

CORPOS REDONDOS E POLIEDROS: Manifestações de uma professora do 5º ano do Ensino Fundamental

Wagner Marcelo Pommer¹
Gabriella Amorim Araújo Daruix²

Resumo: A Geometria se constitui em tema que apresenta potencial para formação continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental conforme apontam Lorenzato (1995), Curi (2004) e Barbosa (2017). Este artigo objetivou observar e analisar os registros de representação semiótica, conforme Duval (2003), mobilizados por uma professora polivalente em uma sequência de três aulas sobre corpos redondos e poliedros no 5º ano de uma escola da rede pública da cidade de São Paulo no ano de 2016. Para Duval (2015), os registros de representação semióticos se constituem como condição necessária de acesso aos objetos matemáticos, o que os torna essenciais para a preparação das aulas. Na parte metodológica, a pesquisa se efetivou pela observação presencial no 5º ano de uma escola da rede pública da cidade de São Paulo. Os resultados da pesquisa nos revelaram que as conversões entre os registros de representação em língua natural e pictóricos aconteceram de modo implícito pela professora.

Palavras-chave: Registros de Representação Semiótica. Geometria. Professor Polivalente.

ROUND BODIES AND POLYESTERS: Manifestations by a 5th grade teacher of the Elementary School

Abstract: Geometry is a theme that has the potential for teachers continued education in the early years of Elementary School, as pointed out by Lorenzato (1995), Curi (2004) and Barbosa (2017). This paper aims to observe and analyze the records of semiotic representation, according to Duval (2003), mobilized by an Elementary school teacher in a sequence of three classes involving round bodies and polyhedra. To Duval (2015), semiotic representation records are a necessary condition for access to mathematical objects, which makes them essential for the preparation of classes. In the methodological part, the research was carried out by class observation in the 5th year of a public school at São Paulo city. The results of the research revealed that the conversions between the records of representation in natural and pictorial languages occurred implicitly by the teacher.

Keywords: Registers of Semiotic Representation. Geometry. Elementary school teacher.

¹ Doutorado em Educação pela Universidade Federal de São Paulo - USP. Mestrado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade Mackenzie e em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP. Especialização em Matemática, pela Universidade São Judas Tadeu - USJT. Professor Adjunto na Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP. E-mail de contato: wagner.pommer@unifesp.br

² Graduada em Licenciatura em Ciências - Matemática pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP - Campus Diadema. E-mail de contato: gabih-araujo@hotmail.com

CUERPOS REDONDOS Y POLIEDROS: Manifestaciones de una profesora del 5º año de la Enseñanza Primaria

Resumen: La geometría es un tema que tiene potencial para la formación continua de los docentes de los primeros años de la Enseñanza Fundamental, como lo señalan Lorenzato (1995), Curi (2004) y Barbosa (2017). Este artículo tuvo como objetivo observar y analizar los registros de representación semiótica, según Duval (2003), movilizados por un profesor polivalente en una secuencia de tres clases sobre cuerpos redondos y poliédricos. Para Duval (2015), los registros de representación semiótica constituyen una condición necesaria para el acceso a los objetos matemáticos, lo que los vuelve imprescindibles para la preparación de las clases. En la parte metodológica, la investigación fue realizada por observación presencial en el 5º año de una escuela pública de la ciudad de São Paulo. Los resultados de la investigación revelaron que las conversiones entre las representaciones en lenguaje natural y las pictóricas se dieron implícitamente por parte del docente.

Palabras clave: Registros de Representación Semiótica. Geometría. Profesor polivalente.

Introdução

A Geometria é um campo de estudo presente e obrigatório no currículo desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Para a Base Nacional Curricular Comum, descrita em Brasil (2016), esta área “[...] envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento” (p. 269).

O ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental é um tema que está usualmente ligado ao eixo Espaço e Forma, conforme expresso no documento a que se referem os direitos de aprendizagem dos alunos nos anos iniciais do Ensino Fundamental em São Paulo (2016). Neste segmento educacional se pressupõe ações com relação ao espaço, pois vivemos em um mundo geométrico que requer “[...] desenvolver as capacidades de visualização, representação, identificação e conclusão de propriedades de figuras, sejam elas planas ou tridimensionais.” (SÃO PAULO, 2016, p. 70).

As pesquisas de pesquisadores como Lorenzato (1995), Curi (2004), Silva (2011) e Barbosa (2017) revelam a insuficiência da formação matemática do professor polivalente dos anos iniciais do Ensino Fundamental e, em especial, aquela relacionada à Geometria.

Curi e Pires (2008) destacam que, a partir de meados de 1980, se intensificaram as pesquisas sobre professores em exercício, de modo a “[...] ser relevante compreender o que e como pensam e conhecem os professores e, especialmente, como atuam” (p. 153).

Relacionado ao professor que ensina geometria, Lorenzato (1995) indica diversos fatores que afetam o desempenho deste profissional em sala de aula. Em primeiro lugar o autor coloca a formação acadêmica, no que diz respeito ao conhecimento que o professor tem sobre o conteúdo ‘Geometria’ é incipiente, principalmente devido à ênfase exagerada em desenvolver aspectos de Álgebra em grande parte dos cursos de licenciatura de Matemática. Um segundo fator advém do apego exagerado dos professores com relação ao livro didático como fonte principal para trabalhar a matemática em sala de aula.

Com relação ao último ponto, Galatti (2006 apud Kluppel; Brandt, 2012) consideram que o livro, um item muito utilizado pelo professor, deveria sofrer um repensar na formação do professor “[...] para que este possa utilizá-lo a partir de seu planejamento e ao longo da construção de sua prática, e não como o seu planejamento e a sua prática” (p.15).

Outros aspectos apontados por Lorenzato (1995) são a exaustão dos professores devido às grandes cargas de trabalho, as deficiências dos cursos de formação inicial e continuada de professores (na Pedagogia e Licenciaturas), que possibilitariam ao futuro professor conhecer bem os elementos do ensino da Matemática.

Nacarato (2019) especifica um elemento importante para a ausência da Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A autora se refere à falta de maior fundamentação teórica e metodológica nos materiais destinados a professores, em especial para os polivalentes, de modo a completar as possíveis lacunas que possam existir na formação docente.

Acrescentamos a estas preocupações indicadas os aspectos de melhora na comunicação entre professor e aluno. Neste mote, os registros utilizados pelo professor e a compreensão gerada no aluno na sala de aula são fatores que influenciam a sala de aula, conforme aponta Duval (2003; 2015).

Zuffi (2001) assinala que no ato de ensinar matemática, o professor raramente tem a consciência de considerar a diversidade de registros de representação semióticas necessárias ao ato de lecionar. Esta falta de conhecimento didático sobre a teoria de Duval (2015) pode ocasionar dificuldades aos discentes, caso o professor que ensina Matemática não se atualize sobre os benefícios didáticos que a diversidade de formas de registro de representação pode proporcionar ao ensino desta disciplina.

Este texto objetivou observar e analisar os registros de representação semiótica,

conforme Duval (2003), mobilizados por uma professora polivalente em uma sequência de três aulas sobre corpos redondos e poliedros no 5º ano de uma escola da rede pública da cidade de São Paulo no ano de 2016.

Os registros de representações semiótica e a Geometria

Inicialmente, nos atemos à origem etimológica da palavra ‘semiótica’. Assim, realizamos busca de alguns dicionários da língua portuguesa, como Aurélio (2003), onde encontramos que o termo provém do grego *semeîon*, cujo significado é ‘signo’, e *sêmea*, que também denota ‘signo’ ou ‘sinal’.

No século XX d.C., destaca-se na área da semiótica o trabalho de Charles Sanders Peirce, cientista lógico, que caracterizou esta área como o estudo das relações entre sinais e símbolos e daquilo que eles representam, de modo que a produção de signos configure um processo de significação para um sujeito. Para Peirce (1995), um signo:

[...] é aquilo que, sob certo aspecto ou modo representa algo para alguém. Dirige-se a alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa, um signo equivalente. [...] O signo representa alguma coisa, seu *objeto*. Representa esse objeto não em todos os aspectos, mas com referência a um tipo de ideia. (apud COLOMBO; FLORES; MORETTI, 2008, p. 46)

Em particular, o estudo da representação semiótica, na área da Matemática, encontrou suporte em Duval (2003). Para este autor, os objetos matemáticos não são observáveis e nem passíveis de percepção, necessitando de acesso por meio de construções mentais e da utilização de formas registros de representação.

Moretti (2002) aponta que a matemática tem uma grande dependência das formas de representação e manipulação dos objetos com que lida. Uma constatação desse fator se encontra na história, que “[...] mostra vários exemplos em que determinadas noções só puderam alcançar certo nível de desenvolvimento a partir do momento em que uma notação adequada foi criada.” (MORETTI, 2002, p. 344).

Moretti (2002) cita o caso da Geometria Analítica atual, com base em René Dèscartes, ramo que somente pode ser adequadamente desenvolvido após se consolidar uma escrita algébrica de suporte adequada, algo que faltava aos antigos precursores gregos que se centravam

exclusivamente ao registro da língua natural e ao registro gráfico geométrico.

Considerando-se como fonte os trabalhos de Duval (2003) e Colombo, Flores e Moretti (2008), assumimos, por hipótese, que o trabalho didático com as linguagens matemáticas em sala de aula pode contribuir para a melhoria do ensino da Geometria.

Duval (2015) destaca que uma importante função do professor é “[...] organizar ou de ‘gerir’ o trabalho dos alunos em sala de aula para que eles possam adquirir os saberes e para dar sentido a essas aquisições” (p. 3).

Na matemática, os objetos existem como construções mentais e são manipulados por meio de signos. No ensino da Matemática torna-se vital “[...] levar em conta o par objeto–representação, uma vez que, para possibilitar a compreensão dos objetos matemáticos é necessário trabalhar com suas representações.” (BONOMI, 2007, p.2).

Para Duval (2003), os registros podem estar disponíveis na forma verbal, gráfica, numérica e algébrica, conforme aponta o Quadro 01.

Quadro 01 – Registros de Representação Semiótica

	Representação Discursiva	Representação Não-Discursiva
Registros Multi funcionais	- Língua natural - Associações verbais (conceituais) - argumentação/ dedução	- Figuras geométricas (dimensão 0, 1, 2 ou 3) - Apreensão operatória - Construção geométrica
Registros Mono funcionais	Sistemas de escrita - Numéricas - Algébrica - Simbólicas Cálculo	Gráficos cartesianos - Mudanças de coordenadas - Interpolação /extrapolação.

Fonte: Adaptado de Duval (2003, p. 14).

A hipótese fundamental de Duval (2003) é que a compreensão de um conceito ocorre pela coordenação de pelo menos dois registros de representação semiótica. Para o autor, apesar de familiar aos alunos, o uso da linguagem discursiva é insuficiente para abordar toda a gama de objetos matemáticos e, por este motivo, torna-se necessário a mudança para outros registros de representação semiótica.

Para Duval (2003), as mudanças de registros podem ser classificadas em dois tipos. O primeiro é o tratamento, quando as transformações do objeto ocorrem em um mesmo sistema. O tratamento é muito valorizado pela área da Matemática, pois têm um papel intrínseco nas justificações e validações, próprias nas diversas etapas de cálculos numéricos, das demonstrações e deduções baseadas na lógica ou no transformismo algébrico.

O segundo tipo de transformação é a conversão, vital para favorecer a compreensão, que ocorre quando o objeto muda de registro de representação. Um exemplo em Geometria é o reconhecimento de propriedades dos polígonos quando se mobilizam registros de representação verbal e figural (Duval, 2003).

Duval (2003) salienta que a operação de conversão é um patamar essencial para a compreensão em matemática. O autor salienta que a conversão é o lugar em que se opera, em nível cognitivo, a possibilidade de uma conscientização do sujeito em relação ao papel desempenhado por cada registro de representação semiótico mobilizado.

Por meio da Psicologia Cognitiva, Duval (2003) apresentou a ideia de mudança de registros de representação semiótica. *Semiosis* (do grego), para Duval (2003), é a produção ou apreensão de uma representação semiótica e '*noesis*' são as ações cognitivas que tendem a apreender o objeto, como o pensamento, a percepção, a imaginação, dentre outras formas, e que envolvem a compreensão das diferenças, conceitos e propriedades. Conforme aponta Duval (2003), *semiosis* e *noesis* coexistem no processo de compreensão.

Vale ressaltar que o objeto matemático não pode ser confundido com a representação semiótica utilizada, pois cada tipo de registro de representação semiótica permite desenvolver certos aspectos de um objeto. As representações distintas de um objeto:

[...] não têm evidentemente o mesmo conteúdo. Cada conteúdo é comandado por um sistema pelo qual a representação foi produzida. Daí a consequência de que cada representação não apresenta as mesmas propriedades ou as mesmas características do objeto. Nenhum sistema de representação pode produzir uma representação cujo conteúdo seja completo e adequado ao objeto representado. (DUVAL, 1999, p. 18 apud MORETTI, 2002, p. 347)

No que tange à aproximação com a linguagem do aluno, o registro na língua natural pode acarretar em elementos que causam confusão ou informações ambíguas. O autor coloca que os registros de representação em língua natural não são a definição do objeto, mas

manifestam um tipo de representação que desenvolve um conteúdo e podem estar em diferentes níveis de aprendizagem.

Coutinho e Moran (2014) relembram que os registros em língua natural são uma representação comumente utilizada nas explicações e exemplificações, definições e formalização das propriedades, tanto no modo da oralidade quanto nos registros escritos no quadro negro durante as aulas.

Para Duval (2003), a coordenação de diferentes registros de representação pelos alunos não ocorre espontaneamente. Daí ocorre a necessidade desse referencial pelo professor da escolaridade básica para que o ele mobilize uma diversidade de registros na aula.

Assim, Duval (2003) aponta que os elementos da teoria permitem ao professor promover em sala de aula explorar uma maior gama de situações que envolvam uma maior variedade dos registros e que são as conversões, as operações cognitivas que aprimoram a compreensão e a formação de significados aos objetos matemáticos.

Para que se favoreça o processo de aprendizagem em Geometria destacamos de Duval (2003 apud KLUPPEL E BRANDT, 2013) alguns pontos pertinentes aos anos iniciais do Ensino Fundamental: (i) os tratamentos figurais e discursivos devem ocorrer de modo simultâneo e interativo; (ii) devem ocorrer mudanças de dimensão ao passar de uma representação figural dos objetos representados ao discurso.

Na Geometria nos anos iniciais do ensino fundamental destacamos em Duval (1988 apud Moretti 2002) o processo de apreensão perceptiva. Duval (1988 apud Moretti 2002) coloca que a apreensão perceptiva pode ser dividida em duas partes. A primeira, automática e imediata, que é a compreensão das formas e, a segunda, representada pela interpretação dos elementos figurais. A diferença dessas fases é o destaque que cada elemento recebe, seja na fase visual, seja na fase da construção de hipóteses.

Para o referido autor, os discursos utilizados durante a apresentação do conteúdo se correlacionam. A apreensão perceptiva feita em representações figurais está subordinada à apreensão discursiva, como ocorre nas explicações do professor em sala de aula.

A metodologia e os procedimentos metodológicos

A seguir, passamos a descrever os preparativos para a coleta dos dados, indicando os

critérios para a seleção do local, a escolha do sujeito de pesquisa e as condições gerais que viabilizaram a realização dessa pesquisa. Para a aplicação desta pesquisa, optamos pela busca de uma escola inserida na Rede Pública de Ensino de São Paulo. A escola selecionada atende aos alunos de primeiro ao oitavo anos, em ambos os turnos.

A pesquisa foi de natureza qualitativa e foi adotada a observação não participante em sala de aula, para tentar compreender os atores envolvidos (Viana, 2003). Neste sentido, focamos nossa análise nos registros de representação semiótica mobilizados em sala de aula considerando os tratamentos e conversões, a moda de Duval (2003), nas aulas sobre corpos redondos e poliedros.

Optamos pela escolha do tema ‘Figuras geométricas espaciais (cubo, bloco, retangular, pirâmide, cone, cilindro e esfera)’. Segundo a Base Nacional Curricular Comum, descrita em Brasil (2016), este tema deve ser trabalhado nos cinco anos iniciais do Ensino Fundamental. No Quadro 02 apontamos o trabalho com o tema ‘Figuras geométricas espaciais’ no 5º ano, foco deste estudo.

Quadro 02 – Proposta de trabalho com o tema ‘Figuras geométricas espaciais’.

MATEMÁTICA – 5º ANO	
Objeto do Conhecimento	Habilidade
Figuras geométricas espaciais: reconhecimento, representações, planificações e características.	(EF05MA16) Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2016, p. 291-295).

A nossa opção em acompanhar uma turma do 5º ano permitiria complementar esse tema, pois o referido documento o coloca como essencial para os anos iniciais do Ensino Fundamental, visto as várias retomadas e ampliações inerentes ao assunto apontadas no Quadro 02.

Assim, foi escolhida uma turma do quinto ano, a única do período vespertino, composta por trinta e dois alunos. Acrescentamos que esta escolha em observar o fechamento do tema no 5º ano do Ensino Fundamental ajudaria a compor um quadro para melhor compreender os registros de representação semiótica mobilizados pela professora.

A aproximação com a professora se fez pelo fato dela ter colaborado em atividades de estágio. Houve uma conversa informal com a professora para situá-la sobre os objetivos da pesquisa e pedir permissão para acompanhar o desenvolvimento do tema selecionado. Também, foi realizada uma breve enquete com relação à formação acadêmica e docente, assim como

costumava dinamizar os conteúdos da Geometria na sala de aula.

A professora participante desta pesquisa é graduada em Pedagogia. Atualmente, está complementando a formação acadêmica através de uma Licenciatura em Matemática, o que pode lhe proporcionar uma visão mais ampla da área. Ainda, sua formação em Pedagogia lhe favoreceria maior conhecimento em metodologias de diversas disciplinas (português, matemática, história, geografia e ciências), o que abriria espaço para estabelecer conexões didáticas.

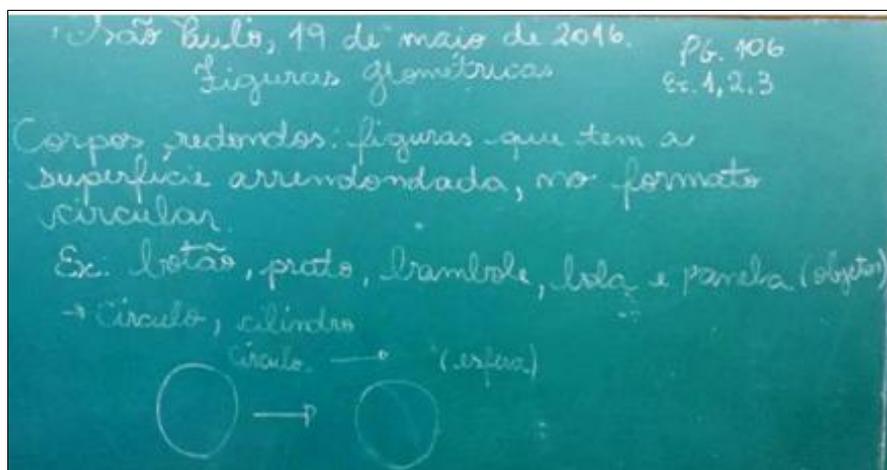
Durante as observações em sala de aula foi combinado que os pesquisadores ficariam sentados ao fundo da sala de aula acompanhando três aulas consecutivas, fariam registros fotográficos, em áudio e escritos, ficando estes disponíveis a professora a qualquer momento. Os registros fotográficos foram feitos durante os momentos em que o professor abria espaço para que os alunos anotassem a aula, de modo a possibilitar a aproximação física para o enquadramento da lousa e minimizar a presença dos pesquisadores. Esta escolha possibilitou a revisão das informações, além da análise progressiva dos registros realizados (que foram colocados em quadros).

Tratamento e análise de dados

No primeiro dia de nossas observações a professora realizou uma exposição dialogada com os alunos. A professora iniciou o tema conversando com os alunos sobre o termo ‘geometria’, tecendo considerações sobre os termos ‘geo’ (terra) e retomando o tema das medidas, o que possibilitou explorar o termo terrametria.

A seguir, a professora perguntou aos alunos o que eles tinham aprendido sobre geometria. Por meio de registros de representação em língua natural, eles manifestaram que haviam trabalhado principalmente com triângulos, quadrados e retângulos (percebemos que foram os vários quadriláteros notáveis), pirâmides e ‘a bola’ (esfera). Após este resgate dos temas tratados anteriormente, a professora retomou o assunto de figuras geométricas e suas propriedades, começando com os corpos redondos, conforme retratamos no Quadro 03.

Quadro 03 – Registros de representação semiótica sobre ‘corpos redondos’



Fonte: ARAÚJO (2018, p. 30).

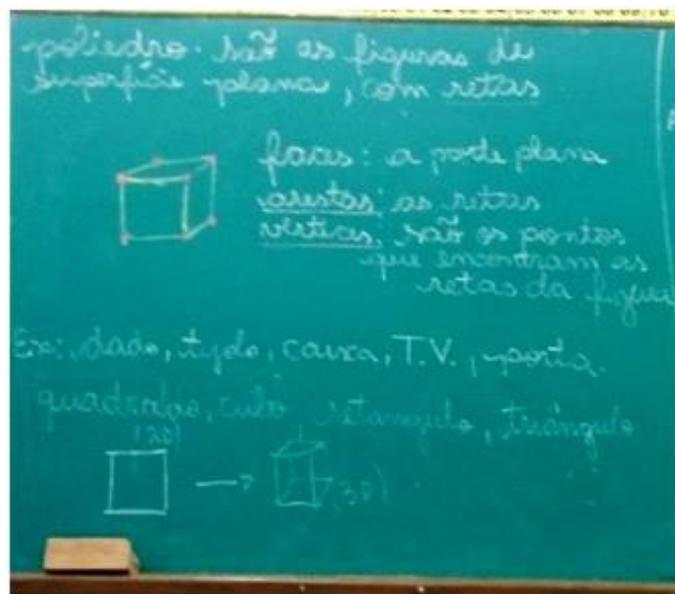
À medida que os alunos se manifestavam por meio de registros de representação em língua natural, a professora organizou as falas destes na lousa. Neste ponto, foi realizada a operação de conversão, pela mudança do registro de representação em língua natural para o registro de representação na forma pictórica da noção de corpos redondos (círculo, cilindro e esfera).

Observamos que a professora escreve a denominação esfera (terminologia não manifestada pelos alunos), colocando-a como uma figura tri-dimensional e associando-a informalmente com a forma dimensional (o círculo). Porém, não adentrou ao significado dos termos bi e tridimensional, nem fez correlação com as vistas ou projeções ortogonais.

Também, nota-se que as noções sobre corpos redondos são excessivamente voltadas aos sentidos de observação ao mundo físico (prato, bambolê, bola, panela), sem maior aprofundamento conceitual. Ainda, consideramos que houve uma apreensão perceptiva, de maneira simultânea e interativa, pois ocorreu uma interpretação dos objetos e uma conversão de registros (língua natural e pictórica).

No próximo assunto – os poliedros – foram manifestados registros de representação em língua natural, verbalmente e por escrito, na lousa, conforme destacamos no Quadro 04.

Quadro 04 – Registros de representação semiótica sobre ‘poliedros’



Fonte: ARAÚJO (2018, p. 31).

A professora manteve o padrão anterior, manifestando a conversão entre os registros de representação em língua natural e figural para explicar a noção e algumas propriedades dos poliedros. Além de associar a exemplos pragmáticos, a professora fez uma representação de um cubo para exemplificar visualmente os termos aresta, face e vértice.

Ainda, nota-se novamente a exploração intuitiva da dualidade bidimensional (2D) para a tridimensional (3D), porém não houve prosseguimento neste segmento. Neste ponto, devemos recordar que Duval (2003 apud Kluppel e Brandt, 2013) pontua que devem ocorrer maiores discussões sobre aspectos relativos a dimensão (2-D e 3-D).

A professora não explicou a origem da palavra poliedro, limitando-se a uma noção e descrição das partes do poliedro (face, arestas e vértice). Quanto à noção ‘são as figuras de superfície plana com retas’, registra-se um erro conceitual de terminologia, pois a mesma considera as arestas (que são segmentos de reta) como retas. Quanto à frase ‘são as figuras de superfície plana’, esta não retrata a noção matemática de poliedros.

Por último, a professora realizou explicações envolvendo a linguagem corriqueira de objetos (dado, tijolo) para a linguagem matemática, como quadrado/retângulo/cubo. Neste momento, notamos que aconteceu um abuso de descrição, confundindo as representações em 2-D e em 3-D, o que não esclarece este ponto, causando confusão e não ficando claro que os poliedros têm por faces polígonos (o quadrado é um polígono e o cubo um poliedro).

Após a explanação utilizando os registros de representação na língua natural, verbal e pictórico foi realizado um exercício na lousa e alguns exercícios propostos no livro didático EMAI (Educação Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental) para o quinto ano, volume I. No quadro 05 protocolamos uma das atividades desenvolvidas na coleção EMAI (Educação matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: Material do aluno), volume 1, desenvolvido pela Secretaria da Educação de São Paulo (2013).

Quadro 05 – Uma atividade encaminhada pela professora

ATIVIDADE 8.5

Certamente você sabe que os objetos à sua volta têm formas próprias, com características e nomes especiais.

Alguns têm superfícies arredondadas e podem rolar. Chamam-se corpos redondos.

Outros têm todas as superfícies planas. Chamam-se poliedros.

Complete a tabela com o nome de objetos de cada um desses grupos.

Corpos redondos	Poliedros

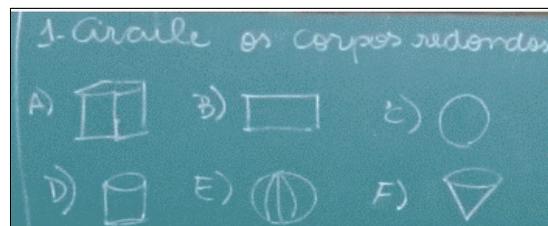
Fonte: SÃO PAULO (2013, p.59).

Observamos que os exercícios pediam para que os alunos identificassem e catalogassem entre os objetos da sala de aula quais eram corpos redondos ou poliedros, por meio do registro de representação semiótico em língua natural.

Mais adiante, a partir de um enunciado em registro de representação verbal e pictórico, a professora solicitou que os alunos identificassem entre os desenhos quais eram corpos redondos (Quadro 06). No enunciado deste exercício há figuras em duas e em três dimensões.

Novamente ressaltamos que este tipo de atividade confunde os alunos, visto que não esclarece as particularidades dos registros de representação figurais em 2-D e em 3-D, nem as correlações entre estas dimensões, algo que deveria ser desenvolvido.

Quadro 06 – Atividade solicitada em lousa pela professora



Fonte: ARAÚJO (2018, p. 33).

Na aula seguinte, a professora polivalente solicitou aos alunos que pegassem nas prateleiras os materiais montados na aula de educação artística e formassem grupos. Posteriormente, solicitou que a eles que identificassem a quantidade de arestas, faces e vértices de cada material e diferenciassem os tipos de forma geométrica (ver Quadro 07).

Quadro 07 – Formas Geométricas montadas pelos alunos.



Fonte: ARAÚJO (2018, p. 33).

Vale pontuar que, no dia anterior a esta atividade descrita no Quadro 07, os alunos montaram com a professora de artes algumas planificações. Os modelos em papel se encontram em anexo no livro de matemática EMAI (SÃO PAULO, 2013, p. 129).

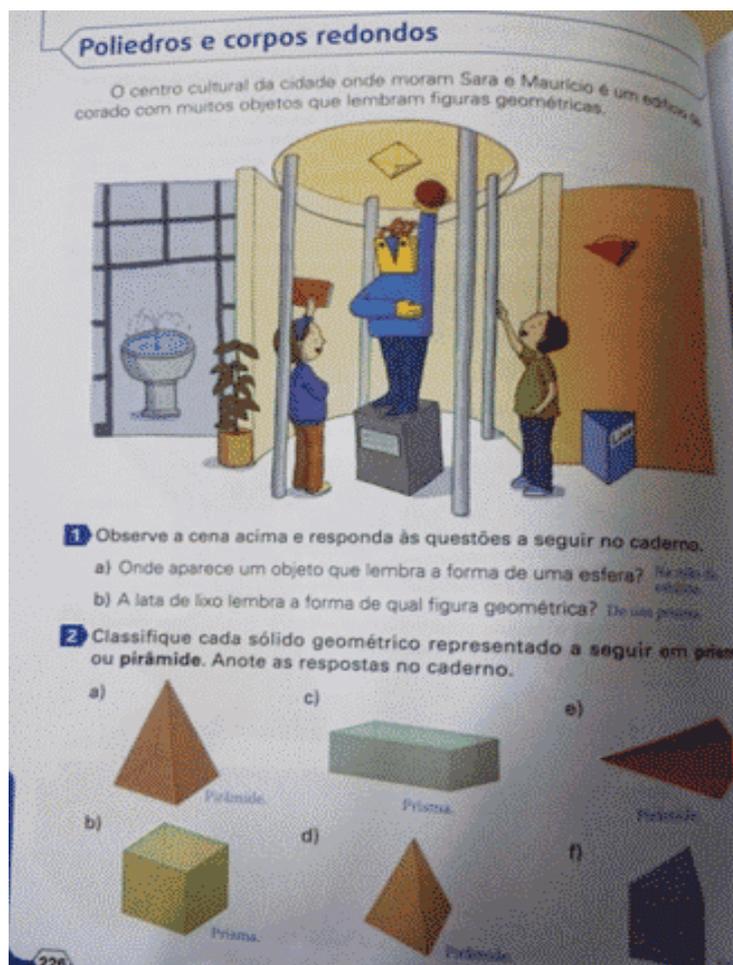
Os alunos efetivaram a contagem quantidade de arestas, faces e vértices dos poliedros em grupo, e os alunos utilizaram do registro escrito de representação em língua natural para realizar a atividade proposta.

Apesar de ser interessante a questão multidisciplinar dessa atividade, Duval (2003) relata a importância dos tratamentos serem realizados de forma simultânea. Porém, neste caso, a atividade artística se limitou a montagem e nomenclatura, e foi realizada não simultaneamente com a aula de Matemática.

No desenvolvimento da aula, a professora entendeu que era necessária a complementação de exercícios. Deste modo, selecionou atividades retiradas do livro 4, da

coleção ‘Aprender Juntos’, de Leite e Taboada (2013), conforme o Quadro 08.

Quadro 08 – Exercícios 1 e 2 sobre Poliedros e Corpos redondos.



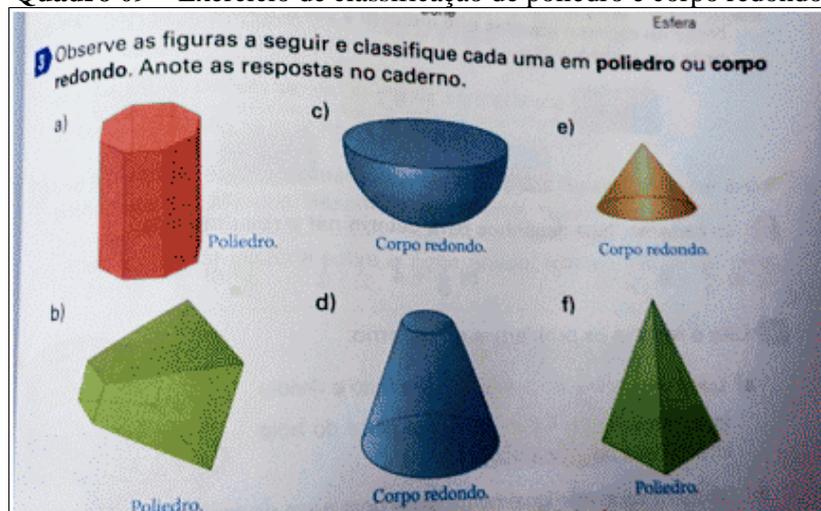
Fonte: LEITE; TABOADA (2013, p. 226).

Nos Exercícios 01 e 02 o enunciado proporcionava um registro de representação pictórico (desenhos idealizados) contendo poliedros e corpos redondos em forma de objetos, sendo que os alunos deveriam encontrá-los e identificá-los de acordo com a forma geométrica, manifestando registros de representação em língua materna.

Ressaltamos que entre as questões (Quadro 08) estavam perguntas como “Onde aparece um objeto que lembra a forma de uma esfera”? (LEITE; TABOADA, 2013, p. 226). Esse tipo de atividade pode auxiliar o aluno a estabelecer relações entre o conhecimento matemático e o ambiente, conforme objetivo sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, descrito em Brasil (1998).

No Quadro 09, a professora solicitou que os alunos realizassem o Exercício 03, da mesma coleção anteriormente descrita.

Quadro 09 – Exercício de classificação de poliedro e corpo redondo.



Fonte: LEITE; TABOADA (2013, p. 227).

Este exercício solicitava a associação dos registros de representação figurais em 3-D com a terminologia matemática ‘poliedro, pirâmide, prisma e corpo redondo’, o que caracterizam os registros de representação em língua materna. Acreditamos que esse tipo de exercício busca a fixação da relação dos conceitos com a nomenclatura, o que configura uma operação de conversão.

Nesta ocasião, percebemos certa dificuldade por parte dos alunos para responder sobre o conteúdo, sendo necessário que a professora fornecesse explicações adicionais para diferenciar corpos redondos e poliedros.

Vale ressaltar que as atividades anteriormente propostas eram discutidas em sala de aula e, em momento posterior, corrigidas de forma individual nos cadernos dos alunos. Ao final da segunda aula a professora mobilizou uma discussão coletiva, por meio do registro de representação na língua natural na forma verbal, revisando os conceitos apresentados na sala.

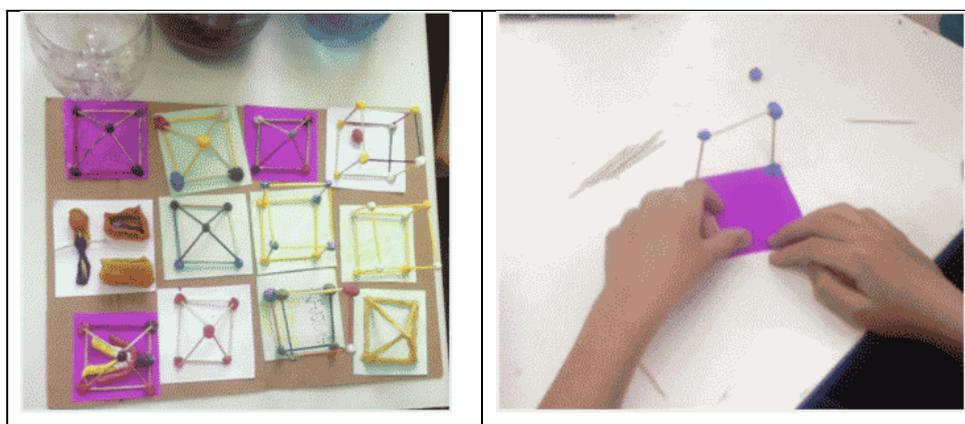
Na terceira aula a professora polivalente retomou a noção de construção dos sólidos iniciados na aula de Educação Artística e fez uma síntese, por meio dos registros de representação verbal na língua natural, na forma verbal e na forma pictórica.

Para desenvolver a aula, inicialmente a docente retomou a história das pirâmides do

Egito em slides. No decorrer, propôs uma etapa da montagem de uma pirâmide de base quadrada com massa de modelar e palitos. Esses materiais eram limitados, por isso a professora pediu aos alunos que contassem quantas arestas e quantas linhas deveriam ter o sólido, para poderem pegar a quantidade exata de palitos e massinha nas prateleiras da sala de aula.

Esta proposta de prospecção teórica sobre a quantidade de material a ser necessária acessa a dualidade entre o eixo ‘Grandezas e Medidas’ com o eixo ‘Numeros e Operações’, proposto na Base Nacional Curricular Comum em Brasil (2016). Além disto, constitui uma atividade do pensamento necessária para se descolar dos conhecimentos espontâneos e caminhar para a construção dos conhecimentos científicos. O Quadro 10 mostra algumas etapas desta montagem pelos alunos.

Quadro 10 – Material confeccionado com palitos e massa de modelar.



Fonte: ARAÚJO (2018, p. 38).

Essa atividade contempla a matriz de referências da Base Nacional Curricular Comum, descrita em Brasil (2016), que pondera a necessária identificação de propriedades dos poliedros, relacionando assim as figuras tridimensionais e as planificações bi-dimensionais. Neste caso, há uma operação de tratamento, pois as mobilizações de registros de representação são figurais (2-D e 3-D).

Análises globais

Para as análises globais consideramos três categorias, representadas no Quadro 11.

Quadro 11 – As três categorias para as análises globais.

Categoria 01	A professora realiza tratamentos ou conversões a moda de Duval (2003) (Quais os tratamentos e conversões que a professora mobiliza durante as aulas?);
Categoria 02	As relações entre o conteúdo e o ensino do tema (A professora conhece metodologias sobre o tema, propõe explicações e tarefas que favoreçam os tratamentos ou conversões?)
Categoria 03	Uso correto das linguagens (A professora utiliza definições, conceitos e terminologias, e as faz de que modo?)

Fonte: Os Autores.

Na categoria 01 (Quais os tratamentos e conversões que a professora mobiliza durante as aulas?), concluímos que nos momentos em que a professora inicia, desenvolve ou sintetiza os elementos geométricos nas aulas, a forma de trabalho didático se faz por meio do registro de representação em língua natural na forma verbal e escrita associada ao registro de representação figural, configurando uma operação de conversão.

Somente em uma atividade na aula 03 (Quadro 10) ocorreu a operação de tratamento, quando houve uma proposta de modelagem. Deste modo, na categoria 01, configurou-se dez atividades de conversão utilizando-se os registros de representação em língua natural e figural e uma operação de tratamento por meio de mobilizações em registros de representação figurais (2-D e 3-D).

Na categoria 02 (A professora conhece metodologias sobre o tema, propõe explicações e tarefas que favoreçam os tratamentos ou conversões?), consideramos que a professora possui certo conhecimento didático sobre as metodologias envolvendo o tema. Notamos uma postura não diretiva para as aulas, visto que a professora busca trazer os conhecimentos cotidianos dos alunos para a sala de aula e favorecer uma exposição dialogada com os alunos. Também é relevante que a professora não inicia a aula copiando os temas na lousa, mas faz os registros à medida que os alunos se manifestam. Observa-se também a proposta de modelagem, que traz um viés de Matemática Experimental para a aula, diversificando o sólido montado com estruturas vazadas com os sólidos obtidos por meio da planificação a partir de um modelo pré-preparado em papel.

Porém, quanto às operações de tratamento e conversão, julgamos que a professora não

tem consciência disso para a preparação das aulas. Para esta afirmação nos apoiamos em uma conversa com a professora, após o término da 3ª sessão de observação, momento em que perguntamos se ela conhecia a Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval.

A professora polivalente nos disse que havia cursado a disciplina de Didática da Matemática, onde foram expostas considerações sobre este tema. Porém, para preparar as aulas no ofício de professora não fazia uso destes, mas se embasava nos livros didáticos e em alguns sites da rede global de comunicações.

Por último, na categoria 03 (A professora utiliza definições, conceitos e terminologias, e as faz de que modo?), percebemos dificuldades com o uso das nomenclaturas e não há o desenvolvimento satisfatório das noções, se limitando aos conceitos espontâneos dos alunos. Neste sentido, em face ao relato da formação em Licenciatura em Matemática da professora concluímos que o curso não contribuiu para um melhor conhecimento matemático do tema desenvolvido.

Isto traz a tona alguns dos diversos fatores que afetam o desempenho do professor em sala de aula, expressos em Lorenzato (1995). O autor apontava para ao parco conhecimento da Geometria advinda da formação acadêmica, pois os cursos de Licenciatura em Matemática geralmente enfatizam conteúdos ligados a Álgebra. Lorenzato (1995) ainda indicava que os professores centram a elaboração das aulas no livro didático, como fonte principal para o desenvolvimento dos temas da Matemática em sala de aula. É notório que essa descrição de Lorenzato (1995) se enquadra no que foi constatado nos registros da professora analisada.

Considerações Finais

Os resultados desta pesquisa reforçam a hipótese que é importante para o professor conhecer sobre os processos cognitivos de transformação e conversão dos registros de representação semiótica. Conforme aponta Duval (2003), eles não acontecem de forma espontânea e clara, o que dificulta o objetivo maior da Educação, que é a busca de autonomia para que o sujeito adquira conhecimento.

Retomamos aqui as preocupações presentes em Curi e Pires (2008), Silva (2011) e Barbosa (2017), autores que destacam uma melhor formação de professores, pois ainda existem lacunas conceituais (relativo ao saber matemático) e didáticas (o que, como e quando ensinar)

os tópicos de Geometria, o que demanda um repensar do currículo dos cursos de Pedagogia e Licenciatura com relação a uma melhor integração entre estes aspectos.

Kluppel e Brandt (2012) argumentam que o apelo ao uso do livro didático pelo professor é um fator de entraves a conscientização e autonomia do professor para articular os conhecimentos teóricos obtidos na formação acadêmica e a prática do professor em sala de aula. Nesse sentido, os autores consideram que o conhecimento envolvendo os registros de representação semiótica são um grande aliado nesse processo de apropriação dos processos de concepção de uma aula significativa, do ponto de vista cognitivo.

Em síntese, os registros de representações semióticas propostos por Duval (2003, 2015) são um grande suporte para melhoria da apreensão matemática, em especial do ponto de vista cognitivo. A grande vantagem em promover a compreensão por meio dos registros de representação semióticos é que ela não se limita a uma determinada fase da vida acadêmica, mas pode prover uma autonomia para a aquisição dos saberes em qualquer fase da vida, tanto por alunos como para professores.

Nesse mote, sugerimos pesquisas envolvendo a formação continuada de professores em Geometria que estimulem a compreensão e o uso dos registros de representação semiótica, como forma de apoio a concepção didática das aulas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Gabriela Amorim. **Os registros de representação semiótica mobilizados na exposição da aula do professor de matemática no ensino fundamental.** 2018. 49f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Licenciatura em Ciências, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2018.

BARBOSA, Aline Pereira Ramirez. **Formação continuada de professores para o ensino de Geometria nos anos iniciais: um olhar a partir do PNAIC.** 2017. 180f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017.

BONOMI, Maria Cristina. Matemática: Objetos e representações. **In: Anais ...** Seminários de Estudo em Epistemologia e Didática (SEED). Faculdade de Educação/USP, 2007.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (2ª versão).** Brasília, DF: Ministério da Educação, 2016.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília: SEMT/MEC,

1998.

COLOMBO, Janecler Aparecida Amorim; FLORES, Claudia Regina; MORETTI, Méricles Tadeu. Registros de representação semiótica nas pesquisas brasileiras em educação matemática: pontuando tendências. **ZETETIKÉ**, Campinas, v. 16, n.29, p. 41-72, 2008.

COUTINHO, Dayane Moara; MORAN, Mariana. Ensinando polígonos por meio de várias representações: Uma experiência com alunos do 6º Ano. **In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, v.12, 2014, Campo Mourão/PR.

CURI, Edda. **Formação de professores polivalentes**: uma análise de conhecimentos para ensinar matemática e de crenças e atitudes que interferem na constituição desses conhecimentos. 2004. 278f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

CURI, Edda; PIRES, Celia Maria Carolino. Pesquisas sobre a formação do professor que ensina matemática por grupos de pesquisa de instituições paulistanas. **Educ. Mat. Pesqui.**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 151-189, 2008.

DUVAL, Raymond. Mudanças, em curso e futuras, dos sistemas educacionais: Desafios e marcas dos anos 1960 aos anos ... 2030! **REVEMAT**. Florianópolis (SC), v.10, n. 1, p. 1-23, 2015.

DUVAL, Raymond. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática. **In: Aprendizagem em Matemática**. MACHADO, S. D. A. (org.). 2. ed. Campinas: Papirus, 2003. Cap1, p.11-33.

KLUPPEL, Gabriela Teixeira; BRANDT, Célia Finck. Reflexões sobre o Ensino da Geometria em livros didáticos à luz da teoria de representações semióticas segundo Raymond Duval. **In: IX ANPED SUL**, 2012. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2024/258>> Acesso em: 12 set. 2020.

LEITE, Ângela; TABOADA, Roberto. **APRENDER JUNTOS**: Matemática 4. São Paulo: Edições SM. 2013.

LORENZATO, Sergio. Por que não ensinar geometria? **Educação Matemática em Revista - SBEM**, Campinas, SP; UNICAMP, n. 4, p. 3-13, 1995.

MORETTI, Méricles Tadeu. O papel dos registros de representação na aprendizagem de matemática. **Contrapontos**, Itajaí, v.2, n. 6, p.344-362, set/dez. 2002.

NACARATO, Adair Mendes. Diálogos entre a Pesquisa e a Prática Educativa. **In: Anais ... IX ENEM (Encontro Nacional de Educação Matemática)**. Belo Horizonte: SBEM, 2007.

SILVA, Silvana Holanda. **Conhecimento de professores polivalentes em geometria**: contribuições da teoria dos registros de representação semiótica. 2011. 167 f. Dissertação

(Mestrado em Educação), Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2011.

SÃO PAULO. **Direitos de aprendizagem nos ciclos interdisciplinar e autoral:** Matemática (Coleção Componentes Curriculares em Diálogos Interdisciplinares a Caminho da Autoria). SME/COPEL, 2016.

SÃO PAULO. **EMAI** (Educação matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: Material do aluno). 5º ano. Secretaria da Educação: Centro de Ensino Fundamental dos Anos Iniciais, 2013, v. 1.

VIANNA, Heraldo Marelím. **Metodologia da observação**. Brasil: Plano Editora, 2003.

ZUFFI, Edna Maura. Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função. **Educação Matemática em Revista**, ano 8, n. 9/10, p.10-16, abr. 2001.

Submissão em: 11/02/2022

Aceito em: 30/05/2022

Citações e referências
conforme normas da:

