

A Aprendizagem da Geometria por Meio de Obras Cubistas no 5º Ano da Educação de Jovens e Adultos – EJA

Mazonilde Dalvina Costa de Souza¹

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt²

Ieda Maria Giongo³

RESUMO

O presente artigo é resultado da pesquisa desenvolvida no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates, que teve como objetivo identificar de que forma o estudo do movimento cubista pode contribuir para a aprendizagem significativa da Geometria no 5º ano da Educação de Jovens e Adultos – EJA – na Escola Municipal Maria Gertrudes Mota de Lima. Tal pesquisa fundamentou-se na teoria de aprendizagem de David Ausubel e nos documentos que regem a Educação de Jovens e Adultos. Foram consultadas diversas obras, como Ausubel (2003), Moreira (2011a), Faingueleirnt e Nunes (2006). Trata-se de uma pesquisa qualitativa com abordagem descritiva, cujos dados foram coletados por meio de atividade diagnóstica, diário de campo, fotografias, filmagens e análise da atividade final. As atividades desenvolvidas na sala de aula, envolvendo a arte do movimento cubista, mostraram-se potencialmente significativas e favoreceram a aprendizagem do conteúdo, espaço e forma. Por meio dos resultados, constatou-se que esse material teve significado lógico ou potencial, resultando em um aprimoramento dos conceitos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos e acarretou a assimilação sequencial de novos conceitos a partir da mediação do professor que auxiliou as atividades práticas na ação progressiva de aquisição de conhecimentos.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. Cubismo. Geometria.

¹ Graduada em Pedagogia e Mestre em Ensino de Ciências Exatas. Professora da rede pública de Boa Vista/Roraima. mazonilde@yahoo.com.br

² Graduada em Matemática. Doutora em Informática na Educação. Professora do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates. mrehfeldt@univates.br

³ Graduada em Matemática. Doutora em Educação. Professora do Mestrado em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates. igiongo@univates.br

**GEOMETRY LEARNING THROUGH THE CUBISM STUDY
IN THE 5TH GRADE OF YOUTH AND ADULTS EDUCATION – EJA**

ABSTRACT

This article is the result of a research conducted in the Professional Masters on Physical Sciences Teaching of Univates University Center, which aimed to identify how the Cubist movement study can contribute for a meaningful geometry learning in the 5th grade of Youth and Adults – EJA at Maria Gertrudes Mota Lima Municipal School. Such study is based on David Ausubel learning theory, and also the documents that rule the Youth and Adults Education. Works as Ausubel (2003), Moreira (2011a), Fainguelernt and Nunes (2006) were consulted. This is a qualitative research with descriptive approach, whose data were collected through diagnostic activity, diary, photographs, filming and analysis of final activity. The activities developed in the classroom, involving the art of the Cubist movement, proved to be potentially significant and favor the content of learning, space and form. With the results, it was found that this material had logical or potential significance, which resulted in an enhancement of existing subsumers concepts in the cognitive structure of the students and led to the sequential assimilation of new concepts through the mediation of the teacher, who helped with practical activities in the progressive action of acquiring knowledge.

Keywords: Meaningful learning. Cubism. Geometry.

A Matemática serviu, por muito tempo, como juiz ou um dos guardiões do Direito que decidia quem era capaz ou incapaz. Essa realidade, no entanto, pode ser diferente, uma vez que ela se justifica por muitas razões, por exemplo, o fato de ser essencial à vida cotidiana e às muitas atividades profissionais do ser humano. É uma disciplina que envolve diversas dimensões que, dependendo do valor que se dá a cada uma delas, tem consequências nos processos de ensino e aprendizagem e no desempenho social exercido pelo cidadão, ou seja, a Matemática é uma ciência que está envolvida em quase todas as atividades humanas, portanto espera-se que seja ensinada de modo significativo (MATOS, 2007).

Logo, refletindo sobre essas questões e entendendo a Matemática como uma ciência rígida enquanto sistematização do conhecimento, pode-se percebê-la, também, segundo Fainguelernt e Nunes (2006), como um componente ligado aos processos intuitivos do ser humano: a imaginação, a criação, a intuição, a emoção e a sensibilidade. Entende-se que esses processos supramencionados são subsídios para justificar o ensino da Geometria por meio do estudo do Cubismo.

Partindo dessa compreensão, a escolha da temática “A arte cubista no ensino da Geometria” emergiu da vivência e experiência profissional de uma das autoras deste artigo, como professora na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Nessa trajetória profissional, pôde-se perceber a grande dificuldade dos alunos em relação à Matemática, apesar de apresentarem conhecimentos de vida nas mais diversas áreas do seu cotidiano, especialmente nessa disciplina. Além disso, visualizou-se sua capacidade de utilizar esse conhecimento para interagir socialmente, embora, muitas vezes, não possuam o conhecimento escolar sistematizado. Durante as aulas, entretanto, percebeu-se pouco interesse pela Arte, além de um certo desprezo pela Matemática, pelo fato de essas disciplinas não apresentarem uma interação aparente com outros conteúdos do currículo, embora a facilidade em relacioná-las às atividades do seu dia a dia.

Assim, acreditou-se na proposta de realizar uma pesquisa que unisse a Arte e a Matemática em diversos contextos, haja vista esta ser uma disciplina que os alunos têm levado mais a sério, apesar das dificuldades em relacioná-la com fatos reais do cotidiano. E como a Geometria é um campo rico da Matemática e

muito importante em diversas áreas do saber, incluindo a Arte, viu-se na interação das duas áreas a possibilidade de novas formas de acesso ao conhecimento por meio do estudo de artes cubistas que retratam a Geometria.

Diante dessa possibilidade, o presente trabalho teve como objetivo geral identificar de que forma o estudo do movimento cubista poderia contribuir na aprendizagem significativa da Geometria no 5º ano da Educação de Jovens e Adultos – EJA – na Escola Municipal Maria Gertrudes Mota de Lima, à luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003).

Aprendizagem Significativa

Conforme Ausubel (1963, p. 58), a aprendizagem significativa “é a construção humana, por excelência, para contrair e armazenar a ampla quantidade de imaginações e informações concebidas em qualquer campo de conhecimento”. Para Moreira (2011a, p. 161), “a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou suposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”.

Quando informações são armazenadas de forma literal e arbitrária, contudo, sem contribuir com o que já se sabe, acontece a aprendizagem mecânica, a qual Ausubel caracteriza como sendo a tarefa de:

Consistir de associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa, e também (independentemente do potencial significativo contido na tarefa) se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal (por exemplo, como uma série arbitrária de palavras) (AUSUBEL, 1963, p. 23).

Assim, o conhecimento alcançado, segundo Moreira e Masini, (2006, p. 17), “fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva sem relacionar-se a conceitos subsunçores específicos”. Para Moreira e Masini (2006, p. 19), porém, não há uma dicotomia entre a aprendizagem significativa e a mecânica, pois elas

são um *continuun*, e a aprendizagem mecânica “é sempre necessária quando um indivíduo adquire informações numa área de conhecimento completamente nova. [...] Isto ocorre até que alguns elementos de conhecimento relevantes existam na estrutura cognitiva”.

Logo, a aprendizagem mecânica pode auxiliar na obtenção de novas informações que servirão de subsunçores à ancoragem de novos conhecimentos que, provavelmente, poderão tornar-se aprendizagem significativa. Dessa forma, o armazenamento de informações arbitrário e literal, próprio da aprendizagem mecânica, tem implicações significativas para a aprendizagem.

Existem, ainda, dois tipos de aprendizagem: a por recepção, na qual “o conteúdo daquilo que vai ser aprendido é apresentado ao aluno sob forma final. A tarefa da aprendizagem não envolve qualquer descoberta independente por parte do estudante. Do aluno, exige-se somente internalizar ou incorporar o material” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20), e a por descoberta, ou seja, “O conteúdo principal daquilo que vai ser aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo aluno antes que possa ser significativamente incorporado à sua estrutura cognitiva. A tarefa primordial desse tipo de aprendizagem é descobrir algo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20).

Quanto às dimensões da aprendizagem significativa, Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 20) afirmam que é possível “estabelecer uma distinção entre aprendizagem por percepção e aprendizagem por descoberta e uma outra, entre aprendizagem automática (por decoração) e significativa”. Mesmo tendo relações com a forma como o conteúdo é repassado, não devem ser confundidas, pois tanto a aprendizagem por percepção como a por descoberta “podem ser automáticas ou significativas, dependendo das condições sob as quais a aprendizagem ocorre” (AUSUBEL, 1961 apud AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20).

Para Ausubel (2003, p. 4), tanto na aprendizagem significativa quanto na mecânica “a reprodução real do material retido também é afetada por fatores tais como tendências culturais, de atitude e pelas exigências de situação específicas do próprio âmbito de reprodução”. Para esse autor, o mecanismo de aprendizagem depende principalmente de dois fatores que se instituem em uma relação significativa tanto dos conhecimentos novos quanto dos estabelecidos, ou

melhor, “quer da natureza da própria tarefa de aprendizagem, quer da natureza da estrutura de conhecimentos *particular* do aprendiz” (AUSUBEL, 2003, p. 73, grifo do autor). Assim, para que ocorra tanto a aprendizagem significativa quanto a mecânica, são necessárias condições particulares do sujeito com o objeto de conhecimento em uma dada situação, bem como relações com o professor e seu contexto sociocultural.

Quando se trata da aprendizagem significativa, contudo, são necessárias outras condições para que ela ocorra. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34), é preciso “que o aluno manifeste uma disposição para relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, o novo material à sua estrutura cognitiva”, ou seja, “uma disposição para a aprendizagem significativa”. E que o material “aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz e principalmente incorporável à sua estrutura de conhecimento através de uma relação não arbitrária e não literal” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34).

Apesar disso, o próprio Ausubel (2003) informa que o material é apenas potencialmente significativo e, para que a aprendizagem significativa ocorra, necessita-se de dois fatores:

Capacidade de relação não arbitrária e não literal para com idéias *particulares* relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, nas várias formas potencialmente relacionais [...] O novo material *não* é potencialmente significativo se, apenas se relacionam com uma estrutura cognitiva hipotética, numa base puramente arbitrária. E a capacidade de relação com a estrutura cognitiva *particular* de um aprendiz em *particular* – é mais propriamente uma característica do aprendiz do que do material *per se* (AUSUBEL, 2003, p. 58, grifo do autor).

Ausubel (2003, p. 57) também afirma que o material de aprendizagem só será “*potencialmente* significativo se houver um mecanismo de aprendizagem significativa” e também for capaz de se relacionar com “a estrutura cognitiva *particular* de um aprendiz em *particular*”. Ou seja, “é a capacidade de subsunção ou de incorporação da estrutura cognitiva de um aprendiz em *particular* que converte o significado ‘lógico’ em potencial e que diferencia a aprendizagem significativa da por memorização” (AUSUBEL, 2003, p. 58, grifo do autor).

Assim, partindo do pressuposto de que os alunos da EJA já possuem um conceito sobre a Matemática e a Arte devido a sua experiência de vida, pode-se afirmar que tais conhecimentos empíricos servirão de subsunçores para uma nova informação que servirá de ancoragem para modificar o conceito subsunçor já existente.

Sobre esse processo, Moreira (2011a, p. 161) afirma que:

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos ou limitados e poucos diferenciados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor.

Em outras palavras, a aprendizagem significativa é um processo cujas novas informações se relacionam com um aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva do sujeito.

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa caracteriza-se como sendo de natureza qualitativa, haja vista que o interesse central esteve relacionado com a interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às ações, numa realidade específica, por meio de observações participativas, em que a pesquisadora ficou imersa no fenômeno de interesse (MOREIRA, 2011b).

No decorrer de 13 encontros foram desenvolvidas várias atividades, totalizando 26 horas-aulas. Os investigados foram 12 alunos do 5º ano da Educação de Jovens e Adultos – EJA – da escola Municipal Professora Maria Gertrudes Mota de Lima, localizada na zona urbana de um bairro periférico de Boa Vista/Roraima. A pesquisadora teve por intuito intervir sobre a realidade encontrada e, por isso, utilizou a metodologia da pesquisa-ação, desenvolvendo o papel de professora e investigadora, dada que, durante o processo, procurou melhorar a prática pedagógica mediante reflexões, estudos e transformações no método de ensino, objetivando a aprendizagem significativa dos pesquisados, além de empregar as observações oriundas da sua própria prática. Para a melhor compreensão das atividades desenvolvidas, apresenta-se o Quadro 1.

Quadro 1- Agenda da intervenção

ENCONTROS	ATIVIDADES
1º	Conversa informal com os alunos e pedido de autorização da pesquisa.
2º	Aplicação da atividade diagnóstica.
3º	Atividade introdutória (organizadores prévios).
4º	Estudo da história do movimento cubista e a relação que esta tem com a matemática. Colagem de recortes de revistas.
5º	Identificação e nomeação das figuras geométricas planas e espaciais. (Mamoeiro, de Tarsila do Amaral)
6º	Atividade em grupo de montar e desmontar sólidos geométricos, relacionando-os com as figuras presentes na obra Calmaria II e objetos do dia a dia.
7º	Construção dos sólidos geométricos.
8º	Classificação dos poliedros e seus elementos.
9º	Estudo, medição dos ângulos e classificação da posição relativa entre dois segmentos de retas com a obra Borboleta Azul, de Romero Britto.
10º	Diferenciação das formas que lembram figuras bidimensionais e tridimensionais a partir da obra Fábrica de Horta Del Ebro, de Pablo Picasso.
11º	Recriação da obra Paisagem com Touro, de Tarsila do Amaral, para transformação das dimensões bidimensionais para tridimensionais.
12º	Autoavaliação: Relatos das dificuldades e aprendizagens desenvolvidas ao longo do processo da prática.
13º	Verificação se a proposta foi potencialmente significativa

Fonte: Os autores, 2014.

Os procedimentos foram realizados em dois estágios: primeiro, o diagnóstico a partir de atividades, em que os “problemas são analisados e as hipóteses são desenvolvidas” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 90) e segundo o terapêutico, por meio da atividade prática, “no qual as hipóteses são testadas por mudanças conscientemente direcionadas” (MOREIRA; CALEFFE, 2008, p. 90).

A partir da atividade diagnóstica constatou-se que os alunos necessitavam desenvolver subsunçores e isso poderia ocorrer por meio dos organizadores prévios para estabelecer uma ligação entre aquilo que já sabiam e o que ainda ignoravam. Estrategicamente, foi realizada uma atividade introdutória que lhes possibilitou ter uma visão mais ampla sobre o assunto que seria estudado. Primeiramente, mediante a exposição do quadro “O mamoeiro”, de Tarsila do Amaral, solicitou-se que fizessem a leitura e identificassem formas geométricas na obra. Em seguida foram apresentados alguns sólidos geométricos prontos para que se familiarizassem com eles: cubo, cilindro, pirâmide, cone, esfera, entre outros. E, posteriormente, identificassem, na obra de arte, figuras que remetessem a esses sólidos geométricos.

Após essas atividades iniciais ocorreu, em sala de aula, a intervenção a partir das obras de artes do movimento cubista, confeccionadas em *banners* e impressas em folhas A4. Assim, os alunos puderam construir formas geométricas sólidas e planas com materiais alternativos. Com isso, foram instigados a refletir sobre a ligação existente entre a Matemática e a Arte por meio da classificação e comparação das formas geométricas.

Para a constatação da aprendizagem significativa aconteceram observações e descrições do desenvolvimento da pesquisa, e, por último, aplicadas atividades que possibilitaram comparar e analisar se houve a evolução das ideias iniciais. Na atividade prática foram desenvolvidos os conteúdos de Geometria espaço e forma (figuras planas, sólidos geométricos e dimensão) utilizando as obras dos artistas cubistas como ponto principal para o ensino e a aprendizagem desses conteúdos. Ademais, registraram-se as interações e comentários dos alunos participantes, além dos acontecimentos ocorridos durante as observações das atividades desenvolvidas mediante o uso do diário de bordo e fotos, o que contribuiu para a conclusão do trabalho.

Os conteúdos desenvolvidos para a aplicação das atividades práticas desta pesquisa partiram da Proposta Curricular para Educação de Jovens e Adultos: 1º segmento, e do entendimento que a Geometria anda junto com a arte, conforme afirmação de Ribeiro et al. (2001, p. 146):

O estudo da Geometria favorece um tipo de pensamento que permite interpretar, descrever e representar de forma organizada o mundo em que vivemos. As atividades de Geometria desenvolvem o sentido espacial, que é a percepção intuitiva do próprio entorno e dos objetos nele presentes. Fazem parte do sentido espacial as idéias e intuições sobre orientação, direção, forma e tamanho das figuras e objetos, suas características e suas relações no espaço.

Por último, aplicou-se a atividade final com o objetivo de averiguar se a proposta metodológica foi potencialmente significativa. Essa atividade foi aplicada uma semana após o término da aula prática.

Na descrição dos resultados utilizaram-se os códigos A1, A2 e assim sucessivamente, de modo a manter o anonimato dos alunos. Adotou-se a pesquisa de caráter descritivo como forma de narrar os resultados, pois, conforme Moreira e Caleffe (2008, p. 70), a “pesquisa descritiva baseia-se na premissa de que os problemas podem ser resolvidos e as práticas melhoradas por meio da observação objetiva e minuciosa, da análise e da descrição”.

Análise e Discussão dos Resultados

A prática é explanada em três tópicos. O primeiro aborda os subsunçores observados inicialmente partindo da atividade diagnóstica. O segundo discute a prática desenvolvida a partir das observações oriundas da prática realizada. Por fim, o terceiro faz menção à atividade final desenvolvida com o grupo de alunos da EJA, cujo objetivo é verificar se ocorreu aprimoramento dos subsunçores.

Os Subsunçores Observados Inicialmente

O processo de avaliação ocorreu por meio da atividade inicial impressa com seis questões, realizadas com uma turma do 5º ano, com o objetivo de compreender as dificuldades desses alunos e, posteriormente, promover novas oportunidades de aprendizagem. As questões envolveram conceitos de figuras planas e sólidos geométricos; nomeação de sólidos geométricos observados na Arte e nos objetos visualizados e manipulados no dia a dia; identificação de

sólidos geométricos na obra de Tarsila do Amaral “Carnaval em Madureira” (1924); nomeação dos elementos do poliedro e identificação de arestas paralelas, concorrentes e reversas. A seguir, exemplos de duas questões da atividade inicial.

1. *O que você entende por figuras planas e por sólidos geométricos?*

Dos dez alunos investigados, seis responderam que desconheciam o assunto, e os demais arriscaram um palpite: *É um quadro, uma mesa ou o piso!* (A1). *São formas* (A2). *Eu entendo que tudo é um sólido geométrico* (A3). *Entendo que são as mesmas coisas* (A4). *São o dado, o quadrado, o círculo etc.* (A5). *Figuras geométricas são desenhos* (A6).

2. *Relacione cada figura a seguir com o sólido geométrico correspondente:*

Figura 1 – Sólidos relacionados na questão 2



Fonte: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/>>.

Dos 12 participantes, apenas 1 (A2) acertou toda a questão; 2, parcialmente; e o restante afirmou não lembrar. Ficou evidente o pouco conhecimento da Geometria por parte dos alunos. As respostas foram: *Cubo, círculo, quadrado, retângulo, pirâmide e cone* (A1). *Cubo, esfera, paralelepípedo, cilindro, pirâmide e cone* (A2). *Cubo, redondo, quadrado, retângulo, pirâmide e triângulo* (A6).

Pelas respostas foi possível perceber as dificuldades que os alunos apresentavam em distinguir, conceituar e exemplificar figuras planas e sólidos geométricos, seus elementos, e mencionar as formas geométricas encontradas em algumas obras de arte de Tarsila do Amaral. O fato indica que eles, possivelmente, não aprenderam, de maneira significativa, esses conteúdos de Geometria nos anos anteriores e possuíam poucos subsunçores relacionados aos conteúdos geométricos espaço e forma, o que nos levou a deduzir que a Matemática desenvolvida com esse público favoreceu muito mais as ideias matemáticas numéricas do que a Geometria, visto que os conteúdos de Geometria contribuem definitivamente para “o desenvolvimento de capacidades intelectuais

como a percepção espacial, a criatividade, o raciocínio hipotético-dedutivo, além de permitirem várias relações entre a Matemática e a Arte, a Matemática e a natureza, etc.” (BRASIL, 2002, p. 23). Segundo a Proposta Curricular para a Educação de Jovens e Adultos (RIBEIRO et al., 2001, p. 110), ao final do 1º segmento o aluno deverá ser capaz de “aperfeiçoar a compreensão do espaço, identificando, representando e classificando formas geométricas, observando seus elementos, suas propriedades”. De acordo com os resultados obtidos nessa atividade, os pesquisados não conseguiram atingir estes objetivos.

Observou-se que as falhas na aprendizagem da Geometria nos anos anteriores desses alunos interferiram no desenvolvimento do “pensamento particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive” (BRASIL, 1998, p. 122), portanto é compreensível a falta de subsunções relacionados aos conhecimentos geométricos.

Segundo os aportes teóricos de Ausubel (2003) e Moreira (2011a), para que ocorra aprendizagem significativa é necessário que haja (subsunções) relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, que devem servir de âncora para novas aprendizagens. Nem sempre, contudo, esses elementos têm estado presentes no cognitivo do aluno e, sendo esta a realidade desta pesquisa, é necessário trabalhar com os organizadores avançados (prévios) que, segundo Ausubel (2003, p. 11), são “um mecanismo pedagógico que ajuda a implementar estes princípios, estabelecendo uma ligação entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que precisa saber”.

Nesta pesquisa, portanto, foi necessária a utilização de organizadores prévios para fornecer “conceitos, proposições e princípios gerais subordinantes para a subsunção daquelas idéias da tarefa de aprendizagem que estão subordinadas a estas últimas idéias mais gerais” (AUSUBEL, 2003, p. 153). Em vista disso, desenvolveram-se atividades com o intuito de promover a aprendizagem significativa dos alunos em relação à Geometria por meio do estudo do cubismo.

Com a exposição do quadro de arte “O Mamoeiro”, de Tarsila do Amaral, os alunos fizeram uma releitura da obra e expuseram suas opiniões sobre o que conseguiram visualizar no *banner*. De modo geral, mencionaram as cores, frutas, casas, plantas e pessoas presentes na obra, no entanto não identificaram

nenhuma forma geométrica, tampouco o movimento artístico que fazia parte do quadro exposto. *Têm algumas pessoas, plantas verdes e casas com janelas azuis (A1); Quadro bonito! Plantas grandes e verdes, ponte benfeita, paisagem bonita! (A2)* foram algumas enunciações. Em seguida, estudou-se o movimento cubista e seus principais artistas (Paul Cézanne, Pablo Picasso, Georges Braque), ocasião em que a turma foi instigada a perceber as formas geométricas existentes na obra “O Mamoeiro”, tanto a plana quanto as que se referiam aos sólidos geométricos.

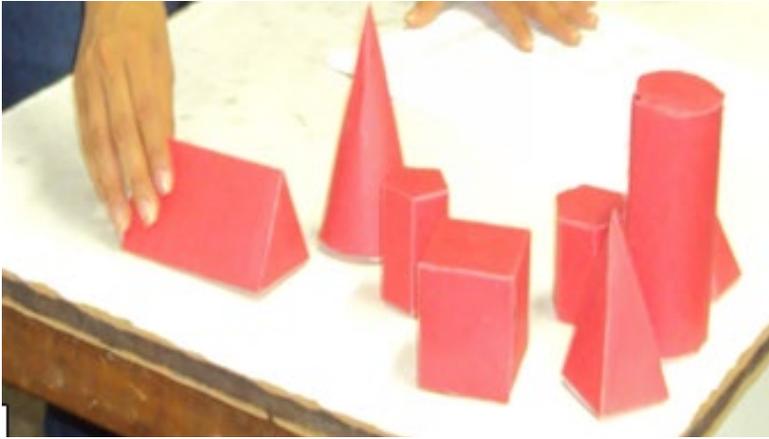
Para que os discentes relacionassem os sólidos geométricos às formas semelhantes da obra de arte, alguns destes foram apresentados. Foi uma atividade simples, procurando seguir as orientações de Ausubel (2003, p. 160), que afirma tratar-se de materiais para fornecer subsunçores, que “devem ser passíveis de aprendizagem e devem apresentar-se em termos familiares. Por conseguinte, tal capacidade de aprendizagem deve ser empiricamente demonstrável e não meramente pressuposta”. As Figuras 2 e 3 mostram os materiais utilizados.

Figura 2 – “O Mamoeiro” de Tarsila do Amaral



Fonte: <<http://www.tarsiladoamaral.com.br>>.

Figura 3 – Comparando as formas



Fonte: As autoras, 2014.

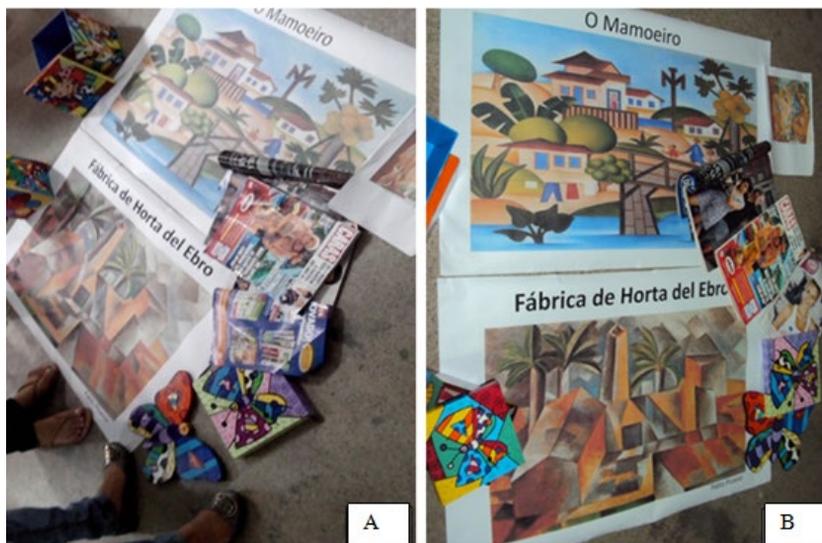
Como a finalidade do material era fornecer ancoragem às atividades subsequentes, a tarefa aplicada consistiu em um organizador comparativo, uma vez que os alunos já tinham familiaridade com o assunto, faltando somente uma relação cognitiva entre o que já sabiam e o que precisavam saber. Inicialmente apresentaram dificuldades em encontrar a Matemática na Arte e, mesmo não conceituando de forma correta, como o caso de o tijolo parecer um retângulo, com o auxílio dos materiais familiares puderam perceber a existência das formas geométricas na obra de arte. Acredita-se que os organizadores aqui explorados conseguiram cumprir com sua função que é, segundo Moreira (2012, p. 3):

- 1 – Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 – Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 – Prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

Atividade Prática Desenvolvida a Partir dos Subsunoços Observados

Ciente de que a Matemática está presente em obras de arte, realizaram-se atividades que aliassem a Matemática e a Arte durante a intervenção. Então, houve o estudo teórico sobre o movimento cubista ligado à primeira. De maneira geral, os alunos expressaram que a atividade relativa à história do cubismo foi agradável e lhes proporcionou conhecimentos. Na sequência, foram expostas revistas, figuras, objetos e obras de arte de Tarsila do Amaral, Pablo Picasso e Romero Britto e foi solicitado que encontrassem semelhanças entre elas:

Figura 4 – (A e B): Materiais de pesquisa



Fonte: As autoras, 2014.

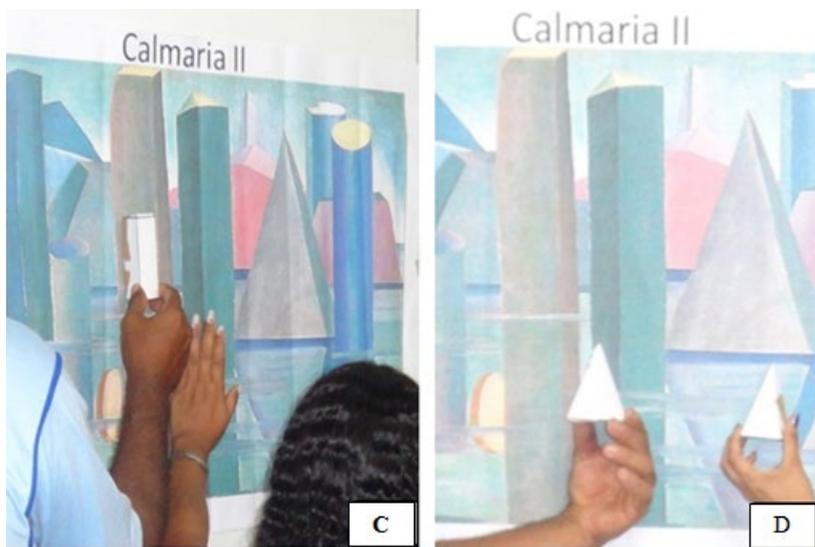
Os alunos, de modo geral, afirmaram que as cores alegres e as formas geométricas encontradas em todas as obras eram traços que se destacavam entre elas. A partir desses conhecimentos prévios explanaram-se os conceitos de figuras planas e sólidos geométricos, ocasião em que eles desenvolveram a colagem com o objetivo de compreenderem os aspectos ligados à abstração das formas geométricas presentes nas citadas obras cubistas. Ao final, cada participante expôs sua produção e a comentou. Essa técnica se justifica, segundo os

Parâmetros Curriculares Nacionais de Arte, pois, “Produzindo trabalhos artísticos e conhecendo essa produção nas outras culturas, o aluno poderá compreender a diversidade de valores que orientam tanto seus modos de pensar e agir como os da sociedade” (BRASIL, 1998, p. 19).

Na aula seguinte os alunos foram identificando e nomeando as figuras planas e as que lembravam os sólidos geométricos e, depois, alguns deles explicaram oralmente o que haviam encontrado na obra de Tarsila do Amaral “O Mamoeiro”. De acordo com Parâmetros Curriculares Nacionais de Arte (BRASIL, 1998, p. 31), “diante de uma obra de arte o espectador pode realizar interpretações que têm tanto a dimensão subjetiva como a objetiva. Isso ocorre durante um processo em que se relacionam as imagens da obra do artista e a experiência do apreciador”. De acordo com alguns discentes, *Nesta obra, tem o quadrado, o retângulo, a pirâmide e o círculo. As casas lembram uma caixa (A4). As plantas parecem uma bola e as casas uma caixa (A7). O pé de mamão parece um cilindro (A8)*. Pode-se perceber que a maioria não conseguiu identificar bem as figuras nas obras de arte planas que remetem a sólidos geométricos, no entanto a intenção foi despertar a intuição, emoção, imaginação e criatividade para a construção gradativa de conceitos geométricos.

A partir da atividade subsequente, em grupo, de recortar, colar e montar as formas geométricas espaciais, os alunos foram criando conceitos de cada sólido, como o cilindro, esfera, cubo, pirâmide e paralelepípedo. Eles mostraram-se entusiasmados ao identificar, na obra “Calmaria II”, de Tarsila do Amaral, as figuras que lembravam os sólidos geométricos a partir da comparação entre elas.

Figura 5 – (C e D): Imagens da obra de arte Calmaria II



Fonte: As autoras, 2014.

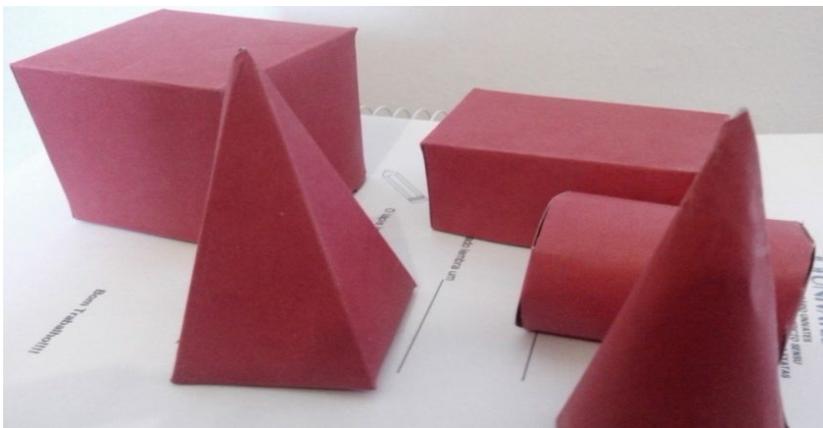
Em seguida foi-lhes solicitada a separação dos corpos redondos dos poliedros. Posteriormente desmontaram os sólidos geométricos, transformando-os em planificações. Expuseram, em cartaz, as partes do sólido, diferenciando os corpos redondos dos poliedros, identificando a quantidade de faces, arestas e vértices.

Com a exposição da obra de arte “Calmaria II” direcionada a um objetivo específico, no caso o ensino e a aprendizagem da Geometria, “o processo de conhecimento advém, então, de significações que partem da percepção das qualidades de linhas, texturas, cores, sons, movimentos, temas e assuntos apresentados e/ou construídos na relação entre obra e receptor” (BRASIL, 1998, p. 33). Essa atividade contribuiu para que os alunos entendessem os conceitos dos polígonos e poliedros, bem como, a partir das planificações, identificassem os sólidos mediante as representações no plano e vice-versa e construísem modelos por meio dessas planificações. “A composição e decomposição de figuras e a identificação de simetrias permitem explorar relações entre as formas e a elaboração de deduções simples” (RIBEIRO et al., 2001, p. 148).

A questão de planificação de um sólido geométrico fez com que os estudantes reconhecessem a quantidade de faces nele existente. O trabalho de compor e decompor (planificação) lhes proporcionou relacionar os sólidos, como a relação estabelecida entre o cubo e o quadrado que a aluna A4 conseguiu realizar depois da planificação e evidência de que o quadrado é uma face do cubo. “Para desenvolver o sentido espacial deve-se propiciar experiências centradas nas noções de direção e orientação, nas formas e tamanhos das figuras, na percepção dos objetos no espaço e como esses elementos se relacionam” (RIBEIRO et al., 2001, p. 148).

Em seguida, em grupos, os alunos desenharam formas geométricas e construíram sólidos geométricos, passando, assim, de meros espectadores a participantes ativos do processo de conhecimento. Apesar da dificuldade na construção dos sólidos, a maioria conseguiu produzir o cubo e o paralelepípedo com as medições apropriadas, inclusive, alguns, a pirâmide triangular. Constatou-se que a cada tentativa de construir um sólido, assimilavam os conceitos. Esse processo é visto como natural, pois “estes novos significados desempenham um papel no aumento de estabilidade, bem como no aumento da força de dissociabilidade associada, que resulta da ligação dos mesmos às idéias ancoradas mais estáveis que lhes correspondem” (AUSUBEL, 2003, p. 8).

Figura 6 – Alguns sólidos construídos de papel cartão



Fonte: As autoras, 2014.

No encontro seguinte os discentes foram incentivados a relacionar as formas geométricas planas da obra de Romero Britto “Borboleta Azul” aos sólidos por eles construídos. A maioria respondeu que, na obra de arte, constavam o triângulo, o círculo e o retângulo. Além disso, eles classificaram os polígonos encontrados na obra e indicaram o número de vértices e arestas, e um número significativo respondeu corretamente. Moreira (2011a, p. 6) ressalta que não se trata de simples associação, mas de “interação que emerge, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos. É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados”.

Continuando as atividades práticas, com o *banner* da obra de arte “Borboleta Azul”, exploraram-se os conceitos de ângulos e da posição relativa entre dois segmentos de retas. Constatou-se que o aluno apreendeu novos conceitos em um processo interno e pessoal que implicou a construção ativa do conhecimento de ângulos, linhas e posição relativa entre dois segmentos de retas. À luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, se o material, o mecanismo e a estrutura cognitiva do aluno “forem satisfeitos, o resultado da aprendizagem deve ser significativo e as vantagens da aprendizagem significativa devem aumentar” (AUSUBEL, 2003, p. 58).

Figura 7 – Atividade de identificação de ângulos a partir da obra Borboleta Azul



Fonte: As autoras, 2014.

No final da atividade foi solicitado que cada aluno fizesse uma releitura da obra de Romero Britto e, utilizando a mesma técnica do artista plástico, elaborasse seu próprio desenho. Ao acabarem, todos comentaram a sua obra e, no geral, chegaram à conclusão de que, com a arte, pode-se explorar vários aspectos da Matemática, por exemplo: ponto, segmentos de retas, vértice e figuras geométricas, como triângulo, quadrado, retângulo, paralelogramo, círculo e outros.

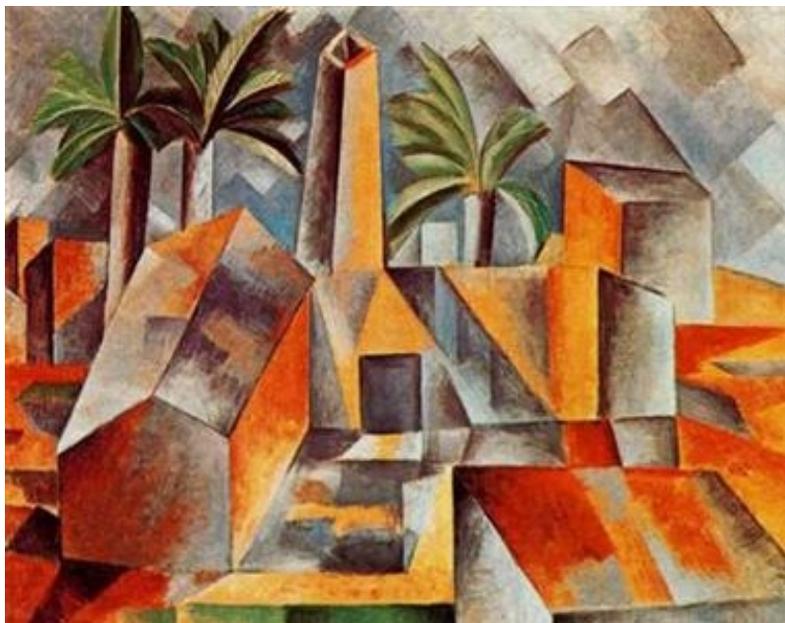
Figura 8 – (E e F): Recriação das obras de arte



Fonte: As autoras, 2014.

Em seguida os alunos começaram a diferenciar as figuras que lembravam imagens bidimensionais e tridimensionais a partir do quadro “Fábrica de Horta del Ebro”, de Pablo Picasso. Com os sólidos geométricos por eles confeccionados foi possível a percepção de que as formas tridimensionais eram aquelas que apresentavam altura, comprimento e largura. Por sua vez, as bidimensionais expunham apenas comprimento e largura.

Figura 9 – Imagem da obra de arte *Fábrica de Horta del Ebro*



Fonte: <<http://laexuberanciadehades.wordpress/pablo-ruiz-picasso/>>.

Para reforçar os conhecimentos adquiridos durante as aulas a atividade seguinte constituiu-se de uma revisão dos conteúdos estudados. A tarefa envolveu as obras de arte de Tarsila do Amaral “Morro da Favela (1924)” e de “Lar Sweet Casa” (1998) de Romero Britto, cujo propósito era identificar e classificar as imagens que lembravam formas geométricas bidimensionais e tridimensionais e os segmentos de retas.

Com a realização das atividades concluiu-se que os alunos, após organizarem informações a respeito desse assunto, conseguiram estabelecer relações de uma disciplina com a outra, ou seja, da Arte do movimento cubista com a Matemática, mais precisamente com a Geometria. Como afirma Ausubel (2003, p. 49), a descoberta envolve um processo em que “o aprendiz deve organizar uma determinada quantidade de informações, integrá-las na estrutura cognitiva existente e reorganizar [...] a combinação integrada, de forma a [...] descobrir uma relação meios-fim ausente”.

Para uma melhor compreensão das formas geométricas planas e espaciais, os pesquisados recriaram a obra “Paisagem com touro”, de Tarsila do Amaral, com materiais alternativos e, posteriormente, identificaram as figuras remetentes às ideias de bidimensionalidade e tridimensionalidade. Nessa atividade os alunos conseguiram aprender os conceitos de sólidos geométricos, classificação dos segmentos de retas quanto a sua posição, diferenciar as figuras bidimensionais das tridimensionais e distinguir poliedros e corpos redondos. O trabalho desenvolvido com as obras do movimento cubista os instigou a visualizar e compreender as formas geométricas. Como afirmam Fainguelernt e Nunes (2006, p. 28), “a riqueza de detalhes do trabalho artístico oferece uma grande vantagem didática e pedagógica como ilustração para o estudo da matemática”.

Figura 10 – (G e H): Resultado da criação da obra: *Paisagem com touro*



Fonte: As autoras, 2014.

Na sequência, cada aluno expôs as suas maiores dificuldades durante o processo de aprendizagem, o que havia aprendido e as dúvidas restantes. No geral, todos afirmaram que aprenderam e apreciaram realizar atividades de Matemática por meio da Arte. Pode-se entender que, a partir das atividades

práticas, o conhecimento adquirido foi mais significativo, pois permitiu que os discentes estabelecessem maior diferenciação e enriquecimento dos conceitos aprendidos. Para Ausubel (2003, p. 43), a aprendizagem significativa é o “produto de uma interação ativa e integradora entre novos materiais de instrução e ideias relevantes da estrutura de conhecimentos existente do aprendiz”. Por conseguinte, aprenderam significativamente a partir de suas concepções prévias, que permitiram a subsunção de novos conceitos, da relevância do novo conhecimento e da predisposição para aprender.

Atividade Final Desenvolvida

Os alunos foram submetidos a uma atividade final, individualmente, com o intuito de descobrir se a “Atividade prática” contribuiu para aumentar seus conhecimentos sobre os conteúdos explorados. Sem o auxílio da pesquisadora, tampouco dos materiais impressos, responderam às questões que abrangeram a nomeação de figuras que remetem à ideia de sólidos geométricos na obra “Calmaria II”; classificação dos elementos dos poliedros expostos em vértice, face e aresta; identificação dos segmentos de retas; classificação dos ângulos destacados na obra de arte de Tarsila do Amaral “Carnaval em Madureira”; identificação de figuras que remetem às formas bidimensionais e tridimensionais na obra artística de Pablo Picasso “Vaso Azul”. Na última questão, fizeram uma releitura da obra de Romero Britto e, utilizando a mesma técnica do artista plástico, elaboraram seu próprio desenho. Eles tiveram o cuidado de reproduzir as formas geométricas, linhas, cores vivas e fortes, característica marcante nas obras do artista. A seguir, duas questões realizadas:

- 6) Descreva o que você observa na obra “Vaso Azul”, de Pablo Picasso, e identifique as figuras que remetem às formas bidimensionais e tridimensionais:

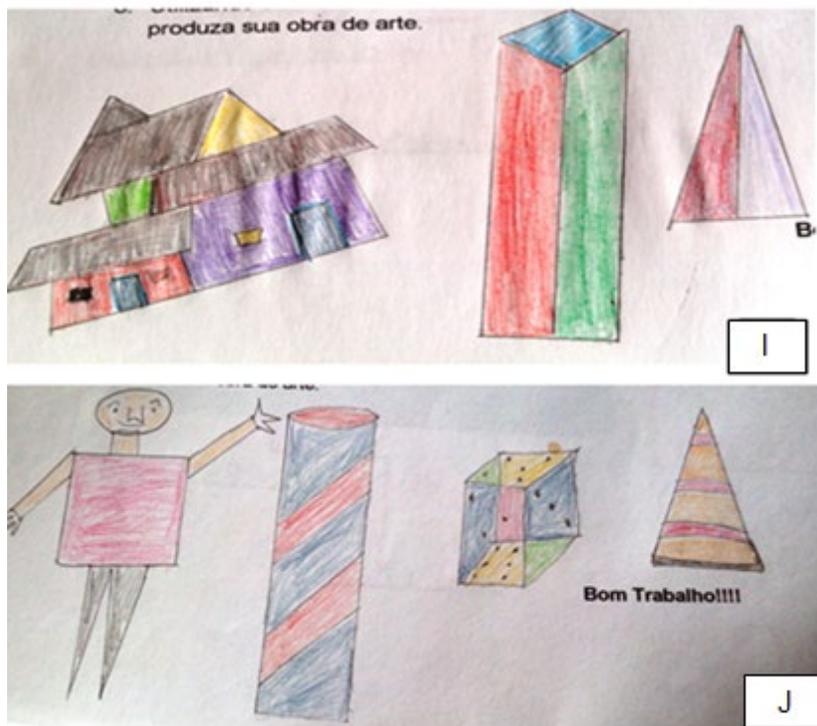
Figura 11 – Imagem da obra de arte “Vaso Azul” – Pablo Picasso



Fonte: <<http://laexuberanciadehades/pablo-ruiz-picasso/>>.

A maioria descreveu a obra identificando o vaso azul, as formas por cores, pela colocação de setas ao lado da figura, como: círculo preto e retângulo vermelho. E, como formas tridimensionais, relacionaram a imagem vermelha com o cilindro. Percebe-se que os alunos, nessa atividade, conseguiram distinguir formas planas de sólidos geométricos, como também nomear cada uma delas.

Figura 12 – (I e J): Produções dos alunos utilizando a técnica cubista



Fonte: Os autores, 2014.

Os resultados apresentados pelos alunos em todas as questões foram consideravelmente superiores em relação ao obtido na atividade diagnóstica, o que confirma a aquisição de novos conhecimentos mediante um processo de alteração de conceitos anteriormente aprendidos. Eles conseguiram nomear os sólidos geométricos, classificar elementos do poliedro, identificar segmentos de retas, classificar ângulos, identificar figuras que lembravam imagens bidimensionais e tridimensionais em algumas obras de arte. Houve, portanto, uma nova maneira de resolver as questões incididas por várias intervenções que transformaram as proposições anteriores. Para Ausubel (2003, p. 97), esse fato é “uma questão de aprendizagem por recepção significativa”, pois advém do processo real de transformação dos conceitos por meio da resolução de problemas potencialmente significativa.

Logo, o material utilizado para explicar os conteúdos geométricos sobre espaço e forma durante a intervenção influenciou a estrutura cognitiva do aprendiz, visto que foi aplicado “de forma sistemática, através de métodos apropriados de apresentação, disposição e avaliação da aquisição significativa da matéria, através da utilização adequada de material de instrução organizado e pré-testado” (AUSUBEL, 2003, p. 10).

O número de acertos foi variável; uma parte dos alunos não acertou todas as questões. Segundo Ausubel (2003, p. 1), “devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos”.

Os materiais aqui utilizados – as obras de arte, os sólidos geométricos e as atividades impressas – foram organizados de modo a oferecer múltiplas experiências e aprendizagens, considerando os depoimentos e os resultados positivos obtidos por meio das atividades realizadas com êxito, o ânimo dos alunos em fazer as tarefas solicitadas e, principalmente o entusiasmo ao superar os obstáculos encontrados com os conceitos geométricos a partir do movimento cubista. De acordo Fainguelernt e Nunes (2006, p. 33), a Arte (movimento cubista) “mobiliza sentidos e capacidades essenciais para o desenvolvimento humano, como criatividade, imaginação, observação, etc., constitui uma faceta essencial para o aproveitamento do aluno nas demais disciplinas”.

Os dados obtidos mostram a evolução do processo da aprendizagem dos alunos. No entendimento de Ausubel, Novak e Hanesian (1980), quando se trata da aprendizagem escolar, esta acontece em grande parte mediante a assimilação de conceitos, que é a forma predominante da aprendizagem tanto das crianças como dos adultos. Esses autores, contudo, ainda destacam que, apesar da assimilação de novas preposições, para que haja uma aprendizagem significativa são necessárias duas condições: a primeira envolve a disposição para aprender por parte do aluno; a segunda diz respeito ao conteúdo, o qual deve estar relacionado de “forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante que possui significado ‘lógico’” (AUSUBEL, 2003, p. 1).

Os resultados aqui expostos evidenciam que o trabalhado com material potencialmente significativo foi importante para a aprendizagem dos conteúdos geométricos, como espaço e forma, estudados nesta pesquisa. É importante frisar, porém, que esse material, por si só, não é suficiente; além de um planejamento de ações e realização das atividades bem organizado, é preciso que ele esteja relacionado de forma lógica com a estrutura cognitiva do aluno. Cabe destacar que tais fatores foram priorizados neste trabalho.

Considerações Finais

A partir da pesquisa e da intervenção realizada neste trabalho, nota-se a importância de se buscar, na prática pedagógica concretizada aqui por meio do uso de materiais potencialmente significativos, os aspectos teóricos referentes à aprendizagem significativa, no que diz respeito à compreensão de particularidades importantes que devem ser consideradas nos processos de ensino e aprendizagem do aluno.

À luz da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (2003) é importante considerar o material potencialmente significativo e a disposição que o aluno tem para a aprendizagem, e neste trabalho foram levados em conta tais aspectos por meio de atividades pedagógicas que envolvem a Arte do movimento cubista e a Matemática como contribuição à aprendizagem significativa da Geometria no 5º ano da Educação de Jovens e Adultos.

No caso do ensino da Geometria por meio da arte do movimento cubista foi imprescindível a avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos e, mediante a atividade inicial ficou comprovada a inexistência de subsunçores relevantes para representações dos sólidos geométricos, habilidades para nomear linhas quanto sua posição, capacidade para distinguir um poliedro de um polígono e competência para identificar uma figura bidimensional de outra tridimensional. Por meio desta constatação, os organizadores prévios comparativos utilizados em forma de atividades serviram como ideias-âncoras à estrutura cognitiva dos alunos para facilitar a posterior aprendizagem significativa. A partir destes

organizadores foi possível elaborar materiais apropriados para dar sequência às atividades e preparar métodos que incidissem em processos de ensino e de aprendizagem de forma mais significativa.

Ao longo da intervenção foram realizadas atividades que contemplaram o movimento cubista e os conteúdos geométricos. Tal metodologia resultou na produção de materiais potencialmente significativos, uma vez que favoreceu aos alunos a interação entre os conceitos existentes na estrutura cognitiva (estabelecido a partir dos organizadores prévios) e as novas informações fornecidas, ou seja, permitiu a interação entre as proposições de forma não arbitrária e substantiva na sua estrutura cognitiva.

Como comprovação dessa afirmação, as questões mostram a evolução gradativa que os alunos tiveram depois das atividades de intervenção. Conforme os resultados anteriores da atividade final, o número de acertos foi relevante se comparado com os resultados anteriores (atividade inicial). Durante o processo de intervenção observou-se os avanços, os recuos, o entusiasmo e a motivação dos alunos em trabalhar com materiais diferenciados. Foi uma prática contínua e dinâmica que possibilitou identificar o desenvolvimento da estrutura cognitiva, bem como as ideias equivocadas ainda existentes nos alunos por meio de depoimentos, ações e mudança de atitudes.

Tal verificação responde a outro objetivo deste trabalho: estimular os alunos a estabelecer conexões entre a arte cubista e a Matemática. Foi realizada esta ligação por intermédio das obras de artes expostas em *banner* e impressas em folhas de papel como exercícios. O fato de os alunos conseguirem identificar as formas geométricas nas obras e posteriormente nomeá-las sem dificuldades mostrou que este objetivo foi atingido.

Avaliando os resultados constatou-se que as atividades desenvolvidas favoreceram a aprendizagem significativa dos conteúdos propostos e proporcionaram aos alunos uma compreensão da Geometria por meio do Cubismo. Eles abstraíram e resolveram as questões demonstrando a aquisição de novos subsunçores relacionando-os a situações do dia a dia.

Logo, um tipo de aprendizagem percebida durante a intervenção pedagógica foi a aprendizagem por subsunção ou subordinada, quando o aluno consegue relacionar os conceitos subsunçores já estabelecidos na estrutura cognitiva com os novos apresentados de forma hierárquica. Isso aconteceu quando os alunos relacionaram ângulos de modo geral com as suas classificações, por exemplo.

Os resultados, portanto, confirmaram que o material utilizado nesta pesquisa teve significado lógico ou potencial, isto é, os elementos que o compuseram estavam organizados em uma estrutura coerente e não apenas sobrepostos de forma arbitrária. Houve também o cuidado de organizar os temas de maneira que estabelecessem relações significativas entre os termos aprendidos, facilitando a assimilação dos conteúdos. Logo, observa-se que os materiais utilizados nas aulas foram importantes para o processo da aprendizagem significativa dos alunos, no entanto, conforme Ausubel (2003), para que os resultados da aprendizagem sejam de fato significativos, as condições devem ser satisfatórias, tanto do material quanto da metodologia utilizada. Assim, é importante que o professor identifique que conhecimentos prévios dos alunos se incluem no novo material a ser usado para lhes proporcionar oportunidades de refletir sobre novas informações.

Referências

AUSUBEL, David P. *A psicologia da aprendizagem verbal significativa*. Learning. Nova York: Grune & Stratton, 1963.

_____. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Trad. Eva Nick. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. *Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: matemática*. Brasília, DF: MEC; SEF, 1998.

_____. *Proposta curricular para a Educação de Jovens e Adultos: segundo segmento do Ensino Fundamental: 5ª a 8ª série*. Brasília, 2002. V. 3.

FAINGUELERNT, Estela Kaufman; NUNES, Kátia Regina Ashton. *Fazendo arte com a matemática*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

MATOS, J. F. Matemática, educação e desenvolvimento social – questionando mitos que sustentam opções actuais em desenvolvimento curricular em matemática. In: *Dimensão sócio-política da educação matemática*. Lisboa: Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2007.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011a.

_____. *Metodologias de pesquisa em ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2011b.

_____. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, vol. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz G. *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

RIBEIRO, Vera M. M. et al. *Educação para jovens e adultos: Ensino Fundamental: proposta curricular – 1º segmento*. São Paulo: Ação Educativa; Brasília: MEC, 2001.

Recebido em: 30/10/2014

Aceito em: 12/1/2016