



SEÇÃO DOSSIÊ TEMÁTICO

Os registros de representação semiótica e o desenho universal para a aprendizagem: uma aproximação possível para a aprendizagem de estudantes cegos

Semiotic representation registers and universal design for learning: a possible approach for learning blind students

Daiana Zanelato dos Anjos¹
Clélia Maria Ignatius Nogueira²

RESUMO

O presente texto visa, além de aproximar duas teorias, trazer para o âmbito da Teoria dos Registros de Representação Semiótica aspectos relacionados às necessidades educacionais específicas dos estudantes com o preconizado pelo Desenho Universal de Aprendizagem (DUA). A Teoria dos Registros de Representação Semiótica do francês Raymond Duval traz como ponto central a necessidade de representar os objetos de conhecimento a fim de que o estudante possa acessá-los. No Desenho Universal para a Aprendizagem apresentam-se princípios que são pensados no intuito de lançarem caminhos possíveis para práticas inclusivas. Em trabalhos anteriores, de 2015 a 2019, Anjos fez uso das lentes de Duval para pensar o acesso semiocognitivo de estudantes cegos a objetos de conhecimento em Matemática. Com algumas respostas e muitas perguntas, procurou-se conhecer o DUA e, na aproximação possível das duas teorias, buscou-se compreender um pouco mais sobre os caminhos para a inclusão efetiva. Além disso, fez-se uma revisão de literatura que teve como intuito encontrar trabalhos sobre a deficiência visual nos quais são utilizados princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem, ou mesmo em relação a outras deficiências, dentro de estudos do campo da Educação Matemática. Como resultados possíveis, percebeu-se que o princípio da representação do Desenho Universal para a Aprendizagem é o elo entre as duas teorias. Conjecturamos como possível a aproximação entre ambas e a necessidade de pesquisas futuras para que possamos realizar a comprovação de tal hipótese. Por fim, ainda indagamos: como representar objetos de conhecimento pode favorecer a construção de práticas inclusivas efetivas?

Palavras-chave: Objetos de Conhecimento. Deficiência Visual. Aprendizagem em Matemática. Representação.

ABSTRACT

This text aims, in addition to bringing two theories closer together, to bring aspects related to the specific educational needs of students within the framework of the Theory of Semiotic Representation, as recommended by the Universal Learning Design (UDL). The Theory of Registers of Semiotic Representation by the Frenchman Raymond Duval brings as a central point the need to represent objects of knowledge so that the student can access them. In Universal Design for Learning, principles presented are designed with the aim of launching possible paths for inclusive practices. In

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

E-mail: daizanelato@gmail.com.

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

Doutora em Educação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

E-mail: voclelia@gmail.com.



previous works, from 2015 to 2019, Anjos used Duval's lens to think about the semiocognitive access of blind students to objects of knowledge in Mathematics. With some answers and many questions, we sought to know the UDL and, in the possible approximation of the two theories, we sought to understand a little more about the paths to effective inclusion. In addition, a literature review was carried out with the aim of finding works on visual impairment in which principles of Universal Design for Learning are used, or even in relation to other deficiencies, within studies in the field of Mathematics Education. As possible results, it was noticed that the representation principle of Universal Design for Learning is the link between the two theories. We conjecture that the approximation between both theories is possible and that there is a need for future research so that we can prove this conjecture. Finally, we still ask: how can representing objects of knowledge favor the construction of effective inclusive practices?

Keywords: Knowledge Objects. Visual Impairment. Learning in Mathematics. Representation.

Primeiras palavras

A aprendizagem do componente curricular Matemática é tema de muitas pesquisas acadêmicas, tanto no que se refere aos aspectos oriundos dos objetos de conhecimento matemáticos e sua linguagem específica, quanto aos relacionados à natureza epistemológica do conhecimento matemático. Diante dessa problemática, são muitas as pesquisas brasileiras que fazem uso de teorias da Didática da Matemática para investigar os processos de ensinar e aprender Matemática, pois esta área do conhecimento parte do princípio de que não é possível ensinar, da mesma forma, conhecimentos de naturezas distintas como os da Biologia, da Matemática ou da Língua Pátria.

São diversas as teorias no âmbito da Didática da Matemática³, sendo algumas cognitivistas, como a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1990) e a Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRSS), concebida por Raymond Duval (1995), e outras essencialmente didáticas, como a Teoria das Situações Didáticas, estabelecida por Guy Brousseau (1986), e a Teoria Antropológica do Didático, de Yves Chevallard (1991). Apesar da contribuição dessas teorias para o ensino e a aprendizagem da Matemática, um aspecto comum a todas elas, demandam-se pesquisas no que se refere às necessidades educacionais específicas dos estudantes, posto que, de maneira geral, essas teorias consideram um sujeito epistêmico genérico.

Nesse sentido, consideramos que estabelecer diálogos entre as teorias da Didática da Matemática e estudos e pesquisas relacionados ao ensino e aprendizagem de estudantes apoiados pela Educação Especial, em particular os voltados para a Educação Inclusiva, pode contribuir com ambos os campos de conhecimento, principalmente ao serem utilizados subsídios teóricos da Didática da Matemática para sustentar pesquisas voltadas às necessidades educacionais específicas, como as dos cegos ou com baixa visão, abordadas neste estudo.

³ Neste texto consideram-se as teorias da Didática da Matemática de influência francesa.



