UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA-PPGECIM

TANGRAM TANGÍVEL E A EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS EM GEOMETRIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Anézio Ferreira Mar Neto

Manaus-Am
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA-PPGECIM

ANÉZIO FERREIRA MAR NETO

TANGRAM TANGÍVEL E A EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS EM GEOMETRIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação do Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Junior.

Manaus-Am
2017

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Mar Neto, Anézio Ferreira

M298t Tangram Tangível e a exploração de conceitos em geometria no ensino fundamental. / Anézio Ferreira Mar Neto. 2018.

135f.: il. color; 31 cm

Orientador: Alberto Nogueira de Castro Júnior
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Geometria. 2. Tangram. 3 Aprendizagem Significativa. I. Castro Júnior, Alberto Nogueira de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ANÉZIO FERREIRA MAR NETO

TANGRAM TANGÍVEL E A EXPLORAÇÃO DE CONCEITOS EM GEOMETRIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação do Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Junior.

Defesa Pública em 18/12/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Nogueira de Castro Junior – Presidente
Universidade Federal do Amazonas – PPGECIM-UFAM

Prof. Dr. José Luis de Souza Pio – Membro
Universidade Federal do Amazonas – PPGECIM-UFAM

Prof.ª Dr.ª Elaine Harada Teixeira de Oliveira – Membro
Universidade Federal do Amazonas – PPGI-UFAM

DEDICATÓRIA

À minha família, a meus irmãos, em especial, meus pais, por toda a vida dedicada a mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder paz de espírito, força e determinação em todos os momentos.

Ao Professor Doutor Alberto Nogueira de Castro Jr, meu orientador, pela paciência, em me acompanhar nesta longa caminhada.

A todos os professores do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, por proporcionar-me o conhecimento, a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação e por tanto ter concedido dedicação à minha pessoa; não somente pelos ensinamentos, mas por possibilitar a aprendizagem.

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, doaram um pouco de si para que a conclusão desta pesquisa se tornasse possível.

Só o que tenho a dizer é – Muito Obrigado!

Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridade, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridade e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por se omitir! Não tenhas medo dos tropeços da jornada. Não podemos esquecer que nós, ainda que incompletos, fomos o maior aventureiro da história (AUGUSTO CURI).

RESUMO

Apresenta-se neste trabalho o uso de um objeto de aprendizagem tangível para apreensão de conceitos em geometria e a análise de suas contribuições para o desenvolvimento/construção de conceitos relacionados à classificação de polígonos e a área de figuras planas pautados no conjunto de habilidades e competências pré-definidas nos PCN e BNCC aos estudantes do 7°ano do ensino fundamental. O estudo está fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, onde os novos conceitos devem ser ancorados em conhecimentos prévios relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz e nas contribuições do construcionismo de Seymour Papert, em que o uso da tecnologia como ferramenta para construção de conceitos deve acontecer de forma prazerosa, em atividades do interesse do estudante. A metodologia utilizada foi de cunho essencialmente qualitativo. Na coleta de dados foram utilizados questionários, observação direta e filmagens durante a aplicação de atividades a partir de sequências didáticas específicas, inclusive um estudo de caso em uma escola da rede municipal de ensino de Manaus. Os dados obtidos foram analisados a partir da categorização das unidades de análise, tendo como base a análise de conteúdo de Bardin, utilizada para apresentação e discussão dos resultados.

Palavras-chaves: Geometria. Tangram. Tecnologia. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

In this work we present the use of a tangible learning object to concept apprehension in Geometry and analysis of its contributions for concept development and/or construction related to polygon classification and planar figure area based upon on the competence and abilities set as defined in PCN and BNCC for 7th year students. This study is based on meaningful learning theory by David Ausubel, where new concepts must be anchored to previous knowledge relevant to the learner cognitive structure and on contributions of Seymour Papert's constructionism, in which technology is seen as a tool for concept construction should happen in activities of student interest. The methodology used was essentially qualitative. Data collection used questionnaires, direct observation and filming during experimentation with specific didactic sequences, including a case study in a public school of Manaus. Data categorization was based on Bardin´s theory of contents analysis, that was also used to present and discuss results.

Keywords: Geometry. Tangram. Technology. Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados da Prova Brasil referente ao 9°ano do Ensino Fundamental 16
Figura 2 – Representações Geométricas do Homem Neolítico 24
Figura 3 – Decomposição do quadrado 25
Figura 4 – Decomposição do retângulo 26
Figura 5 – Composição do retângulo 27
Figura 6 – Cálculo Algébrico 27
Figura 7 – Exemplos de Polígonos 29
Figura 8 – Polígonos Convexo e Não Convexo 30
Figura 9 – Quadrilátero: Trapézios e Paralelogramos 33
Figura 10 – Processo de ancoragem da nova informação na aprendizagem significativa 36
Figura 11 – Requisitos para que ocorra a aprendizagem significativa 38
Figura 12 – Aprendizagem mecânica na estrutura cognitiva do indivíduo 38
Figura 13 – Objeto/Representação 43
Figura 14 – Cadeira=Conceito 43
Figura 15 – Tangram de sete peças 52
Figura 16 – App Tangram 54
Figura 17 – App Tangram 54
Figura 18 – App Tangram 54
Figura 19 – Tangram House 54
Figura 20 – Tangram Digital 55
Figura 21 – Tangram Digital 55
Figura 22 – Arquitetura do Design 67
Figura 23 – Peças do Tangram sendo reconhecidas no circuito, protótipo 1 68
Figura 24 – Peças do Tangram com sensores arduíno de reconhecimento, protótipo 2 68
Figura 25 – Esquema de reconhecimento de posições do Tangram Tangível 69
Figura 26 – Webcam, peças e App do Tangram Tangível 70
Figura 27 – Webcam, peças e App do Tangram Tangível 70
Figura 28 – Webcam, peças e App do Tangram Tangível 70
Figura 29 – Planejamento do OA 72
Figura 30 – Planejamento Pedagógico 73
Figura 31 – Figuras Geométricas/Peças do Tangram 74
Figura 32 – Formas Geométricas Ocultas 75
Figura 33 – Triângulos/Peças do Tangram 76
Figura 34 – Triângulos/Peças do Tangram 76
Figura 35 – Triângulos/Peças do Tangram 76
Figura 36 – Tela do iPad/Tangram Osmo 82
Figura 37 – Ficha de apoio à Atividade 1..... 85
Figura 38 – Ficha de apoio à Atividade 2 86
Figura 39 – Ficha de apoio à Atividade 2 87
Figura 40 – Ficha de apoio à Atividade 2 87
Figura 41 – Formatos geométricos identificados na Atividade 1 pela dupla I 111

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Acesso ao computador pelos estudantes 100
Gráfico 2 – Utilização do computador pelos estudantes do 7° ano 100
Gráfico 3 – Identificação dos formatos geométricos pelos estudantes 101
Gráfico 4 – Percentual de acerto das duplas no Desafio 1 da Atividade 2 102
Gráfico 5 – Percentual de acerto das duplas no Desafio 2 da Atividade 2 102
Gráfico 6 – Percentual de acerto das duplas no Desafio 3 da Atividade 2 102
Gráfico 7 – Tempo de execução dos Desafios da Atividade 1 103
Gráfico 8 – Tempo de execução dos Desafios da Atividade 2 104
Gráfico 9 – Estratégia das duplas na Atividade 1 105
Gráfico 10 – Estratégia das duplas na Atividade 1 105
Gráfico 11 – Dificuldades encontradas pelos estudantes na Atividade 1 106
Gráfico 12 – Dificuldades encontradas pelos estudantes na Atividade 2 107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Polígonos e áreas de figuras planas à luz da BNCC 23
Quadro 2 – Polígonos 30
Quadro 3 – Classificação dos triângulos 32
Quadro 4 – Processo de assimilação na aprendizagem significativa 39
Quadro 5 – Diferenças entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa 40
Quadro 6 – Resumo dos artigos relatados 62
Quadro 7 – Demonstrativo de conteúdos abordados com o Tangram 64
Quadro 8 – Categorização do corpus da pesquisa 95

Sumário

INTRODUÇÃO 15
Objetivo geral 19
Objetivos específicos 19
1 GEOMETRIA E OS PCN'S 20
1.1 Conceitos de Área, Composição e Decomposição de figuras planas e Classificação de Polígonos 24
2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA 34
3 TECNOLOGIAS, EDUCAÇÃO E O CONSTRUCIONISMO 45
4 O TANGRAM TANGÍVEL 51
4.1 Tangram 52
4.1.1 App Tangram 54
4.1.2 Tangram House 54
4.1.3 Tangram Digital 55
4.2 O lúdico e o ensino de Matemática 56
4.3 Trabalhos correlatos sobre o Tangram 57
4.4 Tangram Tangível 63
5 PERCURSO METODOLÓGICO 71
5.1 Planejamento do OA 71
5.2 Contexto do OA 73
5.3 Abordagem do OA 73
5.4 Objetivos e Atividades do OA 74
5.4.1 Atividade 1 74
5.4.2 Atividade 2 75
5.4.3 Atividade 3 76
5.5 Roteiro 77
5.6 Estudo Piloto 77
5.6.1 Problemas encontrados 79
5.6.2 Aspectos observados 79
5.7 Tangram Osmo 81
5.8 Sequência didática 83
5.8.1 Atividade 1 85
5.8.2 Atividade 2 86
5.9 Coleta de Dados 88

5.10 Sujeitos da pesquisa 89
5.11 Aplicação das Atividades 89
5.12 Resultados 90
5.12.1 Organização dos dados 91
5.12.2 Categorias do corpus da pesquisa 93
5.12.3 Descrição das categorias 99
5.12.4 Ensino de Matemática utilizando ferramentas tecnológicas 99
5.12.5 Classificação de polígonos a partir de noções conceituais 101
5.12.6 Noção de área de figuras planas 101
5.12.7 Avaliação do uso do OA no ensino de Geometria 103
5.12.8 Estratégia utilizada para solucionar os desafios 104
5.12.9 Dificuldades conceituais encontradas para solucionar os desafios 106
6 DISCUSSÃO 107
7 CONCLUSÃO 119
7.1 Contribuições da Investigação 120
7.2 Trabalhos Futuros 120
REFERÊNCIAS 122
APÊNDICE A- FORMULÁRIO DE PESQUISA 127
Apêndice B 129
Apêndice C 132
Apêndice D 135

INTRODUÇÃO

A perspectiva do mundo sobre o século XXI despertou, à época da virada do milênio, curiosidades acerca de que tipo de tecnologias estaria à disposição da sociedade. Desde então, tem-se observado que o mundo tem mudado em ritmo acelerado após o processo de globalização e difusão tecnológica. Nos dias atuais, o uso das tecnologias tem se tornado cada vez mais rotineiro na sociedade, seja para obter informações ou para se comunicar, podemos dizer que, em alguns casos, existe uma dependência tecnológica para realização de certas atividades, e isso tem impactado diretamente na formação dos sujeitos deste novo século.

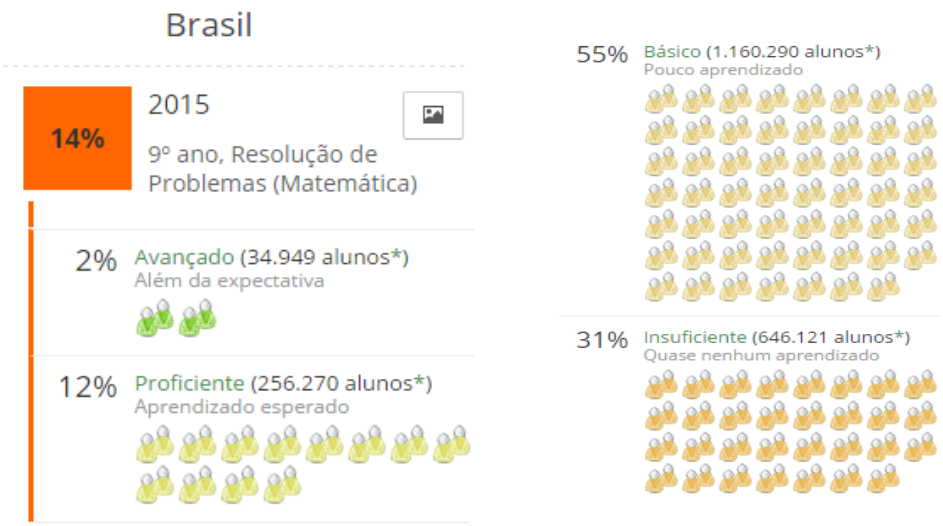
O mundo encontra-se na Era Digital, em que os estudantes estão imersos em uma revolução tecnológica, fazendo uso de computadores, celulares, *smartphones* e *tablets*. Esses são apenas alguns dos aparelhos utilizados pelos estudantes para acessar a informação, e que, por meio da internet, interagem em sites de relacionamentos, onde trocam mensagens, acessam vídeos e realizam outras tarefas que fazem parte do seu cotidiano. Os estudantes estão familiarizados com a tecnologia dessa Era e, segundo Prensky (2001), são chamados de “nativos digitais”. Entender quem são os estudantes dessa Nova Era é o primeiro passo para se alcançar uma aprendizagem satisfatória.

Ante esse cenário, as escolas do século XXI são vistas como unidades integradoras que promovem o conhecimento oral, escrito e digital. Os procedimentos didáticos, nesta nova realidade, devem privilegiar a construção coletiva dos conhecimentos mediada pela tecnologia, na qual o professor intermedia e orienta essa construção, oportunizando aos discentes uma nova possibilidade de interação e construção de conceitos em matemática.

Para tal, buscando consolidar a incorporação dessas ferramentas tecnológicas no Sistema Educacional Público, é necessário que as lideranças educacionais continuem criando condições para a implantação e disseminação da Informática na Educação, como um dos meios tecnológicos eficientes disponíveis. Andrade e Teruya (2007, p. 05) descrevem que “o foco principal na educação escolar deve ser a criação de ambientes de aprendizagem para que ocorra a assimilação da informação que leve à concretização do conhecimento capaz de promover a aprendizagem significativa”.

As avaliações em larga escala do SAEB, Prova Brasil, revelam-nos um panorama dos conhecimentos matemáticos apreendidos pelos estudantes de todo o Brasil. Os indicadores de proficiência[1] da Prova Brasil estão distribuídos em habilidades e competências que sintetizam conhecimentos básicos desejáveis em estudantes concludentes do 5°ano e 9°ano do ensino fundamental, que podem ser posicionados em 4 níveis de proficiência: avançado, proficiente, básico e insuficiente. Os estudantes que se encontram no nível insuficiente apresentam pouquíssimo aprendizado e necessitam de recuperação dos conteúdos; estudantes com nível básico precisam reforçar os conteúdos aprendidos; estudantes com nível proficiente estão aptos a continuar seus estudos, sendo recomendado aprofundar os conteúdos; estudantes com nível avançado apresentam aprendizado acima das expectativas recomendando-se atividades complementares com maior complexidade. De acordo com o último resultado da Prova Brasil do 9°ano em 2015, a maior parte dos estudantes da rede pública está concentrada nos níveis básico e insuficiente, como nos mostra a imagem abaixo.

Figura 1
Dados da Prova Brasil referente ao 9°ano do Ensino Fundamental
(Itens de Matemática)



Fonte: Prova Brasil (2015). Classificação não oficial (QEdu).

[1] Na Prova Brasil, o resultado do aluno é apresentado em pontos numa escala (Escala SAEB). Discussões promovidas pelo comitê científico do movimento Todos Pela Educação, composto por diversos especialistas em educação, indicaram qual a pontuação a partir da qual pode-se considerar que o aluno demonstrou o domínio da competência avaliada. Decidiu-se que, de acordo com o número de pontos obtidos na Prova Brasil, os alunos são distribuídos em 4 níveis em uma escala de proficiência: Insuficiente, Básico, Proficiente e Avançado (Fonte: QEdu).

Como podemos ver na figura 1, os resultados alcançados pelos estudantes do 9°ano na Prova Brasil (2015) mostram um baixo índice de proficiência em matemática, fazendo-nos refletir sobre o atual ensino da disciplina em nosso país. Destaco duas habilidades não alcançadas pela maioria dos estudantes:

- Classificar polígonos por meio de suas propriedades;
- Determinar áreas de figuras simples (triângulo, paralelogramo, trapézio), inclusive utilizando composição e decomposição.

Essas habilidades estão classificadas nos níveis 6 e 8, respectivamente, na escala do SAEB - significa que apenas estudantes de nível proficiente e avançado possuem tal habilidade. De fato, classificar polígonos e determinar áreas de figuras simples são habilidades básicas que se esperam dos estudantes concludentes do 9°ano, afinal, calcular a quantidade de caixas de cerâmicas necessárias para recobrir um piso ou quantas latas de tinta são necessárias para pintar uma casa são problemas que permeiam o cotidiano de muitos cidadãos.

A visão geral do sistema educacional brasileiro nos remete a uma reflexão profunda sobre diversos fatores que impactam diretamente na qualidade da educação do nosso país. A valorização do professor é um fator intrigante, pois todos reconhecem a função estratégica, formadora desse profissional a uma nação, porém em muitos casos não lhes são dadas condições mínimas de trabalho para exercer sua profissão: a falta de material, salas inadequadas, formação profissional continuada, plano de cargos e salários compatíveis com a profissão, enfim, são vários fatores reivindicados por essa classe que afetam diretamente o processo educacional, sem levar em conta o ‘caos’ nas lideranças políticas nesse momento histórico do país. Como melhorar esse quadro? Dentro da sala de aula o que é possível fazer para melhorar o ensino de Matemática?

Um dos fatores que contribuem para essa defasagem na aprendizagem do estudante é o ensino da Matemática de forma tradicional, exigindo-se do estudante que decore demonstrações de teoremas (memorização) e resolva listas com enorme quantidades de exercícios (mecanização) deslocados do mundo real, todavia os resultados dessa metodologia de ensino não foram substancialmente satisfatórios (IMENES, 1989).

É difícil despertar o interesse, prender a atenção durante as aulas de matemática, diante de uma série de conceitos que são expostos desprovidos de

significado ao estudante. Isso acontece quando o estudante é visto como sujeito passivo no processo de ensino (HIRATSUKA, 2003).

Vale ressaltar ainda que não se trata de estigmatizar o lápis ou o quadro negro, e muito menos negligenciar o papel da memorização e mecanização como parte do processo de aprendizagem, mas valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, sua vivência e, desse modo, propiciar uma aprendizagem significativa aos estudantes (AUSUBEL,1982).

Segundo Pavanello (1989), a geometria, durante décadas, tem sido deixada de lado nas aulas de matemática, ora pela grade curricular, ora por dar maior ênfase à aritmética e álgebra, ora por constar nos finais dos livros didáticos. Além disso, muitas vezes é vista como “calcanhar de Aquiles” de muitos professores de matemática.

Sobre a importância do ensino da geometria, Fonseca (2001, p. 92) destaca que:

> é possível e desejável, todavia, que o argumento da utilização da Geometria na vida cotidiana, profissional ou escolar permita e desencadeie o reconhecimento de que sua importância ultrapasse esse seu uso imediato para ligar-se a aspectos mais formativos.

Para solucionar questões inerentes ao processo de ensino e aprendizagem de matemática o professor tem um papel fundamental, pois cabe a ele a seleção de ferramentas que melhor se adequem à exploração de conceitos geométricos, exigindo preparo e conhecimento para uma abordagem mais contemporânea desse campo de ensino, levando em conta os conhecimentos prévios dos estudantes para didatização do conhecimento matemático. E nesse sentido, caminha com a visão de educador que tinha Paulo Freire, quando afirma que “ensinar não é transferir conhecimento, e sim criar possibilidades para sua construção ou produção”. (FREIRE, 1996, p. 52).

A vivência como professor observando e enfrentando as dificuldades dos estudantes nos diversos temas da matemática, aliado ao interesse pelo uso de tecnologias no processo de ensino/aprendizagem da matemática norteou a escolha da geometria e o aprofundamento dos estudos sobre objetos de aprendizagem, os quais foram decisivos na formatação do objeto de pesquisa desta investigação.

Diante do exposto acima, o problema de pesquisa desta dissertação é analisar como o uso de um objeto de aprendizagem, o Tangram Tangível, poderia contribuir para apreensão de conceitos geométricos em estudantes do 7° ano do Ensino Fundamental.

Objetivo geral

Analisar as contribuições do uso de um Objeto de Aprendizagem no processo de ensino e aprendizagem de conceitos geométricos.

Objetivos específicos

1. Enumerar os conhecimentos prévios dos estudantes pesquisados acerca dos conceitos de área e classificação de polígonos.
2. Desenvolver uma sequência didática para o uso de um objeto de aprendizagem, abordando conceitos de área e classificação de polígonos;
3. Identificar as contribuições do uso do OA no processo de ensino e aprendizagem (para apreensão dos conceitos de área e classificação de polígonos);

Procedimentos metodológicos

O objeto de aprendizagem desenvolvido nesta pesquisa foi construído por meio de parceria entre o PPGECIM[2] e o PPGI[3], em que, através das pesquisas realizadas por Silva (2016) sobre os processos de design de um objeto tangível, originou-se a prototipagem do quebra-cabeça chinês de sete peças chamado TANGRAM. Foram desenvolvidas atividades pedagógicas envolvendo os conceitos geométricos adequadas para os estudantes do 7°ano do Ensino Fundamental II.

O desenvolvimento deste OA foi acompanhado por um professor de matemática, um analista de sistemas e um técnico em informática. Para atingir os objetivos pedagógicos traçados para cada atividade, foram necessários três

[2] Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.
[3] Programa de Pós-Graduação em Informática.

protótipos para que, no fim, tivéssemos um protótipo funcional para o TANGRAM TANGÍVEL.

1 GEOMETRIA E OS PCN'S

A história nos revela a importância da geometria desde o seu surgimento, quando, no antigo Egito, os agrimensores mediam os terrenos sempre que o rio Nilo baixava e fincavam estacas para manter as marcações durante a cheia e, assim, delimitavam as fronteiras. A geometria, até então, era conhecida como uma ciência empírica e sem muita exatidão, pelo fato de não possuir o rigor matemático necessário, que surgiu com os gregos Tales de Mileto, Pitágoras e Euclides, quando agregaram o aspecto dedutivo através de demonstrações para provar hipóteses. Esse fato gerou curiosidade sobre a geometria e possibilitou o avanço dos estudos nesse campo.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os conteúdos de matemática estão divididos em eixos Números e Operações, Espaço e Forma, Grandezas e Medida e Tratamento da Informação. Essa divisão não tem por objetivo estabelecer barreiras entre os conteúdos, mas facilitar o elencar de conteúdos necessários para o desenvolvimento de conceitos que contribuem para o desenvolvimento intelectual e o exercício da cidadania, inerentes a cada ciclo de aprendizagem dos estudantes.

O PCN ressalta que a geometria "tem tido pouco destaque nas aulas de Matemática e, muitas vezes, confunde-se seu ensino com o das medidas. Em que pese seu abandono, ela desempenha um papel fundamental no currículo, na medida em que possibilita ao aluno desenvolver um tipo de pensamento em particular para compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vivemos".

Sobre esse abandono, historicamente a geometria era ensinada nas escolas em disciplinas como desenho técnico ou geométrico, de modo que fazia sentido se falar de professor de matemática e professor de geometria, desconectando-a da matemática, porém o abandono não se deve apenas por conta disto, Pavanello (1989) destaca que o movimento da matemática moderna, com intuito de aproximar o saber científico às salas de aula, abordou esse tema de modo rígido, voltado para as transformações geométricas e o algebrismo da geometria, tornando o conteúdo

difícil tanto para professores quanto para estudantes, afastando, assim, o ensino da geometria nas aulas de matemática. Outro fator relevante é o conteúdo de geometria estar agrupado nos últimos capítulos dos livros de matemática, não integrado aos campos dos números, medidas, álgebra e tratamento da informação para uma visão mais ampla desse campo do conhecimento matemático.

Embora se tenha avançado em relação aos livros didáticos no tocante às questões apresentadas acima, ainda estão distantes de privilegiar uma experiência geométrica mais realística a esta geração. No que pese às contextualizações, transdisciplinaridade e cidadania, é necessário maior discussão para um melhor entendimento dos impactos que a geometria é capaz de causar na visão de mundo dos estudantes deste século.

No eixo Espaço e Forma, são elencados alguns conceitos e procedimentos que contribuem para o desenvolvimento do pensamento geométrico dos estudantes, dos quais destaco:

- Classificação de figuras tridimensionais e bidimensionais, segundo critérios diversos como: corpos redondos e poliedros; prismas, pirâmide e outros poliedros; círculos, polígonos e outras figuras; número de lados dos polígonos; eixo de simetria de um polígono; paralelismo de lados, medidas de ângulos e de lados;
- Composição e decomposição de figuras planas;
- Transformação de uma figura no plano por meio de reflexões, translações e rotações e identificação de medidas que permanecem invariantes nessas transformações (medidas dos lados, dos ângulos, da superfície).

Esses conceitos estão diretamente ligados aos do eixo Grandezas e Medidas a seguir:

- Reconhecimento de grandezas como comprimento, massa, capacidade, superfície, volume, ângulo, tempo, temperatura, velocidade e identificação de unidades adequadas (padronizadas ou não) para medi-las, fazendo uso de terminologia própria;
- Compreensão da noção de medida de superfície e de equivalência de figuras planas por meio de composição e decomposição de figuras;
- Cálculo da área de figuras planas pela composição e/ou decomposição de figuras de áreas conhecidas, ou por meio de estimativa.

Os conceitos acima citados fazem parte do Ensino Fundamental, referentes ao 6° e 7°anos. É importante perceber que a geometria está ligada a outros ramos do conhecimento matemático, além disso, para se obter uma melhor visualização geométrica dos conceitos matemáticos, deve-se interligá-los.

Com intuito de promover integração e desenvolvimento dos conceitos acima citados, o PCN encaminha algumas atividades didáticas que exploram a composição e decomposição de figuras como o uso de ladrilhamentos, tangrans, poliminós, para o recobrimento de uma superfície e a decomposição de figuras poligonais em triângulos, para facilitar o cálculo de áreas e a soma das medidas dos ângulos internos do polígono.

Como forma de instrumentalizar os objetivos preconizados pelos PCN's, garantir uma educação mais igualitária, e ainda apresentar uma nova perspectiva para o processo de ensino e aprendizagem, surge a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como ponto de partida para discussões acerca dos eixos supracitados, a fim de garantir direitos de aprendizagem, desenvolvimento intelectual e social dos estudantes a partir de princípios políticos, estéticos e éticos. É definida como:

> [...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de **aprendizagens essenciais** que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Aplica-se à educação escolar, tal como a define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), e indica conhecimentos e competências que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), a BNCC soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (BNCC, 2017).

A fim de garantir direitos essenciais de aprendizagem aos estudantes e minimizar a fragmentação das políticas educacionais, a BNCC elencou conhecimentos e habilidades essenciais que devem compor os currículos e propostas pedagógicas das redes de ensino, encaminhando que essas habilidades devem ser desenvolvidas de forma contextualizada, tornando-as significativas aos estudantes, utilizando-se de diversos recursos didáticos, tecnológicos, como apoio às aprendizagens e conceber/selecionar práticas capazes de gerar maior motivação e engajamento nos estudantes.

As habilidades e conhecimentos destacados na BNCC em relação à geometria estão em consonância com os apresentados nos PCN's, com algumas realocações nos anos para contemplação dos conteúdos. Sobre polígonos e áreas de figuras planas, considerando a BNCC, temos as seguintes habilidades e conteúdos:

Quadro 1
Polígonos e áreas de figuras planas à luz da BNCC

Tema	Objeto do Conhecimento	Habilidade
Geometria	Polígonos: classificações quanto ao número de vértices, às medidas de lados e ângulos e ao paralelismo e perpendicularismo dos lados.	(EF06MA17) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros. (EF06MA18) Identificar características dos triângulos e classificá-los em relação às medidas dos lados e dos ângulos. (EF06MA19) Identificar características dos quadriláteros, classificá-los em relação a lados e a ângulos e reconhecer a inclusão e a intersecção de classes entre eles.
Grandezas e Medidas	Problemas sobre medidas envolvendo grandezas como comprimento, massa, tempo, temperatura, área, capacidade e volume. Equivalência de área de figuras planas: cálculo de áreas de figuras que podem ser decompostas por outras, cujas áreas podem ser facilmente determinadas como triângulos e quadriláteros.	(EF06MA22) Resolver e elaborar problemas que envolvam as grandezas comprimento, massa, tempo, temperatura, área (triângulos e retângulos), capacidade e volume (sólidos formados por blocos retangulares), sem uso de fórmulas, inseridos, sempre que possível, em contextos oriundos de situações reais e/ou relacionadas às outras áreas do conhecimento. (EF07MA25) Estabelecer expressões de cálculo de área de triângulos e de quadriláteros. (EF07MA26) Resolver e elaborar problemas de cálculo de medida de área de figuras planas que podem ser decompostas por quadrados, retângulos e/ou triângulos, utilizando a equivalência entre áreas.

Fonte: BNCC.

Como visto no quadro acima, a BNCC representa o início de um novo paradigma para o ensino em nosso país, o ensino por competência, que deve estar intrinsecamente relacionado à apreensão de significados dos objetos matemáticos que, por sua vez, resultam das conexões que os alunos estabelecem entre os objetos e seu cotidiano, entre si e os diferentes temas matemáticos e, por fim, com

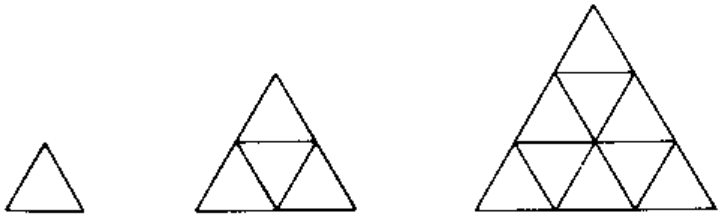
os demais componentes curriculares. Nessa fase, precisa ser destacada a importância da comunicação em linguagem matemática com o uso da linguagem simbólica, da representação e da argumentação à medida que os novos conhecimentos matemáticos são articulados e retomados ano a ano, com ampliação e aprofundamento crescentes (BNCC, 2017).

Diante disso, neste projeto, foram explorados os conceitos de área e classificação de polígonos, por meio da composição e decomposição de figuras, utilizando um recurso tecnológico - Tangram Tangível.

1.1 Conceitos de Área, Composição e Decomposição de figuras planas e Classificação de Polígonos

Historicamente, os primeiros registros da geometria estão ligados ao período da civilização egípcia - Heródoto acreditava que sua origem tinha raízes no Egito e seu surgimento advindo do trabalho dos agrimensores (estiradores de cordas), de medir as demarcações de terras, com cordas, após as inundações anuais no vale do rio Nilo. Porém, acredita-se que sua origem está para além desse tempo, em tempos primórdios, antes da escrita. Apesar do homem neolítico não ter muita necessidade de realizar demarcações, havia outros fatores que contribuíam para o desenvolvimento da geometria e conceitos relacionados, como os artefatos por ele produzidos: potes, cestas, tecido e os desenhos de figuras que retratam a preocupação espacial em suas representações, conforme podemos observar na imagem abaixo:

Figura 2
Representações Geométricas do Homem Neolítico



Fonte: História da Matemática. Boyer (1996).

De acordo com Boyer (1996), a sequência acima sugere uma teoria de grupos aplicada à geometria, bem como proposições geométricas e aritméticas, como a sequência de números ímpares, a partir da contagem dos triângulos, são números quadrados perfeitos. Revelando ainda que as áreas dos triângulos estão entre si, assim como os quadrados dos lados dos triângulos, respectivamente, apresentando noções de unidade de área e decomposição de figuras.

Em nossos dias, ter a noção de área e saber calcular a área de figuras básicas como quadrado e triângulo é de suma importância para compreensão e análises de fatos na sociedade. Esse conceito está relacionado a diversas aplicações de grandezas utilizadas no cotidiano das pessoas, como na compra de tinta para pintura da casa ou cerâmicas para o piso, na agricultura, na contagem ou estimativas de pessoas aglomeradas em estádios, em praças ou em fotografias, de modo a ser um conceito relevante para o exercício da cidadania e tomada de decisões do indivíduo.

De acordo com Lima (2009), a área é uma porção do plano ocupada por uma figura plana F, comparada com uma unidade de área. O resultado dessa comparação é um número que deverá exprimir quantas vezes a figura F contém a unidade de área. O autor define o quadrado de lado 1 como unidade de área e demostra que, qualquer quadrado que possui a medida do lado um número inteiro, pode ser decomposto por meio de segmentos paralelos a seus lados, gerando quadrados justapostos com lado unitário e, portanto, área igual a 1. Como na imagem abaixo:

Figura 3
Decomposição do quadrado

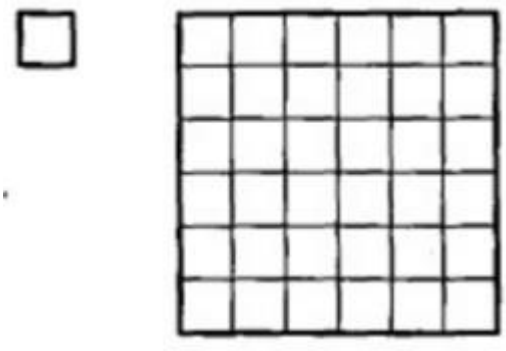


Fig. 1. Quadrado de lado 6, decomposto em $6^2 = 36$ quadrados unitários.

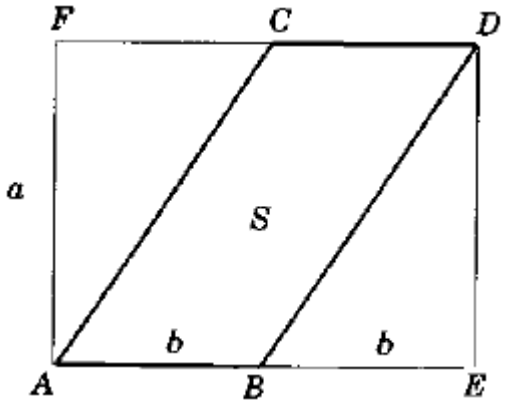
Fonte: Lima (2009). Adaptado.

Formalizando o exposto acima, significa dizer que um quadrado Q, que tem lado com medida igual a n, com n inteiro, tem área igual a n^2 (quantidade de quadradinhos contidos em Q). É possível demonstrar que a área do quadrado continua sendo a medida do seu lado ao quadrado para n racional ou irracional.

Percebe-se acima a importância da decomposição e composição da figura em quadrados unitários para compreensão da noção de área, clarificando as ideias para uma formalização algébrica do conceito, além da conceituação do termo unidade de área como recurso que permitiu conjecturar acerca das ideias de área de uma figura plana. Para Baltar (1996), apresentar a área como uma grandeza possibilita ao estudante estabelecer relações entre os polos geométricos e numéricos facilitando a superação de algumas dificuldades relacionadas a esse conceito, trazendo significado ao número obtido após o uso de fórmulas para calcular a área de uma figura.

No livro “Os Elementos” de Euclides, o autor não define diretamente área, mas enuncia que “duas figuras que coincidem por superposição são iguais” (axioma 4). O termo igual está relacionado a ter a mesma área, de modo que sua preocupação era garantir critérios que validassem essa proposição. Portanto, quando o autor enuncia que triângulos ou paralelogramos com bases iguais e situados entre as mesmas paralelas são iguais, significa dizer que têm a mesma área. E esse fato é demonstrado por meio da decomposição em figuras congruentes (LIMA, 2009). Um recurso que pode ser utilizado para realizar essa visualização é o Tangram. Conforme imagem abaixo:

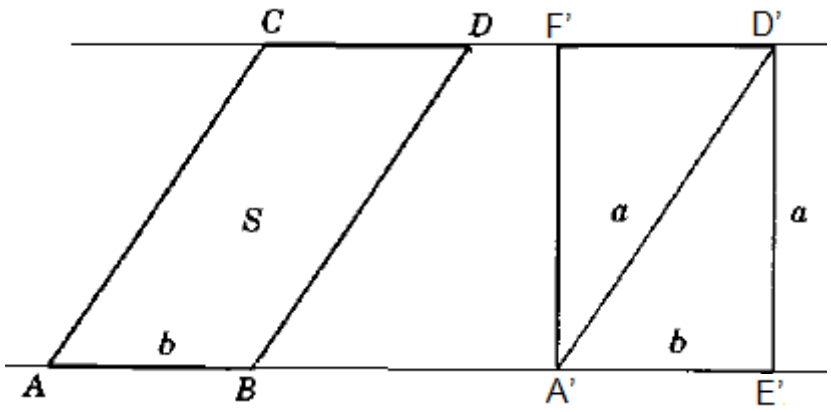
Figura 4
Decomposição do retângulo



Fonte: Lima (1997). Adaptado.

Para calcular a área do paralelogramo (S) ABDC, construiu-se o retângulo FDEA que contém a área do paralelogramo. O retângulo ficou decomposto em dois triângulos congruentes e o paralelogramo. A composição dos triângulos criou o retângulo F'D'E'A', como na imagem abaixo:

Figura 5
Composição do retângulo



Fonte: Lima (1997). Adaptado.

Pela figura 5, percebe-se que a base é a mesma e estão situados entre as mesmas paralelas, logo, pelo axioma 4, de Euclides, suas áreas são iguais. Pode-se, ainda, verificar a área do paralelogramo por meio do cálculo algébrico:

Figura 6
Cálculo Algébrico

$$Área\ do\ retângulo\ FDEA = 2b.a$$

$$Área\ do\ retângulo\ F'D'E'A' = a.b$$

Fonte: autor.

Como a área do retângulo FDEA é igual à soma das áreas do paralelogramo e do retângulo F'D'E'A', temos que:

Área do retângulo FDEA = Área do paralelogramo + Área do retângulo F'D'E'A'

2ab = S + ab

Logo S = ab. Portanto, a área do paralelogramo é igual à do retângulo F'D'E'A'.

É possível ainda determinar a área do triângulo A'E'D' de forma análoga como a metade da área do retângulo F'D'E'A', portanto igual a a.b/2.

Em pesquisas realizadas por Franchi (1992), Facco (2003), Gomes (2006) e Silva (2013), o ato de compor e decompor figuras planas através da utilização do Tangram é o meio utilizado para o desenvolvimento do conceito de área. As atividades desenvolvidas por esses autores visam o estreitamento da noção de área como quantidade de superfície e o objeto geométrico. Destacando a comparação entre as superfícies das peças do Tangram, o conceito de unidade de área e as atividades de composição de figuras planas para determinar área de figuras que podem ser decompostas em triângulos e quadriláteros. De acordo com Lima (2009, p. 20):

> Para um polígono qualquer, o processo de calcular sua área consiste em subdividi-lo em triângulos, paralelogramos ou quaisquer outras figuras cujas áreas sabemos calcular. A área do polígono procurada será a soma das áreas das figuras em que o decompusemos.

A atividade de compor e decompor figuras geométricas planas em formatos conhecidos permite ao estudante visualizar propriedades comuns e diferenças entre eles, seja pelo número de lados ou tipos de ângulos ao manusear, encaixar as peças em que a figura foi decomposta. Isso possibilita uma nova oportunidade para apreensão dos conceitos de polígonos e propriedades a eles relacionadas, em destaque, os triângulos e quadriláteros, por serem os polígonos de maior exploração na temática de geometria correspondente aos 6° e 7°anos do Ensino Fundamental.

Muniz (2012) sintetiza as noções conceituais acima por meio de quatro propriedades:

1) Polígonos congruentes[4] têm áreas iguais;
2) Se um polígono convexo é particionado em um número finito de outros polígonos convexos (i.e., se o polígono é a união de um número finito de outros polígonos convexos, os quais não têm pontos interiores em comuns), então a área do polígono maior é a soma das áreas dos polígonos menores;

[4] Polígonos congruentes: são polígonos que quando sobrepostos, sem haver deformação, coincidem um ao outro.

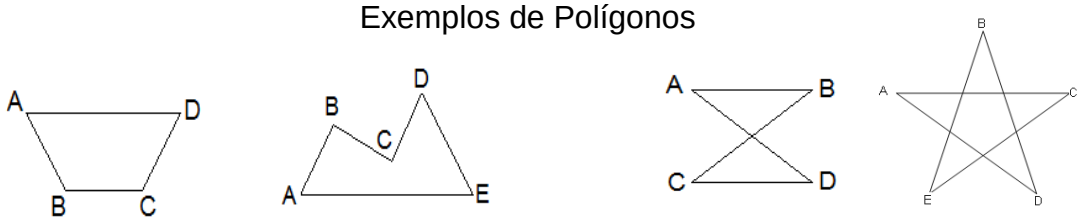
3) Se um polígono (maior) contém outro (menor) em seu interior, então a área do polígono maior é maior que a área do polígono menor.

4) A área de um quadrado de lado *1u* é igual *$1u^2$*.

Essas noções intuitivas envolvendo os conceitos de área e polígono permitem uma melhor compressão das fórmulas que operacionalizam o cálculo de áreas de figuras planas que relacionam esse conhecimento à álgebra e à resolução de problemas generalizáveis.

Polígono é uma palavra de origem grega, em que *poli* significa muitos e *gono* significa ângulos, portanto, em sua etimologia, temos a ideia de uma figura que possui muitos ângulos. O polígono pode ser definido como uma sequência de pontos A_1, A_2,...,A_n, com n natural e n ≥ 3, distintos de um plano que formam segmentos consecutivos A_1A_2, A_2 A_3,..., A_{n-1} A_n, A_n A_1, em que os segmentos com extremos comuns sejam não colineares. A figura formada pela união desses segmentos é o que chamamos de polígono. Abaixo exemplos de polígonos:

Figura 7
Exemplos de Polígonos



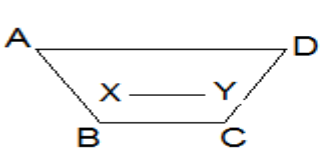
Polígonos simples[5]. Polígonos complexos[6].

Fonte: autor.

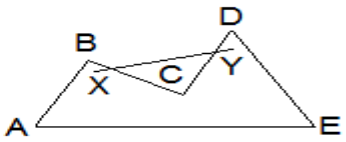
Toledo (2009) define polígono simples como uma “figura plana, fechada, simples, formada por segmentos de reta consecutivos e não colineares”. Destaca ainda que a ideia de polígono é uma construção abstrata, tratando-se do contorno da figura construída que delimita uma região interna e outra externa ao polígono. O fato do polígono delimitar duas regiões facilita a definição de convexidade para polígonos. Dizemos que um polígono é convexo quando é possível traçar um segmento de reta em sua região e todos os pontos desse segmento pertencerem à região interna do polígono, como no exemplo abaixo:

[5] Polígonos simples: são polígonos cujos lados não consecutivos se cruzam.
[6] Polígonos complexos: são polígonos que não são simples.

Figura 8
Polígonos Convexo e Não Convexo



Convexo.

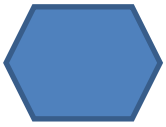


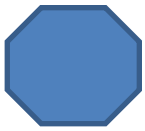
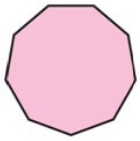
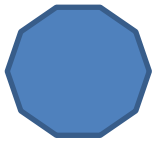
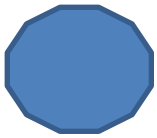
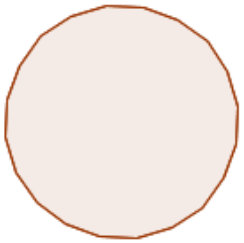
Não convexo.

Fonte: autor.

A classificação dos polígonos acontece a partir do número de lados ou ângulos e ainda podem ser classificados em regulares, quando tem todos os lados e ângulos congruentes, ou irregulares, no caso em que nem os lados ou ângulos são todos congruentes. Em especial, daremos destaque à classificação dos polígonos de três e quatro lados. Abaixo, um quadro resumo dos principais polígonos trabalhados em livros didáticos no Ensino Fundamental:

Quadro 2
Polígonos

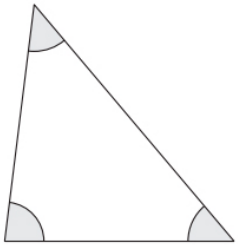
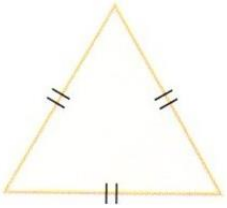
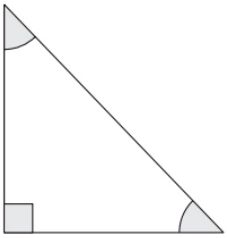
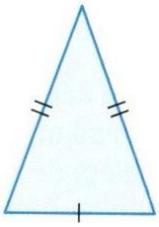
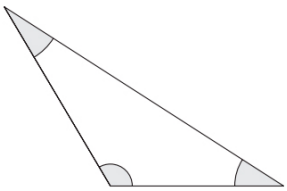
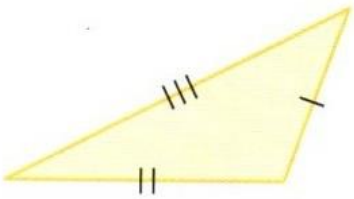
Número de Lados	Nome do Polígono	Figura
3	Triângulo	
4	Quadrilátero	
5	Pentágono	
6	Hexágono	
7	Heptágono	

8	Octógono	
9	Eneágono	
10	Decágono	
12	Dodecágono	
20	Icoságono	

Fonte: autor.

Os triângulos podem ser classificados de acordo com as medidas dos seus lados ou ângulos, conforme o quadro abaixo:

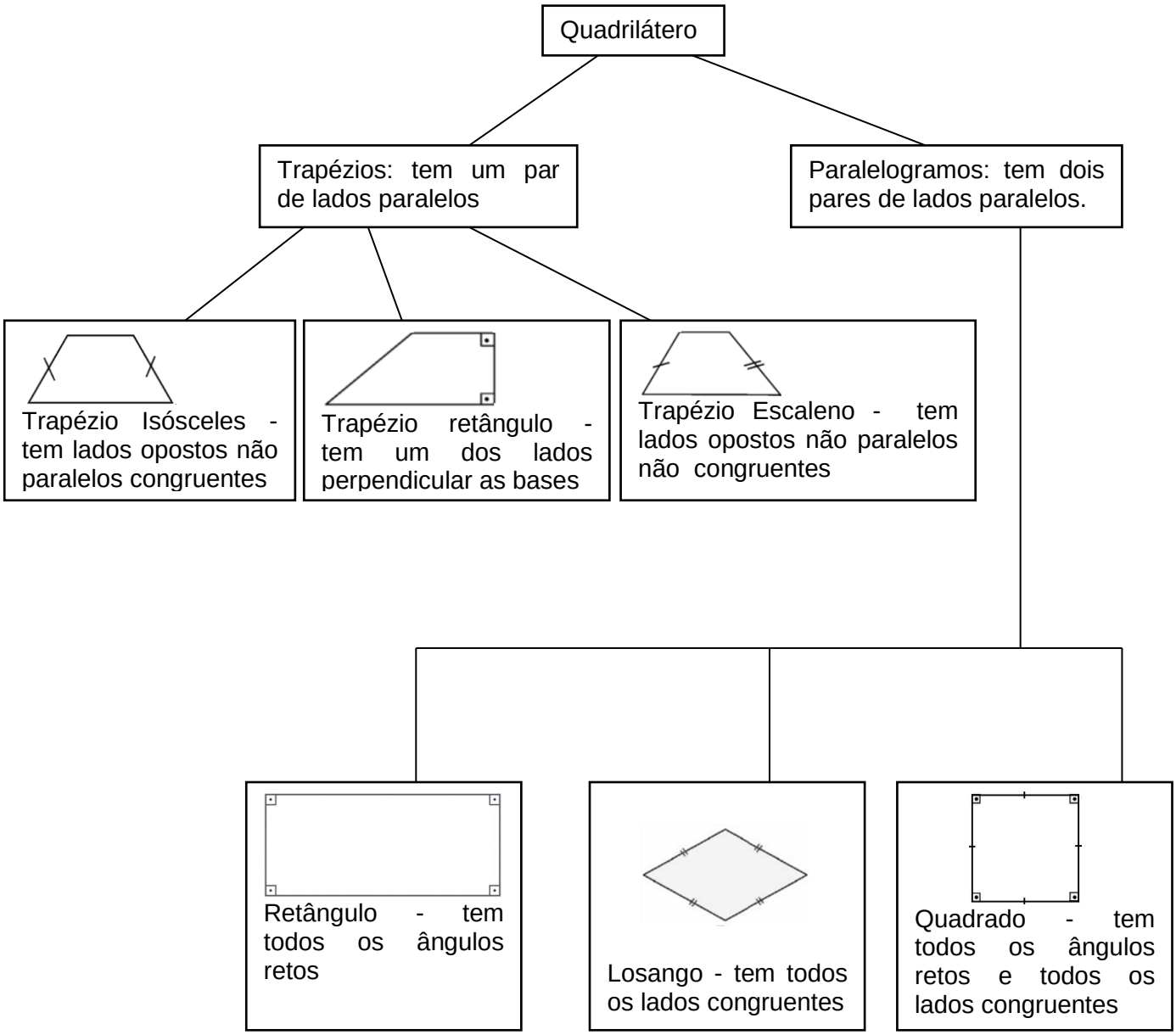
Quadro 3
Classificação dos triângulos

Quanto aos ângulos	Quanto aos lados
Acutângulo: quando tem três ângulos agudos. 	Equilátero: quando tem três lados congruentes. 
Retângulo: quando tem um ângulo reto. 	Isósceles: quando tem pelo menos dois lados congruentes. 
Obtusângulo : quando tem um ângulo obtuso. 	Escaleno: quando tem três lados com medidas diferentes entre si. 

Fonte: autor

Os quadriláteros podem ser classificados em Trapézios ou Paralelogramos, conforme o esquema a seguir:

Figura 9
Quadrilátero: Trapézios e Paralelogramos



É possível ainda classificar os quadriláteros em categorias não muito usuais como Papagaio[7], além de existir uma categoria de quadriláteros que não se encaixam nas descrições acima. Esses conceitos devem ser aprofundados e consolidados durante o terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental.

A possibilidade do uso de recursos manipuláveis ou tecnológicos é importante na perspectiva de que se oportunizam aos estudantes diferentes formas de aprendizagem, além de propiciar um ambiente alfabetizador construído pelo professor a partir das situações didáticas por ele propostas, tendo por base os

[7] Papagaio- quadrilátero que tem dois pares de lados consecutivos congruentes.

conhecimentos prévios e contexto social dos estudantes. Nesse sentido, o Tangram Tangível surge como proposta para apreensão de alguns dos conceitos citados. A partir do manuseio das peças do Tangram, é possível classificar e identificar propriedades de triângulos e quadriláteros, por meio de desafios, composições e decomposições das peças e uma sequência de atividades que instiguem os estudantes a refletir sobre tais conceitos.

2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

David Ausubel, criador da teoria cognitiva da aprendizagem significativa na década de 60, em contraponto às teorias behavioristas em relação à aquisição de conhecimentos, estabelece a construção de conhecimentos a partir de uma relação entre o que o estudante já sabe e a nova informação.

O termo aprendizagem significativa tem ganhado notoriedade em nossos dias, professores utilizam bastante esse termo, referendando-o a uma “boa aula”. O certo é que nem sempre a ideia de aprendizagem significativa está em consonância com o proposto para essa teoria de aprendizagem. Para Moreira (2011), a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação relaciona-se de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o estudante já sabe, ou seja, a relação da nova informação de maneira não arbitrária significa que, dentro do conjunto de conhecimentos prévios dos estudantes, existe pelo menos um que funciona como âncora para essa nova informação. O aspecto substantivo dessa relação nos remete que, ao compreender, ao assimilar a nova informação, o estudante é capaz de explicá-la com suas próprias palavras, a partir da internalização de suas ideias (Moreira, 2011).

Diariamente estamos expostos a diversas informações que, de forma direta ou indireta, invadem nossas mentes, fatos, acontecimentos, leituras visuais ou percepções, desafiam nossa capacidade de absorção e significação do mundo. Os dados têm um papel importante no processo de construção de conhecimento, mas é enganoso pensar que é suficiente para se construir conceitos, saber a tabuada de 5 e conhecer que 3x5=15, 4x5=20, são informações que não permitem definir o conceito de multiplicação de números naturais, nesse caso como adições de parcelas iguais, quantidades que aumentam em uma sequência com razão 5, ideias

conceituais que explicam os fatos acima, mas que não advêm apenas de um dado. Existem outros fatores em nossa mente que nos fazem decodificar as informações e interligá-las a uma classe de dados semelhantes que, por sua vez, estão relacionados a conceitos que nos ajudam a explicar a nova informação. Nesse sentido, Pozzo (2009, p. 78) destaca que:

> Porém uma coisa é ter um dado, conhecer algo como um fato, e outra é dar-lhe sentido ou significado. Compreender um dado requer utilizar conceitos, ou seja, relacioná-los dentro de uma rede de significados que expliquem por que ocorrem e que consequências eles têm.

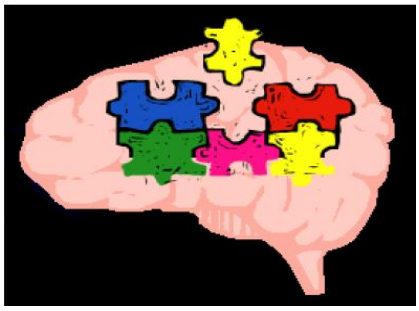
Os conhecimentos prévios dos estudantes se constituem de fato como um instrumento ressignificador das novas informações, o que ocorre quando o indivíduo relaciona conceitos abrangentes capazes de assimilar a nova informação, de modo não arbitrário e não literal. Daí, então, a importância de se conhecer as ideias conceituais que os estudantes têm sobre determinados conteúdos, informações, conceitos, para que a instrução, ou processo de aprendizagem, facilite a compreensão das informações apresentadas aos estudantes. A variável mais importante para uma aprendizagem significativa são os conhecimentos prévios dos estudantes, “descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1980, p. 89).

Em sua teoria, Ausubel introduz a ideia de subsunçor ou ideia âncora como sendo o conhecimento específico relevante na estrutura cognitiva do estudante que irá relacionar-se com a nova informação. Desse modo, podemos dizer que:

> Um subsunçor é, portanto, um conceito, ideia, ou proposição já existente na estrutura cognitiva do aluno, capaz de servir de “ancoradouro” para uma nova informação de modo que ela adquira assim um significado para o indivíduo [MOREIRA, 1983 apud TAVARES, 2006, p. 67].

Esse conceito é um dos mais importantes nessa teoria, pois é através do subsunçor que o novo conhecimento ganha significado para o estudante. Abaixo uma ilustração do processo de ancoragem da nova informação na aprendizagem significativa.

Figura 10
Processo de ancoragem da nova informação na aprendizagem significativa



Fonte: Tavares (2006).

Ao relacionar-se com a estrutura cognitiva do estudante, a nova informação é modificada, e modifica o subsunçor, tornando-o mais inclusivo, claro e estável. Com o tempo e através das interações entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios, os subsunçores vão ficando mais diferenciados, ou seja, com maior riqueza de significados, facilitando novas assimilações. É importante, nesse momento, conceituar a estrutura cognitiva do indivíduo como um conjunto de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados, ou seja, subsunçores subordinados a outros, formando uma grande estrutura dinâmica por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (MOREIRA, 2011).

A diferenciação progressiva pode ser vista como o processo de atribuição de novos significados a um subsunçor específico como resultado de diversas ancoragens realizadas por este subsunçor para dar significado a novas informações, tornando-se mais rico em significação, possibilitando ancorar mais informações.

A reconciliação integradora é um processo de integração de significados, com objetivo de eliminar inconsistências e diferenças reais ou aparentes. Este processo ocorre de modo simultâneo à diferenciação progressiva, enquanto o primeiro integra, este diferencia.

Ambos os processos têm papel fundamental na continuidade de significação e reorganização da estrutura cognitiva do aprendiz. Essa dinâmica, todavia, é muitas vezes desprezada nos livros didáticos, onde geralmente são apresentados conceitos de modo linear, começando dos simples aos complexos, não permitindo ter uma visão do todo, identificar conceitos base, ou mais relevantes do conteúdo curricular, como se refere Moreira (2011, p. 45):

> [...] o ensino deveria começar com aspectos mais gerais, mais inclusivos, mais organizadores, do conteúdo e então, progressivamente diferenciá-los. Não seria, no entanto, uma abordagem dedutiva. Uma vez introduzidos os conceitos e proposições mais gerais e inclusivos, eles devem, imediatamente, serem exemplificados, trabalhados em situações de ensino. [...] os conteúdos gerais e específicos devem ser trabalhados em uma perspectiva de diferenciação e integração, de descer e subir, várias vezes, nas hierarquias conceituais (MOREIRA, 2011).

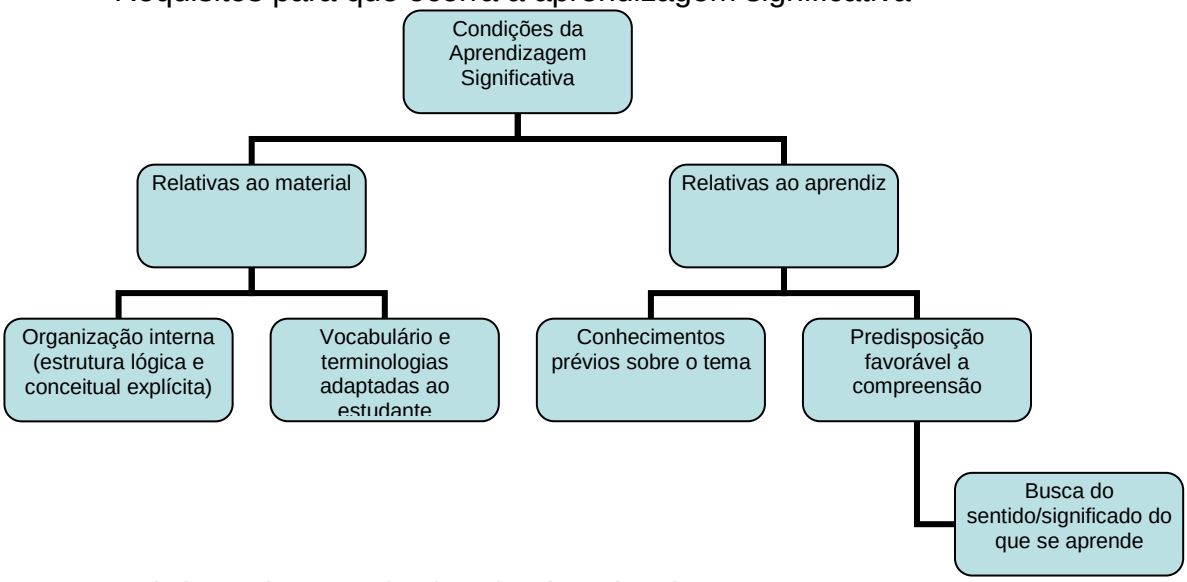
Nesse sentido, para que os processos acima ocorram e a aprendizagem seja significativa aos estudantes, o autor destaca duas condições essenciais: a primeira é que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, e a segunda é que o estudante tenha predisposição para aprender.

No primeiro caso, a potencialidade do material é levada em consideração: livros, vídeos, softwares, materiais manipuláveis devem possuir um significado lógico para o estudante, isto é, que seja possível estabelecer uma relação não literal e não arbitrária com determinados conhecimentos da estrutura cognitiva do estudante. E que os estudantes possuam subsunçores capazes de assimilar a nova informação.

Ainda sobre a primeira condição, é importante ressaltar que quem atribui significado ao material é o estudante, nessa direção, não faz sentido em falar de material significativo ou problema significativo, pois o significado está nas pessoas e esse é um aspecto psicológico ligado às experiências individuais (MOREIRA, 2011).

A segunda condição diz respeito a um aspecto pessoal do estudante - o querer aprender. Estar disposto a relacionar ideias, diferenciar conceitos e atribuir significados envolve um conjunto de fatores intrínsecos a cada pessoa. O gostar de uma disciplina pode ser um motivo pelo qual o estudante apresente uma predisposição para aprendizagem, ou alcançar objetivos que perpassam pela compreensão dos conhecimentos propostos. Ao certo que, se o estudante não quiser realizar o esforço acima para relacionar novas informações de maneira não literal e não arbitrária, ou não possuir subsunçores que sirvam de âncoras para a nova informação, então teremos o que autor chama de aprendizagem mecânica. No organograma abaixo, um resumo dos requisitos necessários para a aprendizagem significativa.

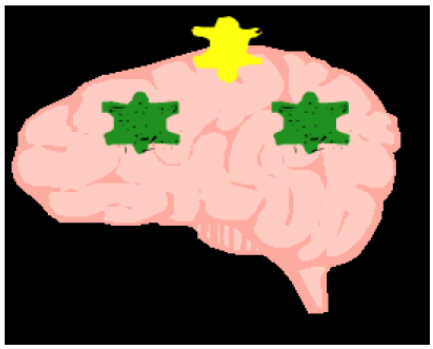
Figura 11
Requisitos para que ocorra a aprendizagem significativa



Fonte: Ausubel; Novak e Hanesian (1978). Adaptado pelo autor.

A aprendizagem mecânica não é desprezada por Ausubel, antes que se tome uma opinião errônea, o autor reconhece a importância desse processo. Não nascemos com um conjunto de subsunçores capazes de relacionar as novas informações de modo significativo. Logo no princípio, todos nos valemos de aprendizagens mecânicas para negociação de significados e construção de nossa estrutura cognitiva. Abaixo uma representação da aprendizagem mecânica na estrutura cognitiva do indivíduo.

Figura 12
Aprendizagem mecânica na estrutura cognitiva do indivíduo



Fonte: Tavares (2006).

O nível de interação obtido entre a nova informação e a estrutura cognitiva do indivíduo é insuficientemente relevante, uma simples ligação, incapaz de produzir

um significado psicológico, não se tratando, porém, de um armazenamento no "vácuo", mas da ausência de assimilação pelo sujeito. Ausubel não estabelece a aprendizagem mecânica como contraponto à aprendizagem significativa, de modo contrário, estabelece um *continium* entre as duas. À medida que nossa estrutura cognitiva se torna mais elaborada, mais rica, os conhecimentos retidos de forma mecânica passam a se relacionar com subsunçores capazes de assimilar esse conhecimento. Sobre as duas aprendizagens, Ausubel (1978 apud MOREIRA, 2006, p. 25) diz que:

> É importante reconhecer que a aprendizagem significativa (independe do tipo) não quer dizer que a nova informação forma, simplesmente, uma espécie de ligação com elementos preexistentes na estrutura cognitiva. Ao contrário, somente na aprendizagem mecânica é que uma simples ligação, arbitrária e não substantiva, ocorre com a estrutura cognitiva preexistente. Na aprendizagem significativa, o processo de aquisição de informações resulta em mudança, tanto da nova informação adquirida como no aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva ao qual essa se relaciona.

Para exemplificar o processo de assimilação na aprendizagem significativa, veja o modelo abaixo:

Quadro 4
Processo de assimilação na aprendizagem significativa

Nova informação, potencialmente significativa	Relacionada a e assimilada por	Conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva	→	produto interacional (subsunçor modificado)
a	+	A	→	A'a'

Fonte: Moreira & Masini, 1982.

A nova informação *a* interage com A, gerando um produto A'a', observe que tanto a nova informação quanto o subsunçor foram modificados pelo processo de

internalização do aprendiz. Esse produto pode ser dissociado em a'+A' durante o período de retenção, porém com tempo vai perdendo a dissociabilidade, reduzindo-se a A', ou seja, ao subsunçor modificado. A nova informação a' não foi perdida, mas obliterada em A'. Essa representação nos ajuda a entender porque, ao aprendermos conceitos de modo significativo, eles permanecem em nossas mentes, ainda que os subsunçores que os contêm sejam pouco acionados. Esse fato, porém, não acontece quando há aprendizagem mecânica, pois não houve modificação da nova informação e nem há subsunçores para servir de âncora, impossibilitando o armazenamento residual da nova informação.

Podemos destacar algumas vantagens ao privilegiar a aprendizagem significativa nos estudantes em relação à mecânica. A primeira é que o conhecimento adquirido de maneira significativa permanece de forma residual no subsunçor modificado, e isso facilita o processo de reaprendizagem, enquanto na mecânica o esquecimento é rápido e praticamente total, não fazendo sentido falar de reaprendizagem. A segunda é a capacidade de o estudante utilizar o significado do novo conhecimento em novas situações de aprendizagem, devido à maior riqueza de significados do subsunçor após sua modificação. No quadro a seguir, um resumo das características das aprendizagens mecânicas e significativas:

Quadro 5

Diferenças entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa		
	Mecânica	**Significativa**
Consiste em	Cópia literal	Relação com conhecimentos anteriores
É aprendido	Por revisão (repetição)	Por compreensão (significado)
É adquirido	De uma vez	Gradualmente
É esquecido	Rapidamente sem revisão	Lenta e gradualmente

Fonte: Pozzo (2009). Adaptado pelo autor.

Com o propósito de privilegiar a aprendizagem significativa, o autor sugere a utilização de organizadores prévios, caso o estudante não possua subsunçores para ancorar as novas informações. De acordo com Moreira (1983, p. 78):

> Os organizadores prévios são materiais introdutórios em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade, capazes de servir de ancoragem ideacional a suprir a deficiência de subsunçores até que estes estejam desenvolvidos.

A principal função de um organizador prévio é possibilitar a ancoragem da nova informação a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz, como se fosse o elo de ligação entre o que o estudante já sabe e a nova informação. Nesse sentido, esse material não é um resumo, ou uma visão geral do conceito ou do material a ser apreendido pelo estudante, e sim um recurso instrucional que seja mais abrangente que o material a ser apresentado, por exemplo, no caso em que a nova informação seja as fórmulas para calcular a área do triângulo, retângulo e trapézio, um organizador prévio poderia ser algo que remetesse a um fator mais inclusivo, como a noção de área de figuras. Perguntas como: o que é área? E unidade de área? Quais figuras geométricas vocês conhecem? Quantos quadradinhos cabem nessa figura? E sem os quadrinhos é possível calcular a área da figura?

Existem diversas possibilidades de construção de organizadores prévios, seja por meio de perguntas, como visto acima, situações-problema, filme, brincadeira, leitura de um texto, o importante é estabelecer uma conexão relevante, ou seja, tornar o material ou nova informação familiar ao aprendiz para ancoragem da nova informação. Essa é primeira situação em que os organizadores prévios são empregados quando o aprendiz não tem subsunçores para ancorar a nova informação. Existe uma outra possibilidade para o uso de organizadores prévios, é caso em que o aprendiz até possui uma estrutura relevante, mas não é capaz de discriminá-la dentre outros conhecimentos. Nesse caso, o organizador prévio tem caráter comparativo para distinguir a estrutura relevante dentre outras existentes capaz de confundi-lo.

Em outras palavras, os organizadores prévios são geralmente utilizados para suprir a deficiência de subsunçores ou para mostrar a relação e a discriminação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos já existentes (MOREIRA, 2011).

Reconhecer a forma como será apresentada a nova informação ao estudante e a maneira a qual será captada é um fator importante para seleção de organizadores prévios a fim de privilegiar uma aprendizagem significativa.

A aprendizagem, seja ela mecânica ou significativa, pode acontecer por recepção, descoberta ou ainda em um contínuo entre as duas. A aprendizagem por recepção representa o tipo de aprendizagem em que a nova informação ou conceito é apresentado em sua forma final, ou seja, o estudante não descobre o conceito,

mas o relaciona com aspectos relevantes de sua estrutura cognitiva significando a informação obtida, possibilitando novas aplicações em diferentes contextos.

A aprendizagem por descoberta representa um tipo de aprendizagem em que a nova informação ou conceito aparece de forma implícita durante o processo didático, ou ao término dele, fazendo com que o estudante ao identificar a nova informação a relaciona com conhecimentos relevantes, gerando a captação de significados.

Pode parecer, em um primeiro momento, que a aprendizagem por recepção está mais relacionada à aprendizagem mecânica e a aprendizagem por descoberta à aprendizagem significativa. É um engano associá-las de formas tão distintas, uma vez que a maioria dos conceitos que aprendemos estão em sua forma final, poucas vezes descobrimos conceitos ou informações novas, algo que geralmente requer bastante tempo, e não é garantia de que, ao se descobrir algo por meio de um procedimento, essa nova informação poderá ser integrada, associada a algum aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz, implicando que independe do tipo de aprendizagem (recepção ou descoberta) a nova informação precisa se relacionar de forma não arbitraria e não literal a estrutura cognitiva do indivíduo para que a aprendizagem seja significativa, caso isso não ocorra, teremos a aprendizagem mecânica.

As formas como o estudante aprende de modo significativo podem ser classificadas em subordinação, superordenação e de modo combinatório. Essas formas estão diretamente relacionadas ao tipo de aprendizagem significativa a que o aprendiz é exposto, que podem ser representacional, conceitual e proposicional.

Em relação ao tipo de aprendizagem significativa, podemos classificá-las em:

I) Representacional – quando um símbolo/representação exprime um significado para o aprendiz;

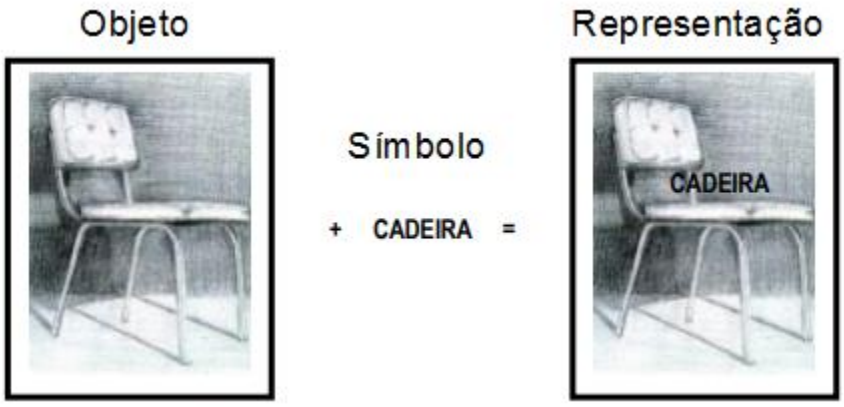
II) Conceitual – quando as características/atributos de um evento ou objeto podem ser generalizados a uma nova classe de representações que expressam uma regularidade aos eventos ou objetos sintetizados pelo conceito.

III) Proposicional – quando são atribuídos significados a novas ideias por meio de uma proposição.

Os tipos de aprendizagem acima nos revelam níveis de significação do aprendiz, a aprendizagem representacional é a mais básica, fundamental para a

conceitual e proposição, é o primeiro nível de significação é uma relação unívoca entre o objeto e o seu respectivo símbolo. Nesse nível, não há uma generalização a objetos com características similares, como mostra a imagem abaixo:

Figura 13



Fonte: Revista Ciência, Salud, Educación y Economia (2012). Adaptado pelo autor.

A ideia é semelhante para aprendizagem conceitual, porém em um nível maior de abstração, ou seja, existem diversos objetos com as características de cadeiras apresentando uma regularidade, similaridade entre eles, que devem ser relacionadas aos conhecimentos prévios relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, como na imagem a seguir:

Figura 14

Fonte: Revista Ciência, Salud, Educación y Economia (2012).

Na aprendizagem significativa proposicional, o que a caracteriza são os novos significados obtidos a partir de proposições, na proposição condicional – se o valor do carro é acima de sessenta mil reais, então o câmbio é automático - existem vários

conceitos que, unidos, não exprimem o sentido da nova informação. Desse modo, a aprendizagem proposicional capta o significado da nova informação que deve ser interpretada no contexto a qual encontra-se inserida, como ressalta Moreira (2009, p. 16):

> Na aprendizagem proposicional, contrariamente à aprendizagem representacional, a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, e sim aprender o significado de ideias em forma de proposição. De um modo geral, as palavras combinadas em uma sentença para constituir uma proposição representam conceitos. A tarefa, no entanto, também não é aprender o significado dos conceitos (embora seja pré-requisito) e, sim, o significado das ideias expressas verbalmente, através desses conceitos, sob forma de uma proposição. Ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição.

Ao aprender significativamente de modo conceitual ou proposicional, ao modo representacional não se aplica, pois é o nível mais básico de significação, a forma como a aprendizagem significativa se desenvolveu na estrutura cognitiva do aprendiz nos diz se a aprendizagem foi subordinada, superordenada ou combinatória.

A aprendizagem significativa subordinada acontece quando o aprendiz possui uma ideia, representação, ou conceitos mais inclusivos relacionáveis à nova informação em sua estrutura cognitiva. Essa nova informação é ancorada pela ideia capaz de trazer significado ao aprendiz. Um exemplo de aprendizagem subordinada pode ser o quadrado como um novo conceito apresentado ao estudante, o qual já possui uma ideia prévia de quadriláteros, sendo esta uma ideia mais inclusiva para ancoragem da nova informação.

A aprendizagem superordenada percorre o caminho inverso da subordinada, relaciona conhecimentos mais específicos, semelhanças e diferenças entre eles, por meio do processo de reconciliação e diferenciação de significados para dar origem a novos conhecimentos capazes de subordiná-los. Um exemplo dessa forma de aprendizagem é a ligação dos conceitos de triângulos equiláteros, isósceles e escaleno, para, a partir destes, definir o que é triângulo de uma forma mais geral, mais inclusiva.

A aprendizagem combinatória envolve a interação da nova informação com outros conhecimentos da estrutura cognitiva do aprendiz, porém não a subordina, nem a superordena, ou seja, estão em um mesmo nível hierárquico compartilhando

de alguns critérios comuns que os classifica, sendo assim nem mais específico ou inclusivo que os conhecimentos relacionados à sua estrutura cognitiva. Podemos exemplificar por meio de triângulos e quadriláteros, são abstrações que possuem critérios comuns como ângulos, lados, vértices, mas nenhum é subordinado ao outro, são de espécies diferentes, porém de mesma natureza - são polígonos.

As aprendizagens significativas conceitual e proposicional podem ocorrer por subordinação, superordenação ou combinatória, relativamente aos conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, o que permite concluir que existe uma compatibilidade entre os tipos de aprendizagem significativa e as formas como ocorrem essas aprendizagens nesta teoria (MOREIRA, 2011).

Possibilitar práticas que visem à efetivação da aprendizagem significativa nas escolas é um caminho que convida o professor para uma nova postura em suas aulas, evitar caminhos que visam à mera repetição de fórmulas ou dados, sem conexão com os conhecimentos prévios dos estudantes, “o problema é que compreender algo é bastante mais difícil do que repeti-lo e, por conseguinte, ensinar conceitos é mais complexo do que ensinar dados” (POZZO, 2009, p. 82). Não se trata apenas da mudança de aulas expositivas, mas do estudo e conhecimento de quem são os estudantes de sua sala de aula, presenciais ou virtuais, o importante é saber o que eles trazem consigo e, a partir daí, buscar meios de realizar a transposição didática dos conteúdos curriculares para prática escolar.

3 TECNOLOGIAS, EDUCAÇÃO E O CONSTRUCIONISMO

Educação pode ser vista no *dicionário online* como ato ou efeito de educar, desenvolver/aperfeiçoar capacidades morais ou intelectuais dos indivíduos, fato que de algum modo, todos, desenvolveremos um grau de educação. A sociedade, família, escola e indivíduo, todos possuem um papel importante na formatação de uma educação para cidadania. Como diz Brandão “ninguém escapa da educação. Em casa, na rua, na igreja ou na escola, de um modo ou de muitos, todos nós envolvemos pedaços da vida com ela: para aprender, para ensinar, para aprender-e-ensinar. Para saber, para fazer, para ser ou para conviver, todos os dias misturamos a vida com a educação” (BRANDÃO, 2017, p. 4).

Sobre educação, a Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 205, determina que:

> A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Em um sentindo mais específico de educação, a educação escolar pode ser vista ainda como um processo de produções culturais significativas, saberes construídos ao longo do tempo em diferentes contextos, que contribuem para desenvolvimento integral do estudante. Além de envolver componentes emocionais e afetivos, engloba o processo de ensino e aprendizagem que deve ser de qualidade para consecução dos ideais políticos e sociológicos da educação. Sobre educação escolar Oliveira (1999, p. 151) diz que:

> [...] é um trabalho concreto de produção e reprodução na existência humana, nas esferas material e espiritual, pelo qual os atores da situação pedagógica, professores e alunos, em particular relacionam-se entre si e com o mundo natural e social. Nesse trabalho, o objetivo de formação humana liga-se a assimilação, construção e produção cultural, e não apenas a transmissão de ideias valores e conhecimento. A educação escolar é trabalho produzido socialmente pelo homem, é *práxis* - prática intencional transformadora-, articulada as bases materiais da sociedade e a outras práticas sociais com as quais se relaciona dialeticamente.

Ao pensar a educação escolar de modo mais específico, como a educação matemática e os processos de ensino e aprendizagem envolvidos, os PCN's (1997) destacam que o currículo de matemática deve contribuir para valorização da pluralidade sociocultural, e ainda "criar condições para que o aluno transcenda um modo de vida restrito a um determinado espaço social e se torne ativo na transformação de seu ambiente" (BRASIL, 1997, p. 25).

Concernente ao uso da matemática como conhecimento capaz de transversalizar diversos temas sociais, a partir de suas aplicações e construções históricas - culturais, D'Ambrósio (1996, p. 43) corrobora a ideia de uma educação para cidadania a partir do envolvimento professor/aluno para construção de significados científicos, valorizando aspectos culturais e tecnológicos da sociedade.

> A educação para cidadania que é um dos grandes objetivos da educação de hoje, exige uma “apreciação” do conhecimento moderno, impregnado de ciência e tecnologia. Assim, o papel do professor de matemática é particularmente importante para ajudar o aluno nessa apreciação, assim como destacar alguns dos importantes princípios éticos a ela associados.

Com vistas na educação do século XXI, diante de uma sociedade caracterizada pela informação e comunicação, quase que de modo instantâneo, as tecnologias têm ocupado um papel de destaque nessa sociedade, a ponto de alguns processos governamentais, visando a otimização e eficiência, serem aceitos/emitidos apenas por mídias digitais. Isso nos mostra como o conhecimento das TICs pode impactar no exercício da cidadania. E nas escolas, como o uso das tecnologias tem contribuído no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes? Como esta ferramenta tem suportado as aulas de Matemática? O que os resultados de pesquisas recentes apontam sobre o uso das TICs nas aulas de Matemática?

Pesquisas do GPIMEM[8], em mais de 20 anos de existência, mostram-nos os principais desdobramentos do uso das tecnologias na matemática, os referenciais teóricos que suportam essa metodologia de ensino, ressaltando o uso adequado dessa ferramenta e a capacitação dos professores, além das condições mínimas necessárias para sua utilização nas salas de aula. Quando atendidas essas questões, fica mais fácil verificar um impacto positivo do uso das tecnologias nas aulas de matemática, mostrando-se como um novo caminho para motivar estudantes, construir conceitos, abrir novas perspectivas para profissão docente, possibilitando o seu desenvolvimento como profissional da educação. Nesse sentido, Bannell (et. al, 2016, p. 57) afirma que:

> Para realizar mudanças significativas nas práticas educativas, de modo que a escola possa atender às demandas sociais do século XXI, precisamos rever e atualizar conceitos e teorias sobre cognição e sobre como os seres humanos aprendem. Revisões conceituais nesse campo levam em conta possíveis impactos do uso intenso de tecnologias de informação no desenvolvimento de crianças e adolescentes [...].

Borba e Penteado (2001) entendem que o uso das tecnologias abre possibilidades metodológicas como tentativa de superar as dificuldades decorridas de práticas pedagógicas apoiadas no ensino tradicional. O enfoque experimental

[8] Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática. Estuda questões ligadas às tecnologias na Educação Matemática refletindo sobre as mudanças que trazem a inserção das Tecnologias Digitais na Educação.

dessa prática permite ao estudante, durante o processo de interação com as mídias informáticas, receber um rápido f*eedback* de suas ações, o que facilita a construção de conhecimentos estimulada pelo processo *ação-reflexão-ação.* O autor destaca ainda que essa metodologia pautada no uso de tecnologias privilegia o processo de construção do conhecimento e não apenas a análise do produto-resultado de sala de aula.

Sobre o uso de tecnologias no ensino de matemática, os PCNs destacam a importância de incorporar as TICs nas aulas de matemática, por considerar o computador "um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente na medida em que possibilita o desenvolvimento de um trabalho que se adapta a distintos ritmos de aprendizagem e permite que o aluno aprenda com seus erros" (BRASIL, 1997, p. 44). A possibilidade de utilizar a tecnologia em diferentes abordagens de aprendizagem faz dessa ferramenta um recurso imprescindível para propor aos estudantes uma nova experiência no processo de construção de conhecimentos. Esse olhar sobre o uso das TICs no ensino de matemática nos remete a questões mais abrangentes como a abordagem no ensino de matemática e aos paradigmas educacionais que temos vivenciado. Sobre esse tema, Valente (1993, p. 49) diz que:

> […] o computador deve ser utilizado como catalisador de uma mudança no paradigma educacional. Um novo paradigma que promove a aprendizagem ao invés do ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz, e que auxilia o professor a entender que educação não é somente transferência de conhecimento, mas um processo de construção de conhecimento do aluno, como produto do seu próprio engajamento intelectual, ou do aluno como um todo. O que está sendo proposto é uma nova abordagem educacional que muda o paradigma pedagógico do Instrucionismo para o Construcionismo.

