tarefa que se propôs para uma sessão, ou uma sequência. Esta descrição, que revela variabilidades e regularidades, tanto para o mesmo Professor quanto entre Professores, não informa, segundo as autoras, sobre os determinantes das práticas que levam à essas observações. Estes fatos levam Robert & Rogalski (2002, p.507, tradução nossa) a levantarem as seguintes questões:

[...] o que faz com que o Professor tome certas decisões, antes e durante a aula? Em que medida as escolhas feitas dependem da classe e das representações do Professor sobre os alunos, o conteúdo ministrado, a instituição? As variações entre Professores dependem apenas das suas personalidades, todas as outras coisas sendo iguais? O que são e quais são as regularidades? Em particular, quais são as restrições ligadas ao próprio exercício da profissão, que geram regularidades, que margem da manobra que os Professores têm?

As respostas para estas questões são importantes na formação do Professor e de seus alunos.

Interpretações e determinantes das práticas do Professor a partir da ergonomia cognitiva

Para levar em consideração as práticas diretamente ligadas ao trabalho do Professor, ou seja, à sua profissão e à sua integração no coletivo de Professores, Robert & Rogalski (2002) fizeram apelo à ergonomia cognitiva (incluindo certos conhecimentos da sociologia do trabalho).

Uma das hipóteses das autoras é: “as práticas dos Professores são complexas, estáveis e coerentes, que resultam de recomposições singulares (pessoais) baseadas em conhecimentos, representações, experiências e histórias individuais na dependência do pertencimento a uma profissão” (p. 508, tradução nossa). Um dos exemplos exigidos e relacionados a essa complexidade é a utilização do quadro (negro/branco),

que se ajusta de maneira importante aos percursos cognitivos da aula, também pode ser determinado por fatores tão distintos e distantes de considerações estritamente cognitivas quanto uma deficiência física para escrever por muito tempo (contrações de trapézios) ou para a necessidade disciplinar de nunca virar as costas para a classe (se ela for muito difícil) ou mesmo para os hábitos do estabelecimento (retro utilizado preferencialmente no quadro) (Robert & Rogalski, 2002, p. 508, tradução nossa).

Essas práticas são formadas entre a teoria e a aula. As autoras asseveram que é importante levar em consideração outros determinantes que muitas vezes estão relacionados a

fatores invisíveis ou opacos no momento do desdobramento. Argumentam “que existem condicionantes nos determinantes das práticas que vão além da sala de aula e que devem ser especificados para identificar o espaço de liberdade do Professor” (p. 508, tradução nossa), como, por exemplo, as restrições institucionais, (ligadas aos currículos em particular), as restrições sociais ligadas aos hábitos de uma profissão.

Analisar as práticas dos Professores a partir de procedimentos de sala de aula

Robert & Rogalski (2002) implementam várias análises para estudar as práticas didáticas e ergonômicas, das quais destacamos:

- 1) análises locais realizadas sobre o que se passa em aula, cujo objetivo é entender as atividades potenciais dos alunos e detectar as atividades do Professor ou da Professora,
- 2) análises mais globais que permitem completar essas informações reconstituindo os fios condutores das escolhas e decisões, instantâneas ou preparadas, ou seja, os invariantes e determinantes de acordo com a problemática da pesquisa. Os dados analisados apoiam-se nas transcrições de sessões de aula que são coletadas, complementados, se necessário, por outros dados (entrevistas, questionários, análises de livros didáticos, programas, produções dos alunos, gravações de vídeo ou áudio).

As autoras sublinham que:

as transcrições são fragmentadas, correspondendo aos episódios determinados por essas atividades sucessivas. Cada episódio, indexado por uma atividade potencial dos alunos, é analisado, do triplo ponto de vista dos conhecimentos e cenários, dos métodos de trabalho dos alunos e das trocas com o Professor. Essas análises dão origem a uma leitura das práticas do Professor segundo dois componentes (cognitivo e midiático) que fornecem informações sobre a organização da sessão planejada pelo Professor e as suas ações durante o processo da sessão (Robert & Rogalski, 2002, p. 508, tradução nossa).

Em uma segunda etapa, as autoras analisam as restrições *institucionais* (ligadas aos currículos em particular) e *sociais* (ligadas à turma, aos colegas, ao estabelecimento) que pesam sobre as práticas observadas, e especificam os contornos daquilo que o Professor escolheu para a sua ação de classe; por fim, uma análise do *componente pessoal das práticas* permite concluir a reconstrução do projeto. Dois outros componentes são assim informados: *pessoal e institucional* (e *social*). Essas análises devem levar a um melhor entendimento das regularidades (para o mesmo Professor e entre Professores) e especificar as margens de manobra efetivamente investidas pelos Professores.

Em terceiro lugar, cruzam várias análises para reconstituir, recompor, o que surge na sala de aula do sistema complexo e coerente das práticas do Professor estudado, relacionando-o com as restrições e decisões em jogo. As autoras alertam que os diferentes componentes supracitados não são independentes, podem ser aparentemente contraditórios.

A análise das práticas dos Professores do ponto de vista da aprendizagem potencial dos alunos é uma leitura “funcionalista” das práticas do Professor, centrada na aprendizagem dos alunos.

As três dimensões da análise de cenário para as atividades dos alunos

Robert & Rogalski (2002) definam três dimensões de análise, específicas da matemática, que permitem encontrar no decorrer das aulas de matemática quaisquer vestígios do que foi descrito acima.

A primeira dimensão está ligada aos conteúdos trabalhados em aula e à distribuição planejada das atividades entre Professor e alunos (cenário planejado). Esta dimensão inclui dois níveis de descrição do conteúdo matemático envolvido nas sessões:

De uma forma geral, ao nível do ensino de um conceito, a um determinado nível escolar, trata-se de especificar, através da reconstituição do cenário em todas as sessões correspondentes, as dialéticas organizadas para os alunos entre os saberes antigos e o novo conhecimento, e entre descontextualização e contextualização dos saberes envolvidos (Robert & Rogalski, 2002, p.510, tradução nossa).

Localmente, ao nível de cada sessão, trata-se de determinar os saberes expostos na aula, em particular se são gerais (descontextualizados), genéricos (com um grau de abstração inferior aos anteriores), “meta” (lidando com matemática, métodos, analogias etc.) (Robert, 1998). Trata-se também de descrever a natureza das tarefas planejadas para os alunos - em particular em termos de repartição das questões, fases, duração dos problemas, níveis de implementação dos conhecimentos esperados. Na verdade, trata-se de atividades discentes envolvendo conhecimentos de forma mais ou menos isolada, o que nos parece estar vinculado à organização de conhecimentos fundamentais para a aprendizagem (Op. Cit, 2002, p.510, tradução nossa).

A segunda dimensão diz respeito às formas de trabalho dos alunos durante as sessões. As autoras alertam que as seguintes questões devem ser respondidas: “quem faz o quê na aula, entre o Professor e os alunos, com quais dinâmicas temporais (em termos de duração e alternâncias) e com quais modalidades precisas (suporte e natureza da atividade)? As respostas permitem, em particular, determinar em que medida certas tarefas são delegadas aos alunos” (p. 510).

Trata-se de analisar como os alunos trabalham nas tarefas especificadas nas análises anteriores: procura de exercícios individuais, em pequenos grupos, trabalhos independentes, curtos ou longos. Se os alunos estão ou não no controle, ou mesmo se as suas respostas são

avaliadas ou não, isso deve ser observado. Da mesma forma, a participação em interações rápidas com o Professor (curso dialogado), ouvir um aluno ou o Professor no quadro são diferentes tipos de atividades possíveis. Além disso, trata-se de identificar as interações precisas que ocorrem entre os alunos, se houver. Por fim, o apoio à atividade (oral, escrita, quadro) completa essas modalidades.

A terceira dimensão está ligada às trocas com o Professor durante as sessões. Trata-se de mobilizar todas as ajudas fornecidas pelo Professor, em particular na sua fala ou no quadro, são direcionadas, na sua substância e eventualmente na sua forma. O objetivo é fazer uma análise minuciosa da natureza e a forma desta ajuda.

Robert & Rogalski (2002) sugerem que fiquemos atentos às intervenções do Professor antes ou depois da realização das atividades correspondentes pelos alunos. Dependendo do caso, o auxílio pode ajudar a concluir, validar ou encerrar uma obra ou, pelo contrário, a prepará-la. Além disso, trata-se de identificar a frequência das várias ajudas e, portanto, o que se valoriza, distinguindo uma ajuda excepcional, uma ajuda regular, que o aluno espera, ou mesmo uma ajuda repetida.

As autoras observam que as indicações sobre a natureza do material didático podem ajudar a compreender em que nível o Professor engaja a ação ou a reflexão do aluno, e permite descrever o discurso do Professor de uma forma global, de modo que possa reconstituir a importância relativa das várias intervenções e a sua inserção nas atividades dos alunos.

Os componentes cognitivos e "mediáticos" das práticas

A prática do Professor é analisada a partir de reconstruções do itinerário cognitivo dos alunos organizado pelo Professor em sessões reais sobre conteúdos matemáticos em uma aula fixa, focando os componentes *cognitivos* e *mediáticos*.

Com relação ao componente cognitivo, Robert & Rogalski (2002) afirmam que este componente resulta da análise do que o Professor pretende planejar para atuar sobre os conhecimentos matemáticos dos alunos. É evidenciado apoiando-se nas respostas das seguintes questões: Quais são os saberes que serão trabalhados? Quais são os itinerários cognitivos que ele escolheu para os alunos?

Este componente é avaliado pelo estudo das tarefas planejadas para os alunos durante uma sessão e o conteúdo que implementam.

Robert & Rogalski (2002) asseveram que o componente “mediático” diz respeito à necessidade de fazer as análises relativas aos modos de interação em sala de aula dos diferentes atores. Trata-se de especificar como o Professor organiza na sua aula as mediações entre os alunos e entre ele e os alunos. Estão em jogo várias facetas da atividade docente: os discursos de acompanhamento, em particular os apoios, o momento em que intervêm, mas também a colocação em funcionamento dos alunos com as suas modalidades e a consideração dos alunos (Robert & Rogalski, 2002).

Inclui as escolhas de organização do trabalho dos alunos da turma, o acompanhamento fornecido pelo Professor durante o curso em sala de aula (Robert, 2012). Esse suporte proporciona uma função de apoio que se manifesta em especial pela inscrição na tarefa, pela ajuda fornecida, pela identificação dos conhecimentos envolvidos (Rogalski, 2012).

As autoras asseveram que um primeiro trabalho a fazer consiste em combinar os dois componentes para começar a reconstituir o atendimento da matemática que se instala, o que é valorizado pelas cenas, o seu acompanhamento e o que pode estar faltando.

A partir da combinação dos dois componentes anteriores, pode-se identificar de forma mais geral as lógicas de ação do Professor que levam em consideração as suas atividades.

Robert & Rogalski (2002) observam que as análises dos dois componentes e a realização de sessões não permitem o acesso aos três outros componentes, *institucionais*, *sociais e pessoais*. Para isso são necessários outros dados, tais como entrevistas para acessar as razões das escolhas do Professor.

O componente institucional abrange a consideração de programas e recursos impostos (a disponibilidade de equipamentos).

Os estudos de livros didáticos ou manuais escolares, programas e círculos profissionais fornecem os elementos deste componente. Robert & Rogalski (2002) observam que o pedido institucional para que “os estudantes façam atividades antes da aula” foi traduzido em livros didáticos, acrescentando exercícios propostos antes da aula, mas raramente adaptados para ajudar os estudantes a encontrar uma parte da próxima aula. Isto mostra o peso dos hábitos e das respostas já existentes face a uma nova procura. Da mesma forma, quando os currículos mudam, os livros escolares regressam frequentemente às suas páginas após uma simples limpeza que só superficialmente absorve as novas orientações, ou mesmo regressam às páginas escritas 20 anos antes quando o programa incluía o que está a ser solicitado de novo.

O componente social caracteriza a forma como o Professor leva em conta as escolhas coletivas de seus colegas na escola, os hábitos profissionais dos Professores e o ambiente social de seus alunos. Robert & Rogalski (2002) asseveram que cada Professor deve, por um lado, apropriar-se do hábito da profissão e, por outro, tornar-se legítimo aos olhos de todos os atores com quem entra em contato (alunos, colegas e direção da escola, representantes da instituição, pais, etc.). Este componente corresponde, portanto, a uma lógica de legitimidade, de conformidade, e está muito mais relacionada com as restrições impostas pelas diferentes instituições do que com as margens de manobra do Professor.

O componente pessoal leva em conta as representações do Professor sobre a matemática (por exemplo), suas convicções pessoais sobre o ensino da matemática em particular, e o impacto de sua história pessoal em seu trabalho.

Conclusão

Como vimos na primeira parte deste texto, a Engenharia Didática Cooperativa é uma contribuição importante do ponto de vista dos processos investigativos em Educação, em especial em Didática da Matemática, para a realização de projetos educativos apoiando-se nos cinco critérios que discutimos no Quadro 1. Uma das características da EDC é o fato de que é amparada em uma estrutura iterativa que envolve sequências longas e um processo de longa duração (vários anos) (Sensevy *et al.*, 2013).

Uma das suas características fundamentais consiste no princípio da simetria que pode conduzir o processo de investigação à algumas zonas práticas de indistinguibilidade, nas quais Professores e investigadores partilham os mesmos antecedentes, que frequentemente os levam a ajustar os seus processos de tomada de decisões.

Na perspectiva da TACD, a “posição do engenheiro tem uma forte influência sobre o estatuto da teoria que é desenvolvida no processo de engenharia. [...] no estudo das estratégias de contenção do Professor, as ferramentas conceptuais são redefinidas a partir das suas utilizações epistémicas concretas de uma forma ascendente” (Sensevy, 2013, p. 1042).

Vimos também que as diferentes características da EDC como elementos de um sistema conceitual podem ser encontradas na estrutura epistemológica do esquema de Dewey.

Portanto, a EDC persegue um duplo desafio pragmático e teórico, cujo objetivo é a transformação e a melhoria das práticas de ensino e das condições de aprendizagem dos

estudantes. Além disso, essa metodologia aparece no cenário educativo como uma contribuição para o avanço do conhecimento dos investigadores didáticos.

O estudo mostra que em uma EDC, cada membro do coletivo aprende por si próprio, com base nos seus hábitos de ação e nos seus conhecimentos, assim como pela ignorância que a sua relação com o outro lhe revelará. Além disso, a partilha de conhecimentos nas suas dimensões de saberes experimentais e de saberes teóricos pode contribuir para a concepção de uma nova forma de articulação entre a investigação e a formação continuada.

Vimos que as questões que a DADE torna possível estudar dizem respeito às regularidades e variabilidades nas práticas de ensino, tanto intra como interindividual, os seus determinantes e efeitos nas atividades dos alunos. A DADE proporciona ao investigador condições favoráveis para entender/estudar a importância das modificações, em termos de análise de tarefas e adaptações dos conhecimentos dos alunos na resolução de atividades matemáticas.

Destacamos um aspecto importante levantado por Robert & Rogalski (2002). Trata-se da relevância de investigações sobre a formação de Professores que devem se concentrar nas questões que permitem aos formadores e formandos “comunicar” sistemas de prática que podem ser diferentes para “encontrar uma possibilidade de infiltração local, uma permeabilidade, um buraco na armadura”, apoiando-se em uma possibilidade de intervenção racional, para inicializar o processo.

A Dupla Abordagem Didática e Ergonômica revela que as práticas de ensino não podem ser reduzidas à justaposição dos cinco componentes supracitados. Estabilidade, complexidade e coerência são, portanto, combinadas com a evolução da atividade a longo prazo, no decurso de situações de ensino com os alunos.

Referências

- Almouloud, S. (2019). Diálogos da didática da matemática com outras tendências da educação matemática. *Caminhos da Educação Matemática em Revista/Online*, 9(1), 145-178.
- Artigue, M. (1998). Ingénierie Didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9 (3), 281-308.
- Boero, P. (2009). Les domaines d’expérience dans l’enseignement – Apprentissage des mathématiques: Lier le travail scolaire a l’expérience des élèves. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vanderbrouck, & F. Wozniak (Org.). *En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^e École d’Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (PUY-de-Dôme)*. *Recherches en Didactique des Mathématiques* (pp. 111-148). Grenoble: La Pensée Sauvage.

- Brousseau, G. (1997). La théorie des situations didactiques – Le cours de Montréal. In: <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2011/06/MONTREAL-archives-GB1.pdf>
- Chevallard, Y. (2009). La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et éléments de réponses à partir de la TAD. In Margolinas *et al.* (Org.). *En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^e École d'Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). Recherches en Didactique des Mathématiques* (pp. 81-108). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. & Sensevy, G. (2013). Anthropological approaches in mathematics education, French perspectives. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education*. Heidelberg: Springer (in press).
- Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, 35(2), 57-63.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2012a). Teachers' work with resources: documentational geneses and professional geneses. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived resources': Curriculum material and mathematics teacher development* (pp. 23–41). New York: Springer.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2012b). Communities, documents and professional geneses: interrelated stories. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived resources': Curriculum material and mathematics teacher development* (pp. 23–41). New York: Springer.
- Henriques, A. (2018). Análise Institucional & Sequência Didática como Metodologia de Pesquisa. In S. Almouloud, L. M. S. Farias, A. Henriques. (Org.). *A teoria Antropológica do Didático: Princípios e Fundamentos*. Curitiba, PR: CRV.
- Henriques, A. (2019). *Saberes Universitários e as suas relações na Educação Básica - Uma análise institucional em torno do Cálculo Diferencial e Integral e das Geometrias*. Via Litterarum. Ibicaraí, Bahia. Editora.
- Le Paven, Maël. (2020). *Ce que fait dire la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique. Analyse lexicale des communications du premier congrès international de cette théorie*. hal-02966407, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02966407>.
- Morellato, Mireille. (2019). « Ingénierie didactique coopérative : quelle pratique de collaboration entre Professeurs et chercheurs ? *Questions Vives* [En ligne], 32, mis en ligne le 30 octobre 2020, consulté le 21 septembre 2021. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.4438>
- Neves, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. *Caderno de pesquisas em administração*, 1(3), s.p.
- Perrin-Glorian, M.J. (2009). L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formação des enseignants. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vanderbrouck, & F. Wozniak (Org.). *En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV^e École d'Été de*

Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (PUY-de-Dôme). Recherches en Didactique des Mathématiques. (pp. 57-78). Grenoble: La Pensée Sauvage.

Robert, A. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: une double approche. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 2(4), 505-528.

Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement Dynamique ouvert. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(3), 343-388.

Sensevy, G. (2011). *Le Sens du Savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique.* Bruxelles: De Boeck.

Sensevy, G. (2012). Patterns of didactic intentions. Thought collective and documentation work. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (Eds.), *From text to 'lived resources': curriculum material and mathematics teacher development* (pp. 23-41). New York: Springer.

Sensevy, G., Joffredo-Le B., Morellato, S., Quilio, M., & Vigot, N. (2015). *Cooperative engineering, comparative didactics and joint action theory in didactics. Some exploratory reflections on a case study.* Budapest, Hongrie.

Sensevy, G., Dominique, F., Serge, Q., Morales, G., (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *ZDM Mathematics Education*, 45,1031-1043.
<https://doi.org/10.1007/s11858-013-0532-4>

Sensevy, G. (2008). Le travail du Professeur pour la théorie de l'action conjointe en didactique. *Recherche et formation [En ligne]*, 57, mis en ligne le 22 avril 2012, consulté le 12 novembre 2021. DOI: <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.822>.

Autores:

Saddo Ag Almouloud

Licenciatura e Bacharelado pela Escola Normal Superior de Bamako – Mali em Matemática.
Mestrado em Didática da Matemática pela Universidade de Strasbourg – França. Doutorado em Matemática e Aplicações pela Universidade de Rennes I – França.
Atualmente é professor na Universidade Federal da Bahia – Brasil.

E-mail: saddoag@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8391-7054>

Afonso Henriques

Licenciado em Matemática pela Universidade Federal da Paraíba. Mestrado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Doutorado em Matemática e Informática pela Universidade Joseph Fourier, Grenoble, França. Atualmente é Professor Pleno na Universidade Estadual de Santa Cruz UESC/Bahia, Brasil.

E-mail: henry@uesc.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8783-6008>

Como citar o artigo:

ALMOULOU, A. S.; HENRIQUES, A. Metodologias qualitativas em Educação Matemática: aportes da Engenharia Didática Cooperativa e da Dupla Abordagem Didática e Ergonômica. **Revista Paradigma**, Vol. XLIII, Edição Temática: Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, pp 01-35, mayo, 2022.