Considerando tanto a natureza do conhecimento matemático quanto a especificidade da linguagem em que este é representado, a TRRS tem sido requisitada para sustentar investigações que abordam, essencialmente, a aprendizagem matemática dos estudantes e o acesso aos objetos de conhecimento em Matemática. O aporte dessa teoria é amplamente utilizado nas pesquisas em Educação Matemática, pela necessidade premente de representar os objetos de conhecimento matemáticos, uma vez que esses são ideias e não acessíveis à percepção, e também pela necessidade de diferenciação entre o objeto e a sua representação (DUVAL, 2004). Este último aspecto faz com que, nessa teoria, os vários registros de representação e a coordenação entre eles sejam essenciais para o funcionamento cognitivo do pensamento matemático. Para tal coordenação, um gesto intelectual é amplamente estudado e abordado na teoria, a conversão. Juntamente com os gestos intelectuais de formação e o tratamento, a conversão forma a tríade que sustenta um registro de representação semiótica como tal. O tratamento é a transformação que acontece dentro de um mesmo registro de representação (DUVAL, 2004), como, por exemplo, quando resolvemos uma equação, dando valor numérico ao x encontrado. Já a conversão é uma transformação entre registros, como exemplo podemos citar a transformação feita entre uma função escrita no registro algébrico e a reta esboçada em um plano cartesiano.

Apesar de os processos de ensinar e aprender serem distintos, estão indelévelmente relacionados, e assim, solidariamente à compreensão de como se efetiva a aprendizagem, são promovidos subsídios para orientar a ação didática do professor, ou seja, o processo de ensino. Entretanto, a TRRS (DUVAL, 2004), apesar de ser uma teoria cognitivista, considera tanto as necessidades específicas dos estudantes quanto a diversidade presente na sala de aula.

Esta é a intenção deste ensaio teórico: trazer para o âmbito da TRRS aspectos relacionados às necessidades educacionais específicas dos estudantes, sejam estes apoiados ou não pela Educação Especial, mediante a aproximação desta teoria, com o preconizado pelo Desenho Universal de Aprendizagem, o DUA, levando em conta alguns objetos de conhecimento em Matemática (fração, função e expressão fracionária algébrica).

Tão importante quanto discutir a aprendizagem é discuti-la em uma perspectiva inclusiva. Refletir sobre a aprendizagem em Matemática tomando como ponto de atenção a diversidade, considerada como inerente à condição humana neste trabalho, pode nos aproximar do ideal de educação para todos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1948). A diversidade quando entendida como característica humana coloca-nos a pensar a aprendizagem na e para a diferença.



2 Duval e a necessidade de representar para compreensão em Matemática

No componente curricular Matemática, diferente de outros, torna-se imprescindível representar o objeto de conhecimento para acessá-lo. Isso porque, em Matemática, os objetos de conhecimento não são acessíveis aos sentidos, são ideais, diferentemente da Biologia.

No exemplo usado da Biologia, ao ensinar sobre uma célula ou uma parte específica do corpo humano, faz-se uso de representações, mas, além disso, pode-se mostrar materialmente uma célula por meio de um microscópio. Em Matemática não conseguimos utilizar tal artifício, já que o modo fenomenológico é distinto de outras áreas de conhecimento. Um triângulo não pode ser acessado de forma diferente que pela coordenação de alguns registros de representação (DUVAL, 2004; 2011).

Representar um objeto de conhecimento por meio de registros de representação semiótica permite um movimento de interiorização da semiose e exteriorização daquilo que é entendido como noesis (DUVAL, 2012). A semiose é conceituada por Duval (2004) como sendo as formas materiais de um conteúdo, parte de um conceito. É por meio do acesso coordenado de alguns registros de representação que acessamos o objeto de conhecimento, ou seja, um único registro de representação não consegue representar de forma integral todo um objeto. Cada registro de representação lança luzes sobre um aspecto do objeto de conhecimento, o seu conteúdo. Já a noesis, que é entendida como a apreensão conceitual, necessita da semiose para “existir”, “não há noesis sem semiose”, assim como formulado por Duval (2004, p. 14).

Dessa forma, é a coordenação de registros de representação semiótica que possibilita o acesso aos objetos de conhecimento em Matemática. Há que se ter uma variedade de registros de representação para assim coordená-los e, então, perceber que o que é representado não é objeto de conhecimento, e, sim, um conteúdo dele. A variedade de registros de representação é fundamental e necessária, uma vez que há conteúdos que se mostram em determinados registros de representação e em outros não se mostram da mesma forma. Para exemplificar, vamos pensar em um gráfico que representa uma reta no plano cartesiano, ou seja, o registro gráfico. Se a reta esboçada está nos primeiro e terceiro quadrantes, há unidades de significado que podem ser percebidas e que nos dizem algo sobre o objeto de conhecimento função dentro desse registro gráfico, ou seja, no tratamento visual gráfico. Dizem, por exemplo, que tal função é crescente e que as unidades significantes do registro algébrico no que se refere ao coeficiente de x serão positivas.

Dito de outra forma, é como se tivéssemos um quebra-cabeças. É como se cada peça fosse um registro de representação e o quebra-cabeça montado fosse o objeto de conhecimento em Matemática. Cada peça mostra um conteúdo, ao ligar as peças vai se chegando cada vez mais próximo do objeto de conhecimento a ser acessado. Representar, então, é central



em Matemática. Será que essa característica marcante pode evidenciar portas para se planejar aulas inclusivas? Neste sentido, podemos pensar todos os gestos intelectuais postos por Duval (2004; 2011) – tanto formação quanto tratamento e conversão, que são mais bem abordados na sequência – para se refletir sobre aulas de Matemática numa perspectiva inclusiva.