Seymour Papert, criador do construcionismo e da linguagem *LOGO*[9], inovou, quando na década de 60, propôs o uso do computador por crianças para construção de conceitos por meio de ideias lógicas de programação, em que o estudante digitava o comando e a tartaruga executava caso o comando estivesse correto. Em caso negativo, passava um *feedback*[10] para o estudante rever seus comandos. O

[9] LOGO é uma linguagem de programação utilizada para fins educacionais, que serve de suporte para o ensino de geometria.

[10] Feedback é uma palavra inglesa que significa realimentar ou dar resposta a um determinado pedido ou acontecimento.

programa possibilitava a construção de figuras planas como quadrado, círculo, triângulo, sempre a partir de comandos inseridos pelos estudantes.

Esse ato visionário de Papert sobre educação e computadores estava bastante associado aos estudos de Piaget, uma vez que Papert era seguidor de seus estudos sobre a epistemologia genética, que contribuiu substancialmente no campo das teorias cognitivistas. Tomando por base as ideias construtivistas de Piaget, Papert desenvolveu o construcionismo, em que afirma ser sua "reconstrução pessoal de construtivismo e apresenta como principal característica o fato de examinar mais de perto a ideia de construção mental" (PAPERT, 2008, p. 137).

De acordo com Valente (1993, p. 40), para Papert, o construcionismo contempla dois fatos que o diferencia do construtivismo piagetiano e merecem destaque:

> Primeiro o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado através do fazer, do "colocar a mão na massa". Segundo o fato do aprendiz está construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa.

Valente (1993, p.40) destaca que "é o computador que faz a diferença entre essas duas maneiras de construir o conhecimento, o uso dessa ferramenta exige ações que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento. Esta interação contribui para desenvolvimento mental do estudante".

Pode-se inferir que a teoria construcionista é uma abordagem pautada na construção do conhecimento que utiliza o computador como ferramenta para construção de conceitos advindos do processo de interação do estudante com o computador, motivado por uma construção de seu interesse.

O conceito construcionista está alinhado ao conceito de aprendizagem significativa de Ausubel, uma vez que o estudante interage com o computador que possui um material potencialmente significativo que deve ser absorvido pelo processo de depuração, ou seja, ação-reflexão-ação que consiste na assimilação das informações processadas, que pode ser compreendida como a ancoragem da nova informação na estrutura cognitiva do estudante, finalizando com a predisposição do estudante em aprender significativamente, caracterizado pela motivação de uma construção do seu interesse.

No paradigma construcionista, o professor participa como mediador, facilitador, fornecendo ajuda aos estudantes nas atividades propostas, instigando os estudantes, desafiando-os para que, através de questionamentos, possa fazê-los refletir sobre as dificuldades encontradas.

O paradigma instrucionista consiste em enxergar o computador como uma máquina de ensinar, uma fonte de informações que são transmitidas aos estudantes, configurando-se em apenas mais um modelo tradicional de ensino, agora utilizando o computador, valendo-se muitas vezes de jogos ou tutorias, cujo objetivo principal é o resultado, uma vez que o computador encarrega-se do processo. Nessa perspectiva, o resultado é o mais importante e não o processo como no construcionismo. A interação limita-se a questões operacionais entre homem e máquina, ganhando força o caráter memorístico e mecânico que são tão marcantes no ensino tradicional (VALENTE, 1998).

Esse tipo de abordagem dificilmente será capaz, segundo Valente (1993), de preparar o estudante para assumir um papel ativo na sociedade, transformador de sua realidade, capaz de enfrentar os desafios e mudanças sociais de nossos dias. Tanto o processo de informatização, quanto o de aquisição de informações preparam um profissional obsoleto.

Diante do exposto acima, é importante ressaltar que “a utilização de sofisticados recursos tecnológicos em velhas práticas educacionais não é garantia de uma nova educação” (OLIVEIRA, 2003, p. 11). Levar estudantes a laboratórios de informática para digitar textos ou responderem a um questionário online pouco acrescentará ao desenvolvimento de suas capacidades cognitivas, muda-se a instrumentalização do ensino, porém a abordagem continua a mesma.

Para Valente (1999), é importante que, durante o processo de ensino e aprendizagem de conceitos apoiados por recursos tecnológicos, seja dado um espaço para que o estudante possa refletir sobre as estratégias utilizadas na resolução do problema, e assim gerar novos conhecimentos e estratégias. E através desse processo dinâmico envolvendo tentativa e erro, o estudante abstrai conceitos e os interliga a conceitos mais inclusivos de sua estrutura cognitiva, de modo que em um *continium* os conceitos tornam-se significativos para o estudante.

É importante deixar claro que não se trata de enxergar o uso do computador ou das tecnologias como solução para os problemas educacionais, mas como um

recurso que pode ser visto neste século como um direito de acesso a uma alfabetização tecnológica para aprender como se lê essa nova mídia.

> Assim, o computador deve estar inserido em atividades essenciais, tais como aprender a ler, escrever, compreender textos, entender gráficos, contar, desenvolver noções espaciais etc. E, nesse sentido, a informática na escola passa a ser parte da resposta a questões ligadas à cidadania (Borba, 2001, p. 33).

O uso das tecnologias como recurso facilitador apenas fará sentido se estiver empregado dentro de uma metodologia que privilegie o estudante como sujeito principal de sua aprendizagem, imbuída de uma sequência didática que possibilite diferentes tipos de reflexões acerca de suas ações durante o processo de construção do conhecimento.

4 O TANGRAM TANGÍVEL

A proposta para impactar as aulas de matemática, e assim contribuir para mudar o panorama das práticas nas salas de aula é a utilização de uma sequência didática construída para o Tangram Tangível, um objeto de Aprendizagem (OA) capaz de reunir as vantagens dos objetos concretos manipuláveis em um sistema de processamento digital, que permite o armazenamento dos desafios concluídos, o progresso nos níveis de dificuldade e o tempo gasto em cada desafio.

Wiley (2000) define OA como qualquer entidade digital que pode ser usada, reusada ou referenciada durante um processo de aprendizagem suportado pela tecnologia. Nessa definição, podemos perceber duas características importantes do OA que estão em destaque - o fato de ser um recurso *digital* e a *reusabilidade do* mesmo.

A *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) define os OAs como sendo qualquer entidade, digital ou não, que possa ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado pela tecnologia (IEEE/LTSC, 2000). Podemos observar nessa definição a preocupação de não limitar as possibilidades de criação e execução desse recurso educacional. De modo generalístico, os materiais pedagógicos concretos, assim como os softwares educacionais, configuram-se em objetos de aprendizagem, como unidades instrutoras de ensino,

capazes de proporcionar interação desde que sua concepção tenha objetivos pedagógicos, conteúdo instrucional e prática (feedback), possibilitando ao OA tornar-se qualquer objeto utilizado como suporte à aprendizagem apoiado pela tecnologia.

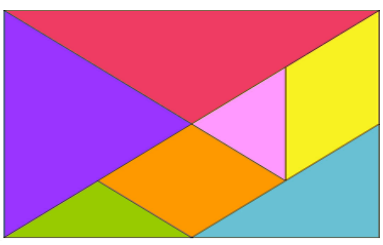
Para esta investigação, a definição de OA está alinhada àquela mais abrangente, pois representa uma nova experiência do jogo Tangram. Esta nova experiência alia potencialidades do material concreto e do digital, sendo que o enfoque desta pesquisa está na análise do uso deste objeto em um ambiente escolar para apreensão dos conceitos geométricos por estudantes, aliado a uma proposta pedagógica e instrumentos complementares de intervenção quanto ao "fazer matemática", de modo a oportunizar aos estudantes situações reais de aprendizagem apoiadas pelo objeto de aprendizagem.

4.1 Tangram

O Tangram é um jogo milenar, originário da China antes do século XVII. Em 1813, foi publicado na China o primeiro livro sobre o Tangram e, em 1818, chegou à América e Europa. O interesse por esse quebra-cabeça foi despertado devido às muitas possibilidades de construção de figuras, cerca de 1.700. O seu surgimento ainda é uma incógnita - acredita-se que o criador do Tangram teria sido um homem chamado TAN que consertava cerâmicas e ao juntar os "pedaços" de cerâmica teria dado origem ao Tangram (SOUZA, 2006).

O Tangram é um *puzzle*, ou seja, um quebra cabeça de 7 peças formado por um quadrado, dois triângulos retângulos pequenos, um triângulo retângulo médio, dois triângulos retângulos grandes e um paralelogramo. Abaixo a imagem de um Tangram:

Figura 15
Tangram de sete peças



Fonte: disponível em http://www.webquestfacil.com.br/webquest.php?wq=13330>.

O jogo do Tangram possibilita o desenvolvimento de diversas atividades que exploram o raciocínio lógico, conceitos geométricos de figuras planas, perímetro, área, ângulo, frações, teorema de Pitágoras, dentre outros conteúdos, de modo a apresentar-se como uma importante ferramenta no desenvolvimento de conceitos em matemática em especial no campo da geometria.

De acordo com os estudos de Alves (2011, p. 19):

> A utilização do Tangram geometricamente não se limita em apenas construir figuras, podem ser aplicados em estudos de áreas, ângulos, perímetros de algumas figuras geométricas. Levando o jogo para sala de aula é possível trabalhar com a modelagem de várias figuras onde os desafios propostos aos alunos seriam calcular as medidas das figuras construídas, utilizando-se de instrumentos de medição como: régua; transferidor; compasso, desenvolvendo o manuseio de tais instrumentos e colocando em prática o conteúdo de geometria.

Lorenzato (2006) destaca a importância do uso de materiais manipulativos durante o processo de ensino e aprendizagem em matemática e sua utilização de como recurso pedagógico para construção do conhecimento pelo estudante. Através da experimentação do material concreto potencialmente significativo, e um plano de atividades preparado pelo professor, é possível promover uma atividade mental significativa nos estudantes.

Turrioni e Perez (2006) ressaltam a importância do uso de materiais concretos como recursos à aprendizagem já que “facilita a observação, análise, desenvolve o raciocínio lógico e crítico, sendo excelente para auxiliar o aluno na construção dos seus conhecimentos” (TURRIONI; PEREZ, 2006, p. 61).

Como visto acima, o uso do material concreto em aulas planejadas pode facilitar o processo de abstração de conceitos através das ações dos estudantes sobre os objetos e os significados atribuídos por eles a essas ações. Matos e Serrazina (1996) enfatizam que, mais importante que o material didático, é a experiência oportunizada aos estudantes que deve ser significativa.

Devido ao sucesso do Tangram em desenvolver a lógica, criatividade, concentração, coordenação e percepção espacial, foram criadas versões digitais para este jogo em diversas plataformas. Abaixo apresentamos três destes jogos destacando a maneira que o Tangram tem sido explorado nas mídias digitais.

4.1.1 App Tangram

O *Tangram* é um aplicativo que permite compor figuras a partir das peças do Tangram. O estudante pode escolher uma das figuras predefinidas do acervo ou utilizar sua criatividade e criar novas figuras. É possível registrar o tempo e alterar as cores das peças do Tangram antes de enviar a solução. Abaixo imagens do aplicativo:

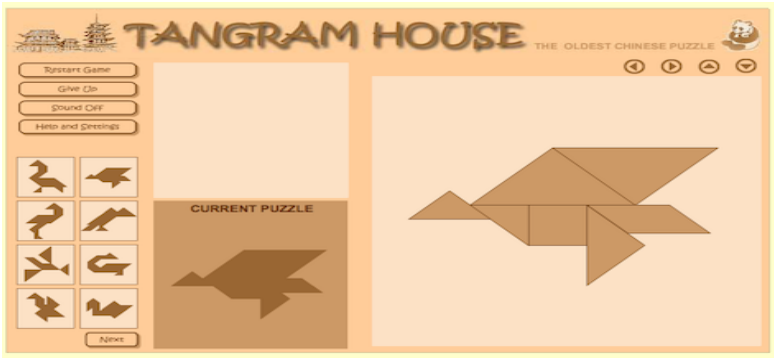
Figuras 16, 17 e 18
App Tangram

Fonte: disponível em <http://apps.innteach.com/tangram-3/>.

4.1.2 Tangram House

No jogo *Tangram House,* os estudantes podem escolher um dos quebra-cabeças e recriá-lo, utilizando as sete peças que podem girar, lançar e mover-se no lugar. Essa atividade pode ser feita individualmente, em pares, grupos ou com o quadro branco. Abaixo uma imagem do aplicativo:

Figura 19

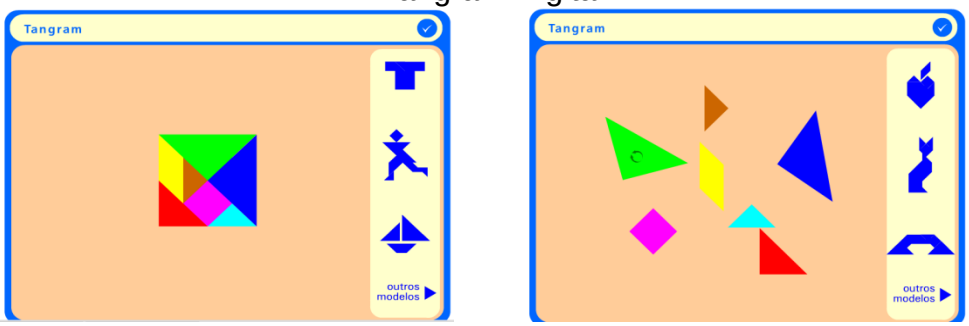


Fonte: disponível em <http://rincones.educarex.es/matematicas/index.php/geometria3eso/animaciones-geometria-3eso>.

4.1.3 Tangram Digital

No jogo Tangran Digital, são apresentadas seis figuras, em que o jogador deve reproduzi-las utilizando as sete peças do Tangram. Essas figuras são construídas por meio da justaposição das peças do Tangram. Nesse processo, o jogador é levado a refletir sobre a composição e decomposição de figuras a partir de uma figura inicial.

Figuras 20 e 21
Tangram Digital



Fonte: disponível em <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/11056/Tangran/tangran.html>.

Esse software foi produzido pela Estação Ciência do Centro de Difusão Científica, Tecnológica e Cultural da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da Universidade de São Paulo e serviu de suporte tecnológico nos estudos de (OLIVEIRA, et. al, 2014) no processo de construção de conceitos de figuras planas por estudantes do 9°ano do ensino fundamental.

Sobre os objetos digitais, é importante destacar algumas vantagens que estes possuem sobre os objetos materiais. Podem ser copiados e reproduzidos, ou acessados em diferentes lugares, gravados em suportes diversos, tendo uma vida mais longa. Por outro lado, se não adequadamente organizados, acondicionados e catalogados, podem ficar perdidos entre outros arquivos digitais (GUTIERREZ, 2004).

No ensino de matemática, tem-se perdido muitas vezes o aspecto lúdico, o jogo neste caso, ferramenta importante para criar um elo de ligação entre o que o estudante já sabe e a nova informação a ele proposta e, a partir de suas ações sobre o objeto, abstrair os conceitos, refletir sobre suas ações e relacioná-las aos seus conhecimentos prévios, tudo isso por meio de uma atividade prazerosa.

4.2 O lúdico e o ensino de Matemática

A palavra lúdico vem do grego *ludus,* que significa brincar. Desde a mais tenra idade, a criança age sobre os objetos, desenvolvendo o ato de brincar. A brincadeira, quer seja através de jogos, narração de história, teatro, dobraduras ou qualquer outro tipo de divertimento, promove no ser humano uma sensação prazerosa, da não obrigatoriedade e rigidez como são encaradas muitas vezes as atividades educacionais. Promover a ludicidade nas aulas de matemática é um desafio que tem se estendido ao longo da história, por se tratar de uma ciência que estabelece uma linguagem formal e um alto rigor para avanço de sua pesquisa, pensa-se que fazer matemática seja algo que não combine com diversão. Ao contrário do que muitas vezes se pensa, é possível aprender matemática brincando. Nesse sentido, destaco Kami e Clark (1994), quando dizem que a matemática é muitas vezes difícil para a criança, porque é imposta a elas, negligenciando-se a maneira pela qual pensam ou aprendem.

O lúdico é uma estratégia que deve ser utilizada pelos professores para estimular o processo de construção de conceitos no estudante, capaz de desenvolver diferentes tipos de habilidades operatórias, tornando-se uma ferramenta importante para alcançar os objetivos de aprendizagem.

Para D'Ambrósio (1986, p. 25), "a adoção de uma forma de ensino mais dinâmica, mais realista e menos formal, mesmo no esquema de disciplinas tradicionais, permitirá atingir objetivos mais adequados à realidade".

Diante disso, as atividades lúdicas, em especial os jogos, como o Tangram, configuram-se em importantes ferramentas na elaboração de atividades matemática instigantes, atrativas, capazes de tornar o ensino dessa disciplina mais desafiador e compreensível. Para isso, é necessário conhecer os fundamentos das atividades lúdicas, suas possibilidades e formas de exploração. O professor tem um papel fundamental nesse processo de planejamento, criatividade e execução da atividade lúdica. Assim sendo, o jogo possibilitará aos estudantes atividades instigantes, além do desenvolvimento da confiança, autonomia, criatividade, reflexão e raciocínio lógico, despertando um novo olhar em relação a essa área do conhecimento. Os jogos, quando bem estruturados e possuindo uma intencionalidade pedagógica, são capazes de provocar discussões nas aulas de matemática, mobilizando o estudante

a pensar acerca dos conceitos envolvidos de modo crítico, a fim de solucionar os problemas apresentados. Como ressalta Macedo (2000, p. 22):

> É fundamental considerar que desenvolvimento e aprendizagem não estão nos jogos em si, mas no que é desencadeado a partir das intervenções e dos desafios propostos aos alunos. A prática com jogos, permeada por tais situações, pode resultar em importantes trocas de informações entre os participantes, contribuindo efetivamente para a aquisição de conhecimento.

Diante das possibilidades de ensino de geometria utilizando atividades apoiadas no Tangram, como recurso pedagógico, alinhou-se a ideia de apresentar aos estudantes do século XXI uma nova experiência com esse objeto, como proposta para diminuir as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem de geometria.

4.3 Trabalhos correlatos sobre o Tangram

Nesta seção, apresento artigos que exemplificam usos do Tangram como recurso didático para o desenvolvimento de conceitos geométricos. Os principais contextos educacionais encontrados para o uso do Tangram nas aulas de matemática estão no campo da geometria, aliado as grandezas geométricas decorrentes deste campo como área e comprimento. O tipo material utilizado é concreto ou digital, com apoios em desenhos nas folhas de papel para as atividades. Os artigos foram selecionados em periódicos da CAPES, CBIE e Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática. Em cada artigo, é destacado o referencial teórico, a metodologia aplicada e a análise dos autores.

MARTINI, C. M.; PADILHA, D. M.: A APLICABILIDADE DO TANGRAM NA MATEMÁTICA

O artigo, publicado na revista FIAR, em 2013, é um estudo de caso realizado em uma escola pública na cidade de Ariquemes/RO, 2011. O objetivo da pesquisa foi verificar a aplicabilidade do Tangram nas aulas de matemática nas séries iniciais e finais do ensino fundamental. Os sujeitos da pesquisa foram os docentes de

matemáticas e estudantes do 6°ano. Segue a linha cognitiva/construtivista de Ausubel.

A metodologia aplicada foi qualitativa e por meio de entrevistas e questionários, foi apurado que a maioria dos professores consideram o recurso didático como uma importante ferramenta no ensino da matemática, e os principais conteúdos abordados com a utilização do Tangram foram: figuras geométricas planas, cálculo de área, cálculo de perímetro, retas e ângulos. Esses conteúdos foram explorados por meio de confecção e composição de figuras planas utilizando as peças do Tangram.

Os estudantes participaram de uma atividade envolvendo os conceitos de fração, área, perímetro e nomenclatura dos polígonos. Na atividade referente ao cálculo de área, os estudantes tiveram maior dificuldade. Nas demais, o rendimento foi superior a 50%.

A análise das autoras foi de que, ao utilizar o Tangram nas aulas de matemática, os estudantes estiveram mais motivados e interessados, tornando a aula mais produtiva. E ainda a possibilidade de explorar os conceitos de proporcionalidade, frações, o teorema de Pitágoras e as relações métricas no triângulo retângulo.

BENEVENUTI, L. C.; SANTOS, R. C.: o uso do Tangram como material lúdico pedagógico na construção da aprendizagem Matemática

O artigo é um relato de experiência de um professor de matemática da rede municipal do município de Cachoeiro de Itapemirim/ES, 2014. O objetivo do relato é mostrar a eficácia do uso do Tangram no ensino de matemática em geometria plana. Os sujeitos da pesquisa são estudantes de uma turma da EJA e seu professor regente. O referencial teórico é da linha construtivista, Paulo Freire.

Os procedimentos metodológicos foram de observação, dentro de uma abordagem qualitativa. As atividades realizadas pelo professor tiveram início com a Lenda do Tangram, em seguida foram explorados os conceitos de retas paralelas, perpendiculares, figuras geométricas planas, círculo e circunferência por meio da confecção do Tangram tradicional e um “Tangram Oval”. Em um segundo momento, os estudantes manusearam o Tangram para compor figuras planas do cotidiano

criadas por eles e de modelos predefinidos. Na última atividade, os estudantes compuseram figuras geométricas planas, onde foram trabalhados os nomes dos polígonos, o conceito de área e as peças utilizadas.

A análise dos autores foi de que a utilização do Tangram como recurso didático contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico geométrico, favorecendo a aplicabilidade da teoria junto a prática, tornando a aprendizagem mais significativa aos estudantes.

ALVES, D. C.; GAIDESKI, G.; CARVALHO, J. M. T.: o uso do Tangram para aprendizagem de Geometria Plana

O artigo, publicado na revista Tuiuti: ciência e cultura em 2011, é um estudo de caso realizado em uma escola pública em Campo Magro/PR. O objetivo dessa pesquisa é trabalhar a modelagem matemática, utilizando o Tangram em geometria plana, para proporcionar aos estudantes diversos meios de solucionar um problema em contexto interdisciplinar. Os sujeitos da pesquisa são estudantes do ensino fundamental e médio. O referencial teórico é construtivista, Piaget.

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa foram de caráter qualitativo, utilizando o questionário e a observação como instrumentos de coleta. No primeiro momento, os estudantes do Ensino Fundamental assistiram a um vídeo sobre a origem do Tangram e figuras geométricas, depois foram divididos em grupo, receberam um Tangram e um questionário de atividades para desenvolver o conceito de área e ângulos, por meio da composição de figuras geométricas. A segunda atividade foi o cálculo do perímetro de figuras planas formadas com as peças do Tangram, utilizando uma régua. A terceira atividade foi a construção de figuras geométricas, utilizando o Tangram online dos sites Kboing e Rachacuca.

Os estudantes do Ensino Médio, 3°ano, construíram um Tangram a partir dos comados do orientador em um papel de malha quadriculada. Após a construção, foram desenvolvidos os conceitos de área e perímetro por meio de composições do quadrado, com duas, três e quatro peças do Tangram.

A análise dos autores foi de que o uso do Tangram, com as atividades relatadas, nas aulas de matemática, torna esse momento mais prazeroso, divertido, dinâmico e possibilita a construção dos conceitos em geometria de forma interativa.

PINTO; OLIVEIRA; BENICASA; MENEGHETTI; ROMERO: inserção de robô humanoide no ensino de objetos geométricos 2d sobrepostos

O artigo foi apresentado no III Congresso Brasileiro de Informática na Educação-CBIE em 2014. O objetivo do artigo é apresentar uma possibilidade de utilização da robótica no processo de ensino e aprendizagem de matemática, em geometria plana, utilizando o robô NAO. Os sujeitos da pesquisa são 30 estudantes do 5°ano de uma escola da rede pública do município de São Carlos/SP. O referencial teórico é construtivista, Ausubel.

A pesquisa é um estudo de caso para experimentação de uma atividade com o robô NAO, para coleta de dados foram utilizados questionários pré e pós-atividade, valendo-se de recursos quantitativos para análise dos resultados. Os estudantes iniciaram as atividades respondendo ao questionário inicial para avaliação dos conhecimentos prévios em geometria; em seguida, participaram, em outra sala, individualmente, de uma atividade com o robô NAO, que consistia em identificar os formatos geométricos (quadrado e triângulo) sobrepostos em uma figura plana composta com as sete peças do Tangram. O estudante deveria identificar e contar todos os formatos geométricos presentes na figura e falar ao robô NAO (que reconhecia os formatos geométricos graças ao sistema de visão computacional) o número de quadrados e triângulos “ocultos” encontrados. Em caso de erro, o robô NAO dava uma segunda chance, explicando que havia um número maior de formatos geométricos.

Após a atividade com o robô NAO, os estudantes responderam a um questionário que continha outra figura com as sete peças do Tangram e identificaram novamente as formas ocultas. É importante relatar que havia um grupo de controle de 10 estudantes que não participaram das atividades com o robô NAO.

A análise dos autores foi de que a presença do robô NAO trouxe maior motivação aos estudantes. O robô NAO conseguiu identificar todos os formatos geométricos e não apresentou problema no processo de aplicação da atividade, mostrou ser uma importante ferramenta no processo de aprendizagem de formatos geométricos, uma vez que os resultados mostraram que a percepção dos estudantes em identificar formatos “ocultos” melhorou. No questionário inicial, nenhum estudante encontrou todos os formatos “ocultos”, no questionário final 15% encontraram todos os formatos. E ainda 100% dos estudantes perceberam que

havia mais formatos geométricos na figura composta pelo Tangram ao responderem o questionário final. No grupo de controle, nenhum dos estudantes reconheceram todos os formatos nas atividades, os resultados obtidos nas atividades sem o robô NAO foram parecidos, tendo como justificativa a falta de motivação dos estudantes.

SILVA, R. S.; LOPES, D. C.: a construção de conceitos da Geometria Plana com o uso de materiais concretos e digitais - uma experiência com o Tangram

O artigo, publicado na revista Revemat em 2013, apresenta uma pesquisa ação utilizando o Tangram concreto e digital, construído pelos autores, para o desenvolvimento dos conceitos de área e perímetro de figuras planas nos estudantes do 4°ano de uma escola pública de Caxias do Sul/RS, 2012. O referencial teórico é construtivista, Van Hiele.

A metodologia utilizada é qualitativa, valendo-se de atividades, questionário e observação para coleta de dados. Os estudantes iniciaram as atividades com a história do Tangram, em seguida construíram figuras planas com as peças do Tangram em EVA, o que possibilitou a identificação de diferentes formatos geométricos. A segunda etapa foi a utilização do Tangram Virtual construído no software Geogebra para exploração dos conceitos de área e perímetro de figuras planas e do Tangram Virtual do Linux Educacional[11] para composição de figuras por meio de sua área ou perímetro. Ao final, os estudantes responderam a um questionário para reflexão