
EXPERIÊNCIAS DO LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA EM CASA PARA A LICENCIATURA EM PEDAGOGIA: UM OLHAR SOB O CONTEXTO REMOTO

EXPERIENCES OF THE HOME MATHEMATICS LABORATORY FOR PEDAGOGY DEGREE: OBSERVATION UNDER A REMOTE SITUATION

EXPERIENCIAS DEL LABORATORIO DOMICILIARIO DE MATEMÁTICAS PARA LA CARRERA DE PEDAGOGÍA: UNA MIRADA AL CONTEXTO REMOTO

Daniela Mendes Vieira da Silva¹
Abel Rodolfo Garcia Lozano²
Fabio Menezes³
Marcele Câmara de Souza⁴
Priscila Cardoso Petito⁵

RESUMO

Este trabalho apresenta análises de produções de dezoito estudantes do curso de licenciatura em Pedagogia, de uma universidade pública, elaboradas a partir de um conjunto de atividades desenvolvidas para facilitar a compreensão do Sistema Numérico Decimal com o uso de material dourado, no contexto do Ensino Emergencial Remoto. O objetivo geral deste trabalho foi o de analisar, dentro da Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS), as representações utilizadas pelos participantes na resolução das atividades propostas. Os objetivos específicos do presente trabalho foram: compreender o papel de iniciativas que estimulam o uso de materiais concretos pessoais na superação de limitações impostas pelo ensino remoto emergencial na aprendizagem de Matemática e analisar a congruência das produções dos(as) estudantes envolvidos na aula supracitada. Foi realizada uma pesquisa qualitativa onde a metodologia de coleta de dados envolveu o envio de fotos com as produções dos(as) estudantes e a metodologia de análise consistiu na categorização das produções por semelhança e na produção de inferências subsidiadas pela TRRS. Como resultados, observamos que o material

Submetido em: 23/09/2022 – **Aceito em:** 05/07/2023 – **Publicado em:** 05/07/2023

¹Doutora pelo programa de pós-graduação em Ensino de Matemática da UFRJ (PEMAT-UFRJ/2019). Professora Adjunta da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4617961312604985>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0485-4471>

²Doutor em Engenharia de Produção na área de Pesquisa Operacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ/2005). Professor Associado da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2491988220432622>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7607-5928>

³Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física pelo PEMAT-UFRJ (UFRJ/2022). Professor Assistente da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1089505912924306>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3721-8014>

⁴Doutora em Modelagem Computacional pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ/2008). Professora Associada da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4373078440619206>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2508-3047>

⁵Doutora em Engenharia de Sistemas e Computação pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (UFRJ/2009). Professora Associada da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – FFP/UERJ, Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4905005473275256>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5866-8431>



dourado pessoal auxiliou, não obstante o obstáculo da interação direta da docente, na transposição da dificuldade de interação com materiais concretos no ensino remoto. O uso, organizado, relacionando elementos significantes na mesma ordem e com elementos de chegada com entendimento único, de diferentes representações semióticas, facilitou a comunicação das intencionalidades pedagógicas e matemáticas dos(as) estudantes envolvidos(as), indicando alcance da compreensão do conceito proposto (noésis) de forma congruente e que isto se coaduna a teoria utilizada como subsídio da análise feita.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Emergencial Remoto. Material Dourado Pessoal. TRRS.

ABSTRACT

This work presents analyzes of productions of eighteen students of the degree in Pedagogy, of a public university, elaborated from a set of activities designed to facilitate the understanding of the Decimal Numerical System with the use of golden material, in the context of Remote Emergency Teaching. The general objective of this work was to analyze, within the Theory of Registers of Semiotic Representation (TRRS), the representations used by the participants in the resolution of the proposed activities. The specific objectives of the present work were: to understand the role of initiatives that encourage the use of personal concrete materials in overcoming the limitations imposed by emergency remote teaching in the learning of Mathematics and to analyze the congruence of the productions of the students involved in the aforementioned class. A qualitative research was carried out where the data collection methodology involved sending photos with the productions of students and the analysis methodology consisted in the categorization of productions by similarity and in the production of inferences subsidized by TRRS. As a result, we observed that the personal golden material helped, despite the obstacle of the teacher's direct interaction, in overcoming the difficulty of interacting with concrete materials in remote teaching. The use, organized, relating significant elements in the same order and with arrival elements with a single understanding, of different semiotic representations, facilitated the communication of the pedagogical and mathematical intentions of the students involved, indicating scope of understanding of the proposed concept (noesis) in a congruent way and that this is in line with the theory used as a subsidy for the analysis carried out.

KEYWORDS: Remote Emergency Teaching. Personal Golden beads Material. TRRS.

RESUMEN

Este trabajo presenta análisis de las producciones de dieciocho estudiantes de la licenciatura en Pedagogía, de una universidad pública, elaborados a partir de un conjunto de actividades desarrolladas para facilitar la comprensión del Sistema Numérico Decimal con el uso de material de oro, en el contexto de Emergencia Enseñanza remota. El objetivo general de este trabajo fue analizar, dentro de la Teoría de los Registros de Representación Semiótica (TRRS), las representaciones utilizadas por los participantes en la resolución de las actividades propuestas. Los objetivos específicos del presente trabajo fueron: comprender el papel de las iniciativas que fomentan el uso de materiales concretos personales en la superación de las limitaciones impuestas por la enseñanza a distancia de emergencia en el aprendizaje de las Matemáticas y analizar la congruencia de las producciones de los estudiantes involucrados en la referida clase. Se realizó una investigación cualitativa donde la metodología de recolección de datos consistió en el envío de fotos con las producciones de los estudiantes y la metodología de análisis consistió en la categorización de las producciones por similitud y la elaboración de inferencias subsidiadas por TRRS. Como resultado, observamos que el material dorado personal ayudó, a pesar del obstáculo de la interacción directa del docente, a superar la dificultad de interactuar con materiales concretos en la enseñanza a distancia. El uso, organizado, relacionando elementos significativos en el mismo orden y con elementos de llegada con un solo entendimiento, de diferentes representaciones semióticas, facilitó la comunicación de las intenciones pedagógicas y matemáticas de los estudiantes involucrados, indicando alcances de comprensión del concepto propuesto (noesis) de manera congruente y que ello esté en consonancia con la teoría utilizada como subsidio para el análisis realizado.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de emergencia remota. Material de oro personal. TRRS.



INTRODUÇÃO

O presente trabalho traz reflexões e inferências acerca de uma experiência vivenciada no contexto do Ensino Emergencial Remoto em uma turma da disciplina Matemática: Conteúdo e Método I, no período de 2021-2, disciplina esta que faz parte da grade do curso de Pedagogia.

Nesta experiência, licenciandos, usando seus próprios materiais de baixo custo, para o estudo do Sistema Decimal de Numeração, confeccionados/adquiridos para a mesma, interagiram à distância com a professora da disciplina por meio da conferência web da plataforma RNP⁶, fazendo um conjunto de atividades propostas com o objetivo de construir o conhecimento acerca do Sistema Numérico Decimal e emulando uma vivência presencial em um laboratório de ensino de Matemática.

Este trabalho se justifica pela necessidade de avaliarmos o impacto de atividades que buscaram superar as dificuldades impostas pelo Ensino Remoto Emergencial, caso no qual a experiência foco desta pesquisa se insere.

O objetivo geral que estabelecemos para este estudo consiste na análise, dentro da TRRS, das representações utilizadas pelos sujeitos participantes na resolução das atividades propostas. Como objetivos específicos, elencamos para este trabalho: compreensão do papel de atividades que envolvem suportes materiais pessoais, com uso orientado por videoconferência, na superação de barreiras impostas pelo Ensino Emergencial Remoto, categorização e análise da congruência de produções dos(as) estudantes envolvidos a partir de quatro atividades propostas.

Este texto está organizado em seis seções. A primeira, denominada introdução, tem a sua apresentação, a justificativa de sua relevância, seus objetivos e é finalizada pela sua estrutura. Na segunda seção, apresentamos a revisão de literatura que embasa o presente trabalho. Na terceira seção disponibilizamos a metodologia de elaboração do presente trabalho. Nela, apresentamos os sujeitos, o contexto da experiência vivenciada, as atividades propostas e as formas através das quais os dados foram coletados. Também nessa seção apresentamos a metodologia de análise dos dados coletados. A quarta seção traz a análise do corpus de pesquisa, a quinta seção traz as considerações finais e a sexta seção apresenta a bibliografia consultada que subsidia o presente trabalho.

⁶ Serviço de conferência online que permite o compartilhamento de áudios, vídeos, telas e arquivos.

REVISÃO DE LITERATURA

Material Dourado

O material dourado foi criado por Maria Montessori com o intuito de servir para o trabalho com aritmética. Inicialmente ele foi pensado para facilitar a aprendizagem de crianças com deficiência, uma vez que Montessori observou que a aprendizagem destas era facilitada pela ação (USP, 2022). O material dourado foi concebido dentro dos quatro pilares que nortearam a criação de materiais didáticos desta médica e educadora italiana, a saber:

[...] desenvolver na criança a independência, confiança em si mesma, a concentração, a coordenação e a ordem; gerar e desenvolver experiências concretas estruturadas para conduzir, gradualmente, a abstrações cada vez maiores; fazer a criança, por ela mesma, perceber os possíveis erros que comete ao realizar uma determinada ação com o material; trabalhar com os sentidos da criança (ID IBIDEM, sem página).

Desenvolver, no aprendente, a independência, a autoconfiança, a concentração, a coordenação e a ordem; criar experiências concretas organizadas para levar este aprendente a abstrações cada vez mais refinadas; levar este mesmo aprendente a compreender e antecipar possíveis erros ao usar o material para o desenvolvimento do aprendizado de determinado tema matemático e utilizar os seus sentidos para tanto são objetivos a serem alcançados por todos os aprendentes, sejam eles crianças ou não, tenham eles deficiência(s) ou não. Portanto, entende-se aqui que o uso de materiais criados a partir destas quatro premissas supracitadas é benéfico a todos os estudantes.

O material dourado (Figura 1) é composto de cubinhos, barras, placas e um cubo grande. Cada cubinho representa uma unidade, cada barra representa uma dezena, cada placa representa uma centena e cada cubo grande representa uma unidade de milhar.

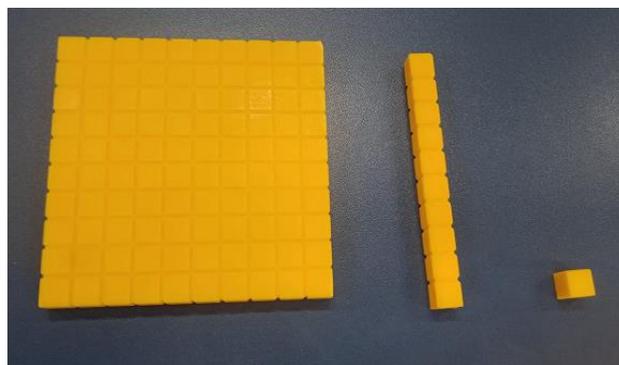


Figura 1. Material dourado

Fonte: Dados de pesquisa



As suas peças são intercambiáveis, é possível trocar dez cubinhos por uma barra, pois dez cubinhos perfazem uma dezena. Da mesma forma, é possível fazer o contrário, ou seja, trocar uma barra por dez cubinhos. Também é possível trocar dez barras por uma placa, uma vez que dez dezenas perfazem uma centena. O contrário também é possível, ou seja, a troca de uma placa por dez barras. Já dez placas podem ser trocadas por um cubo grande, uma vez que dez centenas perfazem um milhar, e o contrário também é possível. Com este material pode-se auxiliar, de forma concreta, o aprendente a compreender a relação entre as ordens do sistema numérico decimal, tendo em vista que cada ordem é dez vezes maior do que a ordem imediatamente anterior. Isto é possível porque ao unirmos dez cubinhos obtemos a forma de uma barra, já dez barras colocadas lado a lado têm a forma de uma placa e dez placas umas sobre as outras formam um cubo grande.

Teoria dos Registros de Representação Semiótica

Não basta o uso do material, *per se*, para que a aprendizagem seja facilitada. É necessária intencionalidade matemática e pedagógica para que os objetivos sejam alcançados. Diante desta necessidade, a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) de Duval (2009) se mostra um aporte teórico interessante. A TRRS preconiza que, para a aquisição conceitual de um objeto matemático, denominada de “noésis”, é necessária a coordenação de mais de uma representação semiótica de um objeto matemático, representação esta denominada por Duval (Id ibidem) de “semiósis”. É importante destacar que não existe “noésis” sem “semiósis”.

Dentro da TRRS, a transformação dentro do mesmo registro semiótico é chamada de “tratamento”. Usando o material dourado como exemplo, podemos ilustrar o tratamento com a troca de dez de suas barrinhas por uma de suas plaquinhas.

Já a transformação entre dois registros semióticos de naturezas diferentes é chamada de “conversão”. Usamos agora, como exemplo, o numeral 100 e a plaquinha do material dourado para representar o número cem. Em relação à conversão, a congruência está diretamente associada, segundo Duval (2009), à economia cognitiva e ao sucesso escolar. Para que tal congruência seja alcançada é necessário o atendimento a três critérios.

Tabela 1: Critérios de congruência

Critério 1	Critério 2	Critério 3
Possibilidade de uma correspondência “semântica” dos elementos significantes: A cada unidade significante simples de uma das representações, pode-se associar uma unidade significante elementar	Univocidade semântica terminal: A cada unidade significante elementar no registro da representação de chegada tem um único entendimento possível	Organização dos elementos significantes: As organizações respectivas dos elementos significantes de duas representações comparadas conduzem a apreender nelas as unidades em correspondência semântica segundo a mesma ordem de duas representações

Fonte: (DUVAL, 2009, pp. 68-69)

Veja que o numeral 100 já é, em si, o menor elemento significante, já a placa pode ser decomposta em cem cubinhos, ou seja, cem unidades, e isto deve ser enfatizado, para a boa compreensão da conversão. Veja que é necessária atenção, porque a placa também pode ser decomposta em dez barrinhas, ou seja, dez dezenas, o que não é interessante para a conversão em foco.

Para assegurar que a conversão será cognitivamente econômica, é necessário que a coordenação entre representações semióticas de um mesmo objeto matemático atenda aos três critérios supracitados. Para apresentarmos tais critérios é necessário determinar qual será o registro de saída e qual será o registro de chegada. Estabelecemos aqui o numeral 100, representando o número cem, como sendo o registro de saída e a placa, representando o número cem, como sendo o registro de chegada. Veja que as três condições elencadas pela TRRS para a economia cognitiva são atendidas, uma vez que o menor elemento significante do registro de saída está conectado ao menor elemento significante do registro de chegada, e na mesma ordem. Além disso, o registro de chegada tem um único entendimento possível, como enfatizado acima.

Ensino Emergencial Remoto

As tecnologias digitais móveis, segundo Moreira e Trindade: “[...] têm vindo a acentuar-se por via do desenvolvimento social e econômico e da sua cada vez maior presença no cotidiano” (2017, p. 49). Ora, a educação não fica de fora deste fenômeno da contemporaneidade, também a comunicação acontece, por meio de redes informacionais, com intencionalidades pedagógicas, isto ocorre porque tais redes fazem parte do cotidiano de muitos aprendentes.

O contexto pandêmico trouxe, de forma imperiosa, a necessidade da comunicação digital, no contexto do Ensino Emergencial Remoto. A possibilidade da educação seguir acontecendo, mesmo com o necessário distanciamento social, foi possibilitada pela tecnologia (GUERRA *et al.*, 2021). Na pandemia, aulas passaram a ser vivenciadas por meio de telas de computadores e *smartphones*, em plataformas de videoconferências como, por exemplo, a plataforma RNP. A

RNP possibilita a realização de conferência online com o uso de vídeo e áudio. Além de permitir o compartilhamento remoto de telas de computadores, imagens, arquivos e oferecer também chat e bloco de notas.

O *WhatsApp*, por ser uma rede social acessível gratuitamente para uma grande gama de *smartphones*, com diferentes sistemas operacionais e, cujo uso permite a troca de mensagens, vídeos, imagens, áudios e hiperlinks diversos entre seus utilizadores, com acesso à internet, se consolidou como uma possibilidade de interação pedagógica entre docentes e aprendentes, uma vez que:

[...] as mídias móveis facilitam a tessitura de conhecimento, pois propiciam o acesso onipresente à informação (o qual ocorre a todo momento, em qualquer lugar) e oferecem conectividade personalizada e individualizada, intensificando a colaboração em tempo real (SILVA e ESQUINCALHA, 2021, p.15)

Neste contexto, o papel do professor se expande, do presencial para o virtual, assim ele ganha uma ferramenta de discussão tanto síncrona quanto assíncrona, o que amplia os limites de espaço e tempo de sua sala de aula. Desta forma, visando a construção do conhecimento, é importante que ele assuma o papel de orientador das discussões ocorridas neste espaço (MOREIRA e TRINDADE, 2017). Mas cabe ressaltar que, de acordo com Silva e Esquincalha (2021), o ambiente informacional do *WhatsApp* dificulta que a construção do conhecimento seja disciplinada. Tal ambiente é, por sua natureza, caótico e nele a tessitura do saber ocorre de forma completamente fragmentada e volátil. Isto ocorre devido à ubiquidade inerente aos dispositivos móveis conectados em rede, contexto no qual esta rede social está inserida, e na possibilidade de interação todos-todos, tanto de forma assíncrona quanto síncrona. Ora, mesmo com intencionalidade pedagógica, ao juntar-se ubiquidade à interação coletiva em um ambiente volátil, cria-se um terreno fértil para a troca de ideias e compartilhamento de materiais. Entretanto, tal compartilhamento tende a ocorrer de forma desordenada e intercalada com discussões alheias ao tema proposto, ainda que tais discussões sejam de cunho pedagógico e que exista a mediação do(a) docente orientador.

Há, nessa perspectiva, que se dimensionar e analisar os modelos escolares, os espaços de aprendizagem e a evolução de formas de ação colaborativas, sem negar que a necessidade no contexto pandêmico trouxe soluções que nem sempre eram as ideais, mas que mostraram essa possibilidade de metamorfose da escola, descrita por Nóvoa (2022), desenvolvida a partir das experiências e realidades das escolas e dos trabalhos já feitos pelos professores. O autor destaca a importância de entender esse espaço/saber escolar e sua construção de forma historicamente situada, a fim de fazermos agora as escolhas adequadas às finalidades que estabelecemos enquanto sociedade.

A educação define-se sempre num tempo longuíssimo, nunca num tempo curto. Mas em certos momentos, como agora, as escolhas que temos perante nós são absolutamente decisivas. Não há inevitabilidades, nem histórias já determinadas. Em cada dia, definimos um pouco, ou muito, da história do futuro (NÓVOA, 2022, p.30).

METODOLOGIA

Coleta

Propusemos a uma turma da disciplina Matemática: Conteúdo e Método I no contexto do ensino remoto ocorrido no período letivo de 2021-2, atividades envolvendo a exploração do conceito de sistema de numeração decimal com o uso do Material Dourado. Esta atividade teve a publicação autorizada por 18 estudantes.

Ela se desdobrou em três momentos. O primeiro momento foi dedicado à elaboração individual de conjuntos de materiais dourados de baixo custo, uma vez que a interação entre estudantes e dos(as) estudantes com a docente orientadora acontecia apenas remotamente naquele momento na disciplina. O segundo momento foi dedicado à proposição, em uma aula síncrona, de uma sequência de atividades com o uso dos materiais construídos.

Na primeira atividade, foi pedido aos estudantes que manuseassem livremente o material durante cinco minutos e que fizessem figuras com os mesmos. Não houve exigência de relacionar as peças à Matemática neste primeiro momento (Figura 2).

Primeira atividade da oficina: Exploração livre.

Explore o material por 5 minutos.

Figura 2. Primeira atividade

Fonte: Dados de pesquisa

Na segunda atividade, foi pedido aos estudantes que espalhassem seus materiais sobre a mesa e os organizassem em unidades, dezenas e centenas (Figura 3).

Segunda atividade da oficina: Identificação do material.

Observe que cada peça representa uma determinada quantidade. O cubinho representa a unidade, a barrinha representa a dezena e a placa representa a centena.



Figura 3. Segunda atividade.

Fonte: Dados de pesquisa

Em seguida, na terceira atividade, foram apresentados alguns exemplos de como representar números com o material dourado (Figura 4).

Terceira atividade da oficina: Exploração do sistema de numeração decimal que é posicional e aditivo.

1. Observe o número 105, veja que temos aqui $100+0+5$, ou seja, uma centena+0 dezenas+5 unidades.
2. Observe o número 150, veja que temos aqui $100+50+0$, ou seja, uma centena+5 dezenas+0 unidades.

Veja que usamos os mesmos algarismos, mas que o número muda de acordo com a posição destes algarismos, isto acontece porque o nosso sistema de numeração é posicional.

Veja também que o número é dado pela soma das centenas, dezenas e unidades representadas, isto acontece porque o nosso sistema de numeração é aditivo.

Figura 4. Introdução da terceira atividade.

Fonte: Dados de pesquisa

Na sequência, foi proposta a representação de 6 números com este material, como mostra a Figura 5.

Represente, usando o seu material, os seguintes números:

a) 123

Centenas	Dezenas	Unidades

b) 132

Centenas	Dezenas	Unidades

c) 15

Centenas	Dezenas	Unidades

d) 51

Centenas	Dezenas	Unidades

e) 103

Centenas	Dezenas	Unidades

f) 130

Centenas	Dezenas	Unidades

Figura 5. Representações pedidas na terceira atividade.

Fonte: Dados de pesquisa

Na quarta atividade foi proposto aos estudantes que fizessem trocas com o material dourado, substituindo dez cubinhos por uma barrinha e dez barrinhas por uma plaquinha. Nesta atividade utilizamos apenas cubinhos, barrinhas e placas (Figura 6).

Quarta atividade da oficina: Exercitação das trocas.

- a) Troque dez cubinhos por uma barrinha.
- b) Troque dez barrinhas por uma placa.
- c) Com dez cubinhos e com 4 barrinhas faça trocas de forma a ficar com a menor quantidade possível de peças.
- d) Com dez cubinhos e com 7 barrinhas faça trocas de forma a ficar com a menor quantidade possível de peças.
- e) Com dez cubinhos e com 9 barrinhas faça trocas de forma a ficar com a menor quantidade possível de peças.

Figura 6. Atividade 4.

Fonte: Dados de pesquisa

O terceiro momento foi dedicado ao recebimento do registro das atividades feitas pelos estudantes, em suas casas, com seus materiais de baixo custo. Tais atividades foram recebidas através de dois canais: como postagens no grupo de *WhatsApp* da turma e através de mensagem enviada para o e-mail institucional da professora da disciplina. O segundo canal foi uma alternativa para estudantes que não se sentissem confortáveis em compartilhar suas produções no grupo.

Análise

A Análise Temática de Conteúdo é a inspiração para o percurso analítico dos dados levantados. A partir de Richardson (1999), compreendemos que esse processo preconiza que os dados coletados sejam aglutinados em categorias, categorias estas definidas a partir de semelhanças de produções constantes no corpus de pesquisa. Nela, a análise é feita a partir das categorias emergentes dos dados coletados. Entretanto, para que tal análise possa ser feita, é necessário elencar ações necessárias ao seu andamento. As ações de redução dos dados coletados, dentro dos objetivos elencados, têm por finalidade definir as produções que se destacam e que oferecem mais elementos de discussão para o alcance destes. A partir da Análise Temática de Conteúdo, em uma perspectiva de abordagem qualitativa da pesquisa, elaboramos o seguinte percurso para processar os dados coletados.

- a) Verificação de quais participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- b) Retirada do corpus de pesquisa das produções de participantes que não assinaram o TCLE;
- c) Organização, em um único documento, das produções dos participantes, separadas por atividade;

- d) Organização das produções supracitadas em documentos separados para cada uma das atividades;
- e) Aglutinação, por atividade, em categorias de produções semelhantes;
- f) Definição de produções representantes para cada categoria;
- g) Produção de inferências, subsidiadas pela TRRS, acerca das produções representantes.

DADOS ANALISADOS

Atividade 1: Exploração livre

Da primeira atividade emergiram três categorias: 1. Apresentação aleatória de peças, 2. Organização artística e 3. Significado Matemático. Nas categorias 1 e 2, encontramos semiósis e, na categoria 3, semiósis e noésis.

Da primeira e da segunda categorias, apresentamos duas produções na Figura 7, à guisa de ilustração, sendo a da direita a do(a) aluno(a) 10 e a da esquerda do(a) aluno(a) 16. Ambas remetem a um ponto de partida para um primeiro contato com o material dourado, sem compromisso com o significado matemático, como esperado para a atividade.



Figura 7. Categorias 1 e 2

Fonte: Dados de pesquisa

Na Figura 8, apresentamos a produção que se destacou dentre as coletadas por ultrapassar, em complexidade, as demais produções na terceira categoria. Trata-se de uma produção do(a) estudante 8.



Figura 8. Destaque em complexidade

Fonte: Dados de pesquisa

Veja que, na produção mostrada na Figura 8, o registro de entrada, “10 x 10 =” (desenhado com as peças do material dourado), está em escrita numérica, e o registro de saída é a placa da centena no material dourado. O registro de entrada pode ser decomposto nos seguintes elementos significantes 10, x, 10 e =, já o registro de saída, a placa da centena, pode ser decomposto em 10 barras (dezenas) ou 100 cubinhos (unidades).

Segundo a TRRS, esta conversão não é cognitivamente econômica, por dois motivos:

1º) O registro de chegada, com o uso feito pelo(a) estudante, apresenta mais de um entendimento possível, são eles: uma centena, dez dezenas e cem unidades. Ademais, cada elemento significativo de saída não tem uma conexão única com cada elemento de chegada. O primeiro número dez pode se conectar a cada barra presente na placa, o sinal de multiplicação pode se conectar à quantidade de barras presentes na placa, o segundo número dez pode indicar quantas barras há na placa, o sinal de igual indica que o registro de saída resulta no mesmo número representado no registro de chegada.

2º) O fato de o registro de chegada ter mais de um entendimento possível, de acordo com o uso que o(a) estudante fez, traz dificuldades, uma vez que a placa está relacionada ao símbolo da igualdade, podendo representar a centena, indicar dez dezenas ou cem unidades.

Embora a conversão apresentada não seja cognitivamente econômica, ela é muito promissora, já que é possível, com pequenos ajustes e com a operação sendo feita em mais de uma etapa com o uso de conversões e tratamentos pensados dentro da TRRS, torná-la cognitivamente econômica. Para tanto, pode ser feito um tratamento no registro de chegada, trocando-se a placa

por dez barrinhas e, em seguida, um segundo tratamento no registro de chegada fazendo cada barrinha ser trocada por dez cubinhos, os quais devem ficar separados em grupos de dez. Somente neste ponto a conversão fica cognitivamente econômica, na medida em que o registro de chegada, com esta organização, passa a ter um único entendimento possível, ou seja, é uma centena organizada em grupos de dez unidades.

Desta forma, o primeiro número dez do registro de partida se conecta a cada grupo de dez unidades do registro de chegada, o sinal de multiplicação se conecta à quantidade de grupos de dez unidades presentes no registro de chegada, o segundo número dez indica que há dez grupos de dez unidades na placa e o sinal de igual no registro de partida está diretamente ligado à quantidade de cem cubinhos no registro de chegada. Veja que esta é uma conversão cognitivamente econômica, pois cada elemento de partida se liga a um único elemento de chegada e isso ocorre na mesma ordem. Associado a isso, o registro de chegada tem um único entendimento possível.

Atividade 2: Organização do Material

Da segunda atividade emergiram também três categorias: 1. Organização na ordem do sistema numérico decimal, 2. Organização em ordem espelhada do sistema numérico decimal e 3. Organização sem ordem determinada. Nas categorias 1 e 2, ocorre semiósis e noésis e, na categoria 3, ocorre semiósis somente.

Da primeira categoria, se destacou a produção do(a) estudante 10 (Figura 9), uma vez que ele(a) utilizou dois registros semióticos para cada conceito apresentado e o fez de maneira cognitivamente econômica.



Figura 9. Organização na ordem do sistema numérico decimal

Fonte: Dados de pesquisa

Veja que o(a) estudante apresenta um tratamento, fazendo a correlação entre registros de partida e de chegada em língua materna. Na imagem na Figura 9, 100 unidades no registro de partida são relacionadas a uma centena no registro de chegada e, usando a mesma lógica, 10 unidades são relacionadas a uma dezena.

A partir daí, são tomados como registros de partida 1 centena, 1 dezena e 1 unidade. Fazendo a conversão entre estes registros, que estão em língua materna, e os registros figurais de chegada, vemos que as três condições para que a conversão entre eles seja cognitivamente econômica são atendidas. Note que cada registro de partida está conectado diretamente ao registro de chegada, e na mesma ordem. Desta maneira, 1 centena está conectada à placa, 1 dezena está conectada à barrinha e 1 unidade está conectada ao cubinho. Veja que isso torna inequívocos os registros de chegada, os quais, nessa situação, têm uma única compreensão possível.

Na categoria 2, temos uma situação semelhante à supracitada. Porém, há duas diferenças: a ordem de organização do material passa a ser da menor para a maior ordem e tem-se apenas a conversão entre dois registros. Na Figura 10, a produção do(a) aluno(a) 9 ilustra a situação descrita.

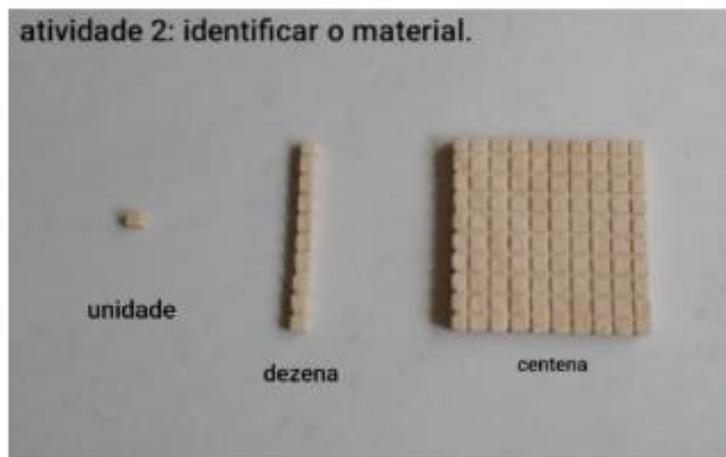


Figura 10. Organização espelhada à do sistema numérico decimal

Fonte: Dados de pesquisa

Na terceira categoria não foram encontradas produções que coordenassem dois registros de representação semiótica, neste caso, portanto, só ocorre semiósis. A produção do(a) aluno(a) 18 ilustra essa categoria (Figura 11).

Segunda atividade



Figura 11. Semiósis

Fonte: Dados de pesquisa

Atividade 3: Representando números com o material dourado

Na terceira atividade, todas as produções apresentaram corretamente as peças associadas aos números propostos. Desta atividade emergiram duas categorias: 1. Organização das peças na ordem do Sistema Numérico Decimal e 2. Apresentação de peças fora da ordem do Sistema Numérico Decimal.

Destacaram-se nessa atividade, pela abundância de registros semióticos na primeira categoria, as produções do(a) estudante 5. Nelas, o(a) estudante utiliza linguagem numérica, língua materna e os registros figurais do material dourado. Como exemplo, trazemos uma de suas produções para a atividade em questão (Figura 12).

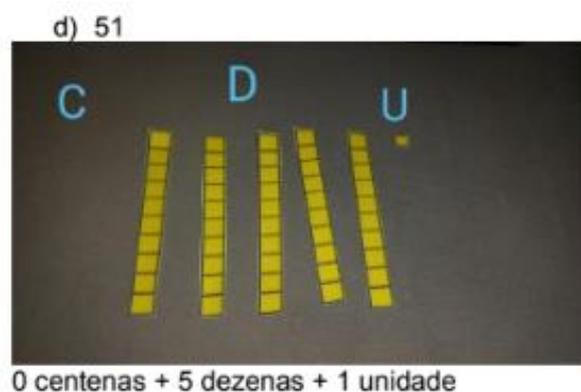


Figura 12. Três registros semióticos

Fonte: Dados de pesquisa

Na Figura 12, veja que o(a) estudante apresenta, como primeiro registro de partida, o número 51. Como primeiro registro de chegada, ele(a) apresenta zero plaquinhas, cinco barrinhas e um cubinho acrescidos das iniciais das Centenas, Dezenas e Unidades. Ele(a) faz uso das iniciais à guisa de enriquecimento da compreensão da representação, uma vez que o registro dominante na imagem é o figural. A primeira conversão feita pelo(a) estudante é cognitivamente econômica, pois cada elemento do registro de partida se relaciona a um elemento do registro de chegada, na mesma ordem: cinco, que está na ordem das dezenas, se liga às cinco barrinhas, e um, que está na ordem das unidades, se liga ao único cubinho. Além disso, o registro de chegada também tem interpretação única, ou seja, as três condições propostas por Duval (2009) para a economia cognitiva e sucesso escolar são atendidas.

A partir daí, ocorre uma segunda conversão. Nosso novo registro de partida, predominantemente figural, são as cinco barrinhas e um cubinho, acrescidos das iniciais das centenas (C), das dezenas (D) e das unidades (U) e o nosso novo registro de chegada em língua materna é: zero centenas, cinco dezenas e uma unidade. Note que, embora sejam utilizados números neste registro, o que predomina aqui é a escrita em língua portuguesa. Essa segunda conversão também é cognitivamente econômica, pois a falta de plaquinhas na partida se liga à escrita de zero centenas na chegada, as cinco barrinhas na partida se ligam à escrita de cinco dezenas na chegada e o cubinho único se liga à escrita de uma unidade na chegada. Observe que o registro de chegada tem entendimento único, isto implica no pleno atendimento das três condições para a economia cognitiva na construção de um conceito matemático de Duval (2009).

Na segunda categoria emergente da Atividade 3, cuja apresentação das peças é feita fora da ordem do sistema numérico decimal, se destacam produções do(a) aluno(a) 12, pela apresentação do uso de mais de um suporte semiótico. Dentre estas produções, elegemos como exemplo a produção apresentada na Figura 13.

**Figura 13.**

Fonte: Dados de pesquisa

Cabe aqui salientar que o material dourado pode ser utilizado fora da ordem do Sistema Numérico Decimal, pois suas peças conservam o mesmo valor, independentemente do local em que estejam. Note que, no exemplo da Figura 13, o número 132 é tomado como registro de partida (registro numérico) e a placa, as três barrinhas e os dois cubinhos são tomados como registro de chegada (registro figural) de entendimento único. Na conversão entre estes dois registros, é feita de forma direta a associação da centena à placa, das três dezenas às barrinhas e das duas unidades aos cubinhos. Nesse caso em particular, a ordem dessas conexões se torna inviabilizada pela aleatoriedade do registro de chegada. O uso aleatório das peças, no registro de chegada, não enseja o pleno atendimento das condições elencadas por Duval (2009) na TRRS para conversões cognitivamente econômicas quando se relacionam registros numéricos e os registros figurais do material dourado. Isto ocorre porque os registros numéricos estão escritos no sistema numérico decimal e, portanto, de forma ordenada. Já os registros figurais, nesse caso, estão dispostos de modo aleatório.

Atividade 4: Exercitando trocas

Da quarta atividade, com a proposta de serem efetuadas as trocas com o material dourado, emergiram duas categorias: a primeira delas foi denominada troca com representação semiótica única em dois tempos e a segunda foi denominada troca com representação dupla em dois tempos.

Na primeira categoria, a troca pedida é apresentada como num salto entre dois momentos usando uma única representação semiótica, a representação figural proporcionada pelo material dourado. Veja que neste caso não ocorre noésis, apenas semiósis. Para que a apreensão conceitual ocorra, segundo Duval (2009), é necessário coordenar mais de um registro de representação (semiósis). Nesta categoria, o antes e o depois está bem delimitado. Muitas vezes, o salto entre estes dois momentos é explicitado com uma seta, como é o caso da produção do(a) aluno(a) 4 mostrada na Figura 14 e que representa esta categoria.



Figura 14. Tratamento

Fonte: Dados de pesquisa

A segunda categoria, assim como a categoria anterior, está bem delimitada em dois tempos. Ela se diferencia da primeira por apresentar duas representações semióticas, uma delas é a língua materna e a outra é a representação figural. Observe que, neste caso, temos noésis em decorrência do uso de mais de uma representação semiótica (semiósis), de acordo com Duval (2009). Esta categoria pode ser representada pela produção do(a) aluno(a) 16, apresentada na Figura 15.

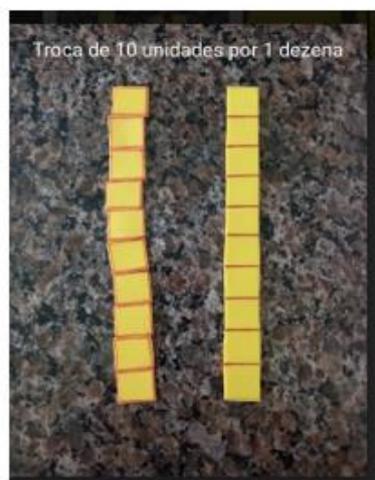


Figura 15. Conversão

Fonte: Dados de pesquisa

Na imagem da Figura 15 são observadas duas conversões. A primeira conversão tem como registro de partida o termo “Troca de 10 unidades”, já o registro de chegada é dado pelos dez cubinhos perfilados à esquerda. Como menor elemento significativo do registro de partida temos “10 unidades” e como menor elemento significativo do registro de chegada temos dez cubinhos. Observe que os elementos de partida e chegada se ligam um a um, na mesma ordem, e que o registro de chegada tem um único entendimento possível. Trata-se, portanto, de uma conversão cognitivamente econômica, na perspectiva de Duval (2009).

Em seguida, de acordo com o mesmo autor, temos um tratamento quando dez cubinhos (dez unidades) são trocados por uma barrinha (uma dezena). A segunda conversão tem como registro de partida a barrinha e o termo “por 1 dezena” como registro de chegada. A barrinha figura como o menor elemento significativo do registro de partida e “por uma dezena” é o menor elemento significativo do registro de chegada. Essa também é uma conversão cognitivamente econômica já que os elementos de partida e de chegada estão em uma correspondência um a um, na mesma ordem, e há um único entendimento possível para o registro de chegada.

Essa troca feita pelo(a) estudante 16 na Figura 15 mostra toda a complexidade envolvida em uma ação aparentemente simples, além de evidenciar que até mesmo a tradução em língua materna nas atividades desenvolvidas com o material utilizado expressa um importante referencial do funcionamento cognitivo do(a) aluno(a). Esse é um resultado importante para a economia cognitiva do(a) estudante, que impacta positivamente no seu sucesso escolar, segundo Duval (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral que estabelecemos neste estudo é a análise, dentro da TRRS, das representações utilizadas pelos sujeitos participantes de ações promovidas no contexto pandêmico na disciplina de Matemática: Conteúdo e Método I do curso de Pedagogia. Este objetivo foi alcançado, uma vez que os participantes apresentaram grande aderência às atividades propostas, produzindo seus materiais pessoais de baixo custo, desenvolvendo e expondo suas ideias a partir das produções elaboradas. Os registros disponibilizados pelos(as) licenciandos(as) foram importante fonte de subsídios para nossas inferências.

Dentro dos objetivos específicos, buscamos saber o papel de atividades que envolvem suportes materiais pessoais, com uso orientado por videoconferência, na superação de barreiras impostas pelo Ensino Emergencial Remoto. A primeira conclusão foi que a proposta de elaboração de materiais pessoais de baixo custo a serem utilizados nas residências dos(as) estudantes foi uma

estratégia acertada, uma vez que ela não só propiciou a vivência de atividades envolvendo materiais concretos, mesmo à distância, como também resultou em acervo para a construção de seus laboratórios de ensino de Matemática pessoais. Entretanto, o manuseio desses materiais e o entendimento dos intentos para cada atividade proposta foram dificultados pela falta de interação pessoal. Além disso, a dinâmica da interação entre docente regente da disciplina e estudantes, com o uso da webconferência da plataforma RNP, demandou tempo adicional de preparação da ação a ser proposta por dificultar a manipulação visível do material de forma adequada para o encadeamento lógico na condução e estruturação do pensamento.

Outro fator dificultador no processo foi a forma de envio das resoluções, via mensagens no grupo de *WhatsApp* da turma, que se mostrou de difícil organização pela interação caótica própria dessa rede social. Silva e Esquinalha (2022) denominam este caos de *Novelos de Interação Caótica*, pelo fato de que conversas de *WhatsApp* se desenvolvem em *novelos* entrelaçados que são retomados e deixados em uma narrativa não linear. Essa característica trouxe dificuldades na socialização das produções dos(as) estudantes envolvidos.

A partir da sinalização de estudantes desconfortáveis em compartilhar suas produções publicamente no grupo em questão, foi criada a opção de compartilhar suas produções por meio do *e-mail* institucional da docente regente. Essa escolha gerou uma barreira para a socialização dessas produções, já que impediu o acesso dos demais colegas a elas.

Ainda dentro dos objetivos específicos, foram categorizadas as produções dos estudantes nas quatro atividades propostas. Tais categorias emergiram naturalmente da leitura das produções e se mostraram intimamente ligadas à capacidade de comunicação das intencionalidades pedagógicas e matemáticas dos sujeitos envolvidos, como esperado. A partir dessa categorização, foi feita a análise da congruência das produções.

Em tal análise, observamos que o uso de um único suporte de representação semiótica inviabiliza a apreensão conceitual, uma vez que, neste caso, só ocorre semiósis. Em tais situações, os tratamentos apresentados com o uso do material dourado observados indicaram apenas a perícia dos(as) estudantes envolvidos no uso desse elemento concreto.

Já nas produções que apresentaram mais de um suporte semiótico, condição necessária para a noésis, a organização se mostrou uma peça importante para propiciar congruência. Com o apoio da TRRS, ficou patente em nossa análise que materiais desorganizados apresentam dificuldade em serem relacionados, uma vez que isso dificulta a coordenação entre elementos significantes na mesma ordem. Consequentemente, a conversão não resulta em uma congruência total e Duval (2013) nos alerta que a congruência está diretamente ligada ao sucesso escolar. Ou seja, em relação ao sucesso escolar, tal situação é desfavorável para o aprendizado de Matemática.



Por outro lado, em produções que apresentaram mais de um suporte semiótico e que o fizeram de uma forma organizada, buscando relacionar elementos significantes em cada conversão apresentada e cujos registros de chegada se mostraram de único entendimento, foi possível observar que a compreensão do conceito comunicado pelo(a) estudante produtor do conteúdo era facilitada, de fato.

Como limitações encontradas no presente estudo, destacamos que a impossibilidade de interação física com os recursos materiais da aula apresentada foi determinante para que estudantes não conseguissem organizar os seus materiais de forma a comunicar de forma congruente as suas intencionalidades matemáticas e pedagógicas. Também destacamos que para novas vivências envolvendo as atividades propostas neste estudo é importante redesenhá-las de modo que o uso de mais de um suporte de representação semiótica seja obrigatoriamente utilizado nas suas resoluções. Além disso, é necessário encaminhar os aprendentes para que façam tais conversões relacionando elementos significantes de partida e de chegada na mesma ordem e para que os registros de chegada tenham único entendimento. Tal redesenho de atividades já se constitui, portanto, em nossa proposta de desdobramento futuro do presente estudo.

A necessidade de entender o papel das tecnologias digitais, do professor e de suas produções, sobretudo no momento pandêmico e na perspectiva da cultura digital, traz a urgência de socializarmos as práticas e de as debatermos em consonância com as especificidades de cada cenário. Assim, como recomenda Nóvoa (2022), envolvermo-nos coletivamente na produção de futuros com base no que temos construído. Nesse sentido, este estudo cumpre seu papel ao trazer o olhar, sob o contexto remoto, de vivências do laboratório de Matemática, contribuindo para a instrumentalização das discussões sobre a organização e a construção de intencionalidades no processo de ensino e aprendizagem a partir de resultados consubstanciados na Teoria dos Registros de Representação Semiótica e na relação entre desenvolvimento cognitivo e construção do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

DUVAL, Raymond. **Semiósis e pensamento humano** – Registros semióticos e aprendizagens intelectuais (fascículo 1) 1º Ed. São Paulo. Livraria da Física. 2009.

DUVAL, Raymond. **Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática**. In: Silvia Dias Alcântara Machado (org). *Aprendizagem em Matemática – Registros de Representação Semiótica*. Campinas, SP. Papirus 2013.

GUERRA, Geresa Cabral et al. Educação em tempos pandêmicos: o uso do aplicativo whatsapp como proposta de comunicação em aulas remotas. **Revista Docência e Cibercultura**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 273-285, 17 dez. 2021. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/redoc.2021.53827>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/53827>. Acesso em: 12 set. 2022.

MOREIRA, J. António. TRINDADE, Sara Dias. O WhatsApp como Dispositivo Pedagógico para a criação de ecossistemas educacionais. *In: WhatsApp e Educação: entre mensagens, imagens e sons*. Porto, Cristiane. Oliveira, Kaio Eduardo. Chagas, Alexandre (org). Salvador: EDUFBA, 2017.

NÓVOA, Antônio. **Escolas e Professores proteger, transformar, valorizar**. Salvador: SEC/IAT, 2022.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2012.

SILVA, Daniela Mendes Vieira; ESQUINCALHA, Agnaldo da Conceição. Novelas de interações caóticas em uma comunidade virtual de prática de professores que ensinam matemática. **Revista Docência e Cibercultura**, v. 6, n. 3, p. 15–37, 13 set. 2022.

SILVA, Daniela Mendes Vieira; ESQUINCALHA, Agnaldo da Conceição. A tessitura do conhecimento em grupos de WhatsApp. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, v. 20, n. 1, p. 1-27, mar. 2021. Disponível em: <http://seer.abed.net.br/index.php/RBAAD/article/view/465>. <https://doi.org/10.17143/rbaad.v20i1.465>. Acesso em: 23 set. 2022.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Atribuição Não Comercial-Compartilha Igual (CC BY-NC- 4.0), que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.