3 Investigando a aprendizagem na diferença: a aprendizagem matemática de estudantes cegos

Pensar a diferença e a aprendizagem para todos é uma das propostas do Desenho Universal para a Aprendizagem. Nele, quatro aspectos do currículo escolar (metodológicos, avaliativos, didáticos e pedagógicos) são levados em consideração com a ideia de flexibilizar este documento, não no intuito de minimizar conteúdos, mas na direção de ofertar opções diversas para todos (HEREDERO, 2020). O DUA se estabelece a partir de três princípios básicos (Engajamento, Representação e Ação e Expressão) e de algumas diretrizes interconectadas a estes princípios que abordamos nesta seção. Nessa perspectiva, pensar a diferença é também pensar a crise da normalidade, pois é essa ideia que está na base da naturalização de discursos que inferiorizam as pessoas com deficiência e do que o senso comum populariza em relação às diferenças. A questão da deficiência e da normalidade se coloca como chave central de discussão, tornando-se desafio epistemológico e político (MARTINS, 2016).

Essas ideias, ao serem conectadas, nos levam a pensar a inclusão e a aprendizagem em Matemática. No que concerne em especial à cegueira, são aqui considerados aspectos semiocognitivos na aprendizagem matemática de estudantes cegos, fundamentados em Anjos (2019), que aponta para diferenças que envolvem a forma e o conteúdo de objetos de conhecimento em Matemática – no presente caso, frações e equações com expoentes –, considerados na impressão a tinta e em braille.

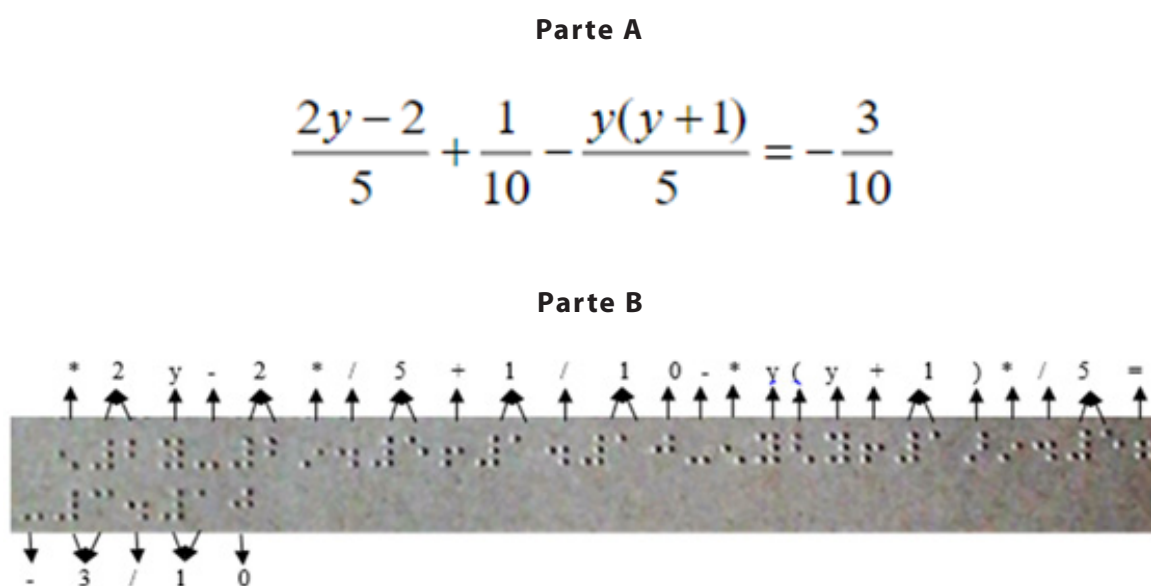
Conforme anteriormente mencionado, a necessidade de representar em Matemática é premente, uma vez que os objetos de conhecimento são ideais e não perceptíveis aos sentidos. Para a compreensão dessa necessidade, dois conceitos centrais na TRRS são fundamentais: a noesis e a semiose. Poderíamos dizer que o conceito seria a noesis, e as suas representações semióticas representadas pelos variados registros de representação semiótica seria a semiose.

Para evidenciar a contribuição do diálogo entre teorias da Didática da Matemática e as da Educação Inclusiva, trazemos o estudo de Anjos (2019) que, sustentado na TRRS, aponta dificuldades dos estudantes cegos na apreensão de conceitos quando se tem apenas a transcrição para o braille como recurso de acessibilidade ao saber.



Este é o caso das frações e de expressões que envolvem expoentes, pois a transcrição desses conteúdos, da tinta ao braille⁴, pode acarretar mudança de conteúdo para o estudante, tanto pelo número aumentado de caracteres de uma expressão a outra, quanto pela mudança de forma proporcionada pela transcrição do traço da fração da bidirecional para a unilateralidade, conforme exemplificado a seguir:

Figura 1. Transcrição e correspondência da expressão na Parte A da tinta para o Braille



Fonte: Adaptado de Moretti e Anjos (2016, p. 405).

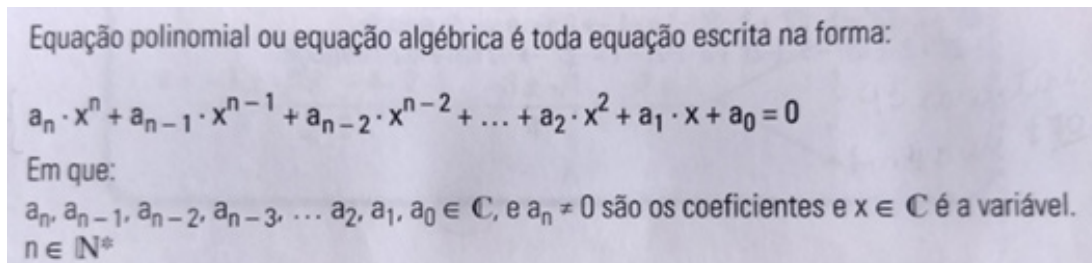
Para as frações o destaque é a disposição bidirecional percebida na escrita em tinta e a unidirecional da transcrição para o braille. Na primeira situação (Figura 1 - Parte A), os numeradores e denominadores são percebidos no primeiro golpe de vista, uma vez que o traço da fração é característico e marca a sua existência. Contudo, vale lembrar que, assim como aponta Duval (2004, p. 97), o traço da fração é um significante que causa grandes custos cognitivos para o estudante por si só, pois a forma não designa o objeto de conhecimento, geralmente modifica o significado e a referência da escrita posicional ao objeto de conhecimento fração. Duval (2004, p. 63) ainda afirma que, dependendo do acesso ao significante, o significado será prejudicado. Essa é uma das grandes revelações ao utilizar a teoria de Duval para compreender o acesso aos objetos de conhecimento pelo estudante cego: quando há mudança de forma pode ocorrer mudança de conteúdo (DUVAL, 2004, p. 50-55). No caso do braille essa forma é alterada com frequência.

⁴ Não sendo o braille uma nova língua, não encaramos o trânsito da tinta ao braille como conversão.

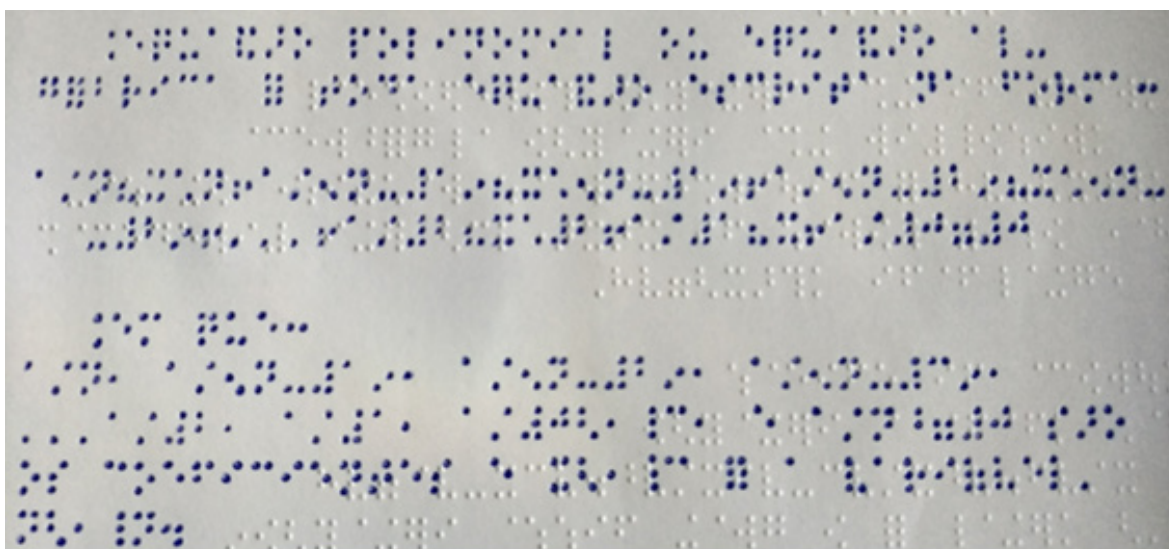


Figura 2. Definição de Equação Polinomial dos livros didáticos em tinta e em braille

Parte A



Parte B



Fonte: Anjos (2019, p. 207).

Como mostramos na Figura 2 (Parte B), em braille, os expoentes são mostrados por meio de um símbolo adicional e não de forma elevada como acontece nos casos em tinta. Nesse caso, tanto a percepção não é imediata, dificultando a leitura e a compreensão para o estudante, quanto o número de caracteres das expressões pode aumentar consideravelmente, carregando ainda mais a forma escrita em braille de algumas expressões.

Diante do exposto, consideramos que a teoria de Duval (2004; 2011; 2012) oferece um bom suporte para pensar a compreensão sobre a aprendizagem matemática do estudante cego, pois, além de outros aspectos, é uma fundamentação que abarca as questões de representação desses objetos ideais de conhecimento. A necessidade de representar para acessar o objeto é central em Duval (2004). Justamente, nesse aspecto da teoria, nos questionamos se há uma relação entre o DUA e a TRRS. Poderia haver nesse encontro alguma convergência que culmine em práticas pedagógicas inclusivas?



Nas linhas que seguem, com esse questionamento em mente, apresentamos uma revisão de literatura sobre o DUA e a TRRS. Posteriormente, mostramos os pontos essenciais das duas teorias para, então, buscar responder se é possível conjecturar uma aproximação entre a TRRS e o DUA como contribuição para que a inclusão se efetive em salas de aula de Matemática.

4 DUA – afinal, do que se trata?

O ensino de estudantes público-alvo da Educação Especial foi redirecionado no Brasil a partir da *Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva* (BRASIL, 2008), PNEEPEI, e de outros marcos legais referentes a essa temática posteriores a 2008. Ainda longe de um ideal de educação inclusiva, mas almejando alcançar esse objetivo, nossas classes de ensino regular passaram a receber matrículas de estudantes apoiados pela Educação Especial a partir da PNEEPEI (BRASIL, 2008), que, dentre outros pontos, instituiu a migração de estudantes com deficiência das instituições privado-assistenciais para as classes de ensino regular comum, com isso realizando um movimento de esgotamento dessas instituições especializadas ao retirar delas a primeira matrícula destes estudantes.

O mesmo documento ainda transforma o serviço de Atendimento Educacional Especializado (AEE), de substitutivo ao ensino comum (BRASIL, 2008), em complementar e suplementar a este ensino, disponibilizando recursos de acessibilidade, estratégias e serviços, assim como enriquecendo o currículo (GARCIA; MICHELS, 2018).

Nessa perspectiva, os professores das classes regulares comuns têm se mobilizado não somente para receber os estudantes com deficiência, mas para pensar uma prática pedagógica que atinja a todos dessa classe que se almeja inclusiva. Como bem apontado por Zerbato e Mendes (2018, p. 148), essa modificação no ato de ensinar não se faz sozinha e não é fácil, nem simples de ser realizada. Há que se pensar em currículo, estratégias de ensino, espaço físico da sala de aula, formação docente e outras ações que mobilizem toda uma rede de profissionais nessa direção. Assim como tudo em Educação, a Educação Especial traz as suas particularidades, necessita de atenção e muito estudo.

A escola inclusiva não se faz apenas por professores e ações pontuais, mas também pelo desenvolvimento de ações que aproximem todos os estudantes da escola em um só grupo, com as suas particularidades. Dessa forma, surge em 1994, inspirado no conceito de Design Universal (DU) utilizado para a projeção de edifícios e espaços públicos, o Desenho Universal para a Aprendizagem – DUA (ZERBATO; MENDES, 2018). Como mencionado, a proposta trazida com este conceito não está voltada apenas à acessibilidade em espaços físicos, mas, sim, à ideia de “[...] transformar escolas de ensino comum em ambientes inclusivos e favoráveis à



aprendizagem de todos” (ZERBATO; MENDES, 2018, p. 149). Este conceito surgiu nos Estados Unidos em 1999 por parte de alguns pesquisadores do Center for Applied Special Technology (CAST).

O DUA traz, como proposta, especial atenção aos currículos escolares, buscando romper com a característica inflexível destes (SEBASTIÁN-HEREDORO, 2020). Para esse autor, os currículos ao serem inflexíveis geram importantes barreiras ao aprendizado. Considerando que nas escolas a diversidade dos estudantes é norma e não exceção, por que os currículos devem ser inflexíveis? O DUA, no que concerne ao currículo escolar, preconiza a flexibilização curricular em relação aos objetivos, métodos, materiais e avaliações.

O DUA é constituído por três princípios que embasam as estratégias inclusivas de toda a equipe escolar e, não somente dos professores da Educação Especial e professores regentes de classes de ensino comum. Estes princípios são: de **Engajamento**, de **Representação** e de **Ação e Expressão**. O primeiro dos princípios tem relação com a capacidade comunicacional entre os professores e os estudantes em sala de aula, pois deve embasar a elaboração de atividades acessíveis oferecendo oportunidades de interação entre todos os estudantes, considerando os desafios que a atividade exigirá e proporcionando incentivos para a aprendizagem (ZERBATO; MENDES, 2018). No princípio da Representação preocupa-se com a apresentação e o reconhecimento da informação que será aprendida – neste caso, em especial, com o uso de recursos táteis e uma apresentação na linguagem Braille e em tinta para que todos da classe possam usufruir e aprender juntos. Por fim, o terceiro dos princípios leva em conta a forma de avaliação de aprendizagem, a qual deve ser constituída por diferentes estratégias para que o estudante possa demonstrar o que aprendeu.

5 Revisão de literatura

A revisão de literatura trata-se de um Estado do Conhecimento, uma vez que não buscamos em diversas fontes de pesquisa e, sim, apenas em periódicos de determinados estratos⁵ Qualis (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Isso vale para este estudo, pois, em outros, se forem utilizados apenas teses e dissertações, por exemplo, também seriam classificados como Estado do Conhecimento. A busca foi realizada em periódicos científicos brasileiros das áreas de Ensino e Educação com estratos Qualis A1 e A2, nos quais investigamos a menção aos aspectos da teoria dos Registros de Representação Semiótica em conjunto com os princípios do DUA.

Diante dessa primeira filtragem mencionada, selecionamos os periódicos que abordavam as subáreas de Educação Matemática, Educação Especial ou Educação Inclusiva.

⁵ Estratos ou estratificação refere-se à qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação.



Dessa forma, alcançamos 22 periódicos para a busca. No que se refere aos descritores utilizados, fez-se uso dos seguintes: DUA cegos, DUA cegueira, DUA, DUA deficiência visual, DUA DV e Desenho Universal para Aprendizagem. A pesquisa foi feita utilizando descritores em Português em periódicos nesta mesma língua. Todavia, encontramos um texto em espanhol nesta busca, mas isso não se refere às fontes procuradas, e, sim, ao aceite de textos em espanhol pelo periódico brasileiro. Por fim, também procedemos com uma busca geral no google acadêmico (*Google Scholar*) com os mesmos descritores.

Após as seleções de busca, encontramos dez artigos, sendo eles, um escrito em língua espanhola e o restante em língua portuguesa. Nenhum dos artigos selecionados mencionou o tema central desta pesquisa, a saber, uma aproximação entre a TRRS e o DUA. Dois dos artigos encontrados tratavam-se de revisões de literatura de períodos pontuais: um de 2011 a 2016 relacionando a produção científica que utilizava DUA; e, no outro, foi empreendida uma revisão sistemática sobre o DUA entre 2010 e 2015. Além disso, nenhum dos artigos encontrados faz relação entre Educação Matemática Inclusiva e os princípios do DUA. Nas linhas seguintes, faz-se um pequeno apanhado das temáticas tratadas nos trabalhos investigados.

No trabalho de Prais e Rosa (2014), foram conceituados o DUA e o termo tecnologia assistiva. A proposta foi apresentar a organização de uma atividade de ensino em um livro digital por meio de uma pesquisa qualitativa e colaborativa.

Os mesmos autores elaboraram um trabalho em 2017 que buscou responder de que maneira o DUA tem sido contemplado em publicações entre 2010 e 2015 (PRAIS; ROSA, 2017). Os resultados encontrados nos mostraram que os trabalhos apontam para a necessidade de pesquisas que abordem a contribuição didática docente no contexto do ensino regular, assim como a percepção de que o DUA funciona como ampliador das oportunidades de acesso às aprendizagens.

Em Pletsch, Souza e Orleans (2017), percebeu-se a discussão da escolarização de pessoas com deficiência em relação à diferenciação curricular e o DUA. Entre outros apontamentos, foi indicado que falta aos docentes conhecimentos teórico-metodológicos para atuação em classes que se almejam inclusivas no aspecto relacionado ao DUA.

A pesquisa de Ribeiro e Amato (2018) foi realizada por meio de uma revisão de literatura que mostrou os componentes do currículo escolar, identificou a flexibilização curricular e o impacto disso na aprendizagem dos estudantes. Constatou-se que a prática mais utilizada para inclusão é a adaptação das atividades didáticas, seguida do material adaptado. Um ponto forte e frequente percebido foi a utilização de tecnologias associadas às diretrizes do DUA.

O trabalho de Zerbato e Mendes (2018) discute práticas pedagógicas que fazem uso do DUA. Esta pesquisa mostrou algumas estratégias para estruturar o ensino com base no



DUA, são elas: uso de tecnologia, ensino expositivo, outras atividades da sala de aula, avaliação e suportes adicionais.

No estudo empreendido por Bock, Gesser e Nuernberg (2018) foi realizada uma revisão integrativa sobre o DUA. A pesquisa fez uso de categorias, a saber: contribuições históricas e legais; contribuições conceituais e críticas da deficiência; e contribuições de aplicabilidade prática. Em relação às contribuições históricas e legais, percebeu-se que o DUA pode ser confundido com o DU (produtos e ambientes acessíveis). Também se percebeu que é importante discernir as raízes das diretrizes e princípios do DUA e constatou-se que o DUA amplia entendimentos para acessar o conhecimento, não sendo compreendido apenas como adaptação curricular. Foi apontado, ainda, que o DUA não remove desafios acadêmicos, e, sim, barreiras ao acesso geral pelo estudante.

No que concerne às contribuições conceituais e críticas da deficiência, as cargas de adaptações e adequações não são dos estudantes, e, sim, dos ambientes e contextos de aprendizagem. Em relação aos currículos, estes precisam comportar a maior variabilidade de necessidades de aprendizagem. Ainda, constatou-se que a Educação Inclusiva está enraizada na perspectiva da Educação Especial. No que diz respeito às contribuições da aplicabilidade prática, percebeu-se que alguns documentos normativos/legisladores são importantes no estudo e entendimento sobre a educação das pessoas com deficiência, como a *Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência* da Organização das Nações Unidas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2006) e a Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015).

Identificou-se, também, que a legislação ainda trata a questão da acessibilidade como exclusiva da pessoa com deficiência. Uma importante constatação é que há alguns pontos críticos para aplicabilidade do DUA: tempo, formação de professores e acesso restrito à tecnologia.

Para Oliveira, Munster e Gonçalves (2019), foram objetivos de pesquisa a investigação do DUA e da inclusão na literatura internacional e a influência na inclusão do professor de Apoio Educacional Especializado. Fez-se uma pesquisa no Portal de periódicos da CAPES em artigos de língua inglesa e foram levantadas três categorias: DUA na intervenção com alunos, DUA na formação de professores e DUA na perspectiva dos profissionais de ensino. Em relação à intervenção com alunos, a utilização do DUA precisa ser pensada não só em matérias teóricas; identificou-se na pesquisa citada que a utilização do DUA tem favorecido mudanças de comportamento e a inclusão escolar. No tocante à formação de professores, o DUA precisa fazer parte da formação, não só para aprendizado do conceito, mas visando o planejamento integrado e a execução de aulas. E na perspectiva dos profissionais de ensino, os estudantes foram entrevistados antes e depois da aplicação da pedagogia, e houve uma melhoria apon-



tada no aspecto socioemocional e em processos de aprendizagem. Por fim, identificou-se um esforço da direção escolar na implementação do DUA.

Mostrando as diretrizes entrelaçadas aos princípios do DUA, encontramos o trabalho de Heredero (2020). Uma das importantes contribuições de tal escrito foi mostrar as evidências científicas da implantação positiva do DUA em áreas como Neurociência, Ciências da Educação e Psicologia Cognitiva (HEREDERO, 2020). Além disso, o autor indica nove diretrizes gerais para o funcionamento do DUA em classes escolares, que são elas:

Diretriz 1: oferecer opções sensoriais diferentes para a percepção (informações auditivas, visuais, entre outras);

Diretriz 2: fornecer várias opções para linguagem, expressões matemáticas e símbolos, fornecer representações alternativas para clareza e compreensão;

Diretriz 3: oferecer opções para entender e compreender no que tange ao processamento de informações;

Diretriz 4: fornecer opções para a integração física, ou seja, fornecer materiais diversos com os quais os estudantes possam estudar e interagir;

Diretriz 5: proporcionar modalidades diversas para expressão e comunicação;

Diretriz 6: fornecer opções para funções executivas para que os estudantes possam tirar maior proveito do ambiente que utilizam;

Diretriz 7: proporcionar opções para promover o interesse por parte dos estudantes;

Diretriz 8: proporcionar opções para manter o esforço e a persistência, desenvolvendo habilidades de autorregulação;

Diretriz 9: proporcionar opções para que os estudantes desenvolvam habilidades intrínsecas de regulação da própria emoção e motivação.

O princípio do cuidado foi o ponto central do trabalho de Bock, Gesser e Nuernberg (2020). Por meio de uma revisão de literatura, os autores identificaram que o DUA nas práticas docentes pode ser considerado “como uma atitude de cuidado que pode contribuir para a efetivação de processos educativos inclusivos em todos os níveis de ensino” (BOCK; GESSER; NUERNBERG, 2020, p. 361). A ética do cuidado, neste trabalho, tem relação direta com a postura que se assume diante do outro em sala de aula.

Por fim, mencionamos o trabalho de Cortés Díaz, Ferreira Villa e Arias Gago (2021), que tem como proposta a análise dos fundamentos do DUA em uma metodologia documental. Os resultados apontam que nem todos os documentos internacionais abordam o DUA. Também foi apontado que o DUA é um instrumento que deve constar no Projeto Político Pedagógico da escola e, ainda, que os documentos internacionais consideram as Tecnologias



da Informação e Comunicação e a igualdade de gênero como formas de garantir a educação inclusiva.

A revisão de literatura realizada, a partir dos descritores estabelecidos, além de apontar como unânime a ideia de que o DUA e seus princípios favorecem a inclusão e atitudes inclusivas, não nos permitiu identificar possíveis entrelaçamentos com teorias didáticas no âmbito da Educação Matemática.

Considerações finais

A Matemática, por se tratar de um componente curricular com uma característica epistemológica diferente de todos os outros componentes curriculares, gera dificuldades na compreensão de seus objetos de conhecimento para muitos estudantes. Duval (2011) menciona que, em Matemática, se trabalha apenas o lado exposto na escola, ou seja, o lado em que se apresentam os teoremas, propriedades, demonstrações, mas o lado oculto deixa de se evidenciar – justamente essa característica marcante da necessidade de representar e do acesso aos objetos de conhecimento por meio da articulação de gestos intelectuais.

Nessa ótica, a necessidade de representar para acessar os objetos de conhecimento é central na TRRS, assim como a diversidade dos registros de representação a serem apresentados, uma vez que não se quer que o objeto seja confundido com a sua representação. Considerando a classe inclusiva do ensino regular, isso não se altera, mas há que se pensar em outras configurações. Anjos (2019) aponta que no caso do estudante cego há algumas diferenças semiocognitivas a serem consideradas para o acesso aos objetos de conhecimento matemático abordados neste artigo, a saber: frações e expressões com índices superiores e inferiores. Não se trata de apontar dificuldades do estudante cego, mas em proporcionar condições de acesso ao objeto de conhecimento, considerando suas especificidades.

Aqui, relacionamos o preconizado pela TRRS – em particular a ideia de que, para que um conceito seja adquirido pelo estudante, é necessário que este seja capaz de transitar pelos diferentes registros do referido conceito – ao fato de que um dos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem é a representação, ou modos múltiplos de apresentação das informações e do conhecimento de uma forma geral, guardadas as diferenças e especificidades teóricas. Assim, conjecturamos que o princípio de representação do DUA conversa com a teoria de Raymond Duval no que se refere a essa diversidade de representações.

É fato que o DUA apresenta outros princípios, assim como a TRRS não foi desenvolvida pensando no estudante apoiado pela Educação Especial. Entretanto, a potência de ambas as teorias possibilita conjecturar entrelaçamentos na busca de articular formas de ensinar a todos pela diversidade de maneiras de se levar o conhecimento aos estudantes em classes que se almejam inclusivas.



Não consideramos que ambas as teorias são completas e estão prontas para serem aplicadas em sala de aula, visando a aprendizagem matemática de estudantes cegos. Ambas têm fragilidades, por exemplo, no caso da TRRS, os objetos de conhecimento que envolvem Álgebra não foram abordados inteiramente por Duval, então ainda há desenvolvimentos necessários. No caso do DUA, as áreas de conhecimento não são abordadas nas suas especificidades, o que está sendo feito nas pesquisas à medida que tal teoria está sendo desenvolvida e conhecida por todas as áreas. No caso da Matemática, por exemplo, percebemos a necessidade de pesquisas que contemplem as problemáticas do seu ensino e da aprendizagem fazendo uso dos princípios e diretrizes do DUA.

Estamos cientes de que o presente estudo possui limitações acerca da busca de pesquisas efetuadas, posto que consideramos apenas periódicos nacionais. Dessa forma, além dos periódicos internacionais, também não foram realizadas buscas em anais de eventos regionais, nacionais e internacionais e nos repositórios de teses e dissertações em Educação Matemática. Isso nos dá um horizonte a ser pesquisado e proporciona possibilidades de uma discussão mais ampla e fecunda nesta problemática.

Por fim, neste ensaio, apresentamos a conjectura de que é possível a aproximação entre essas duas teorias, ficando a sua comprovação a cargo de outras pesquisas que intentamos realizar. Consideramos que esse é um horizonte possível diante da imensa tarefa que é a aprendizagem matemática de estudantes em classes que se almejam inclusivas. Há muito ainda o que fazer.

Referências

ANJOS, Daiana Zanelato dos. *O que se revela quando o olhar não alcança? Em busca do acesso semio-cognitivo aos objetos do saber matemático por uma estudante cega*. 2019. 389 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

BOCK, Geisa Letícia Kempfer; GESSER, Marivete; NUERNBERG, Adriano Henrique. Desenho universal para a aprendizagem: a produção científica no período de 2011 a 2016. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 24, n. 1, p. 143-160, jan./mar. 2018.

BOCK, Geisa Letícia Kempfer; GESSER, Marivete; NUERNBERG, Adriano Henrique. O desenho universal para aprendizagem como um princípio do cuidado. *Revista Educação, Artes e Inclusão*, Florianópolis, v.15, n. 2, p. 361-380, abr./jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. Brasília: MEC: SEESP, 2008.



BRASIL. Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, ano 152, n. 127, p. 2-11, 07 jul. 2015.

MORETTI, Mércles Thadeu; ANJOS, Daiana Zanelato dos. Transcrição da tinta ao Braille: apontamentos de algumas diferenças semio-cognitivas. *Zetetiké*, Campinas, v. 24, n. 3, p. 395-408, set./dez. 2016.

CORTÉS DÍAZ, Mario; FERREIRA VILLA, Camino; ARIAS GAGO, Ana Rosa. Fundamentos del diseño universal para el aprendizaje desde la perspectiva internacional. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 27, e0065, p. 269-284, jan./dez. 2021.

DUVAL, Raymond. *Sémiosis et pensée humaine*: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Berne: Peter Lang, 1995.

DUVAL, Raymond. *Semiosis y pensamiento humano*: registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Suisse: Peter Lang, 2004.

DUVAL, Raymond. *Ver e ensinar Matemática de outra forma*: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representação semióticas. São Paulo: PROEM, 2011.

DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. Trad de Mércles Thadeu Moretti. *Revemat*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012.

GARCIA, Rosalba Maria Cardoso; MICHELS, Maria Helena. Política de Educação Especial e currículo: disputas sobre natureza, perspectiva e enfoque. *Revista Teias*, [Rio de Janeiro], v. 19, n. 55, p. 54-70, out./dez. 2018.

SEBASTIÁN-HEREDORO, Eladio. Diretrizes para o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 26, n. 4, p. 733-768, out./dez. 2020.

MARTINS, Bruno Sena. Deficiência, política e direitos sociais. *Juris*, Rio Grande, v. 26, p. 169-187, 2016.

OLIVEIRA, Amália Rebouças de Paiva e; MUNSTER, Mey de Abreu Van; GONÇALVES, Adriana Garcia. Desenho Universal para Aprendizagem e Educação Inclusiva: uma revisão sistemática da literatura internacional. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 25, n. 4, p. 675-690, out./dez. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Adotada e proclamada pela Assembleia Geral das Nações Unidas (resolução 217 A III) em 10 de dezembro 1948. Paris: ONU, 1948.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência*. Nova Iorque: ONU, 2006.



- PLETSCH, Márcia Denise; SOUZA, Flávia Faissal de; ORLEANS, Luis Fernando. A diferenciação curricular e o desenho universal na aprendizagem como princípios para a inclusão escolar. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, [Rio de Janeiro], v. 14, n. 35, p. 264-281, abr./jun. 2017.
- PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza; ROSA, Vanderley da Flor. Organização da atividade de ensino a partir do desenho universal de aprendizagem: das intenções às práticas inclusivas. *Polyphonia*, Goiânia, v. 25, n. 2, p. 359-374, jul./dez. 2014.
- PRAIS, Jacqueline Lidiane de Souza; ROSA, Vanderley da Flor. Revisão sistemática sobre Desenho Universal para a aprendizagem. *Revista de Ensino e Educação em Ciências Humanas*, Londrina, v. 18, n. 4, p. 414-423, 2017.
- RIBEIRO, Gláucia Roxo de Pádua Souza; AMATO, Cibelle Albuquerque de la Higuera. Análise da utilização do desenho universal para a aprendizagem. *Cadernos de Pós-Graduação em distúrbios do desenvolvimento*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 125-151, jul./dez. 2018.
- ZERBATO, Ana Paula; MENDES, Enicéia Gonçalves. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. *Educação Unisinos*, [São Leopoldo], v. 22, n. 2, p. 147-155, abr./jun. 2018.

Recebido em: 3.4.2023

Revisado em: 18.5.2023

Aprovado em: 6.6.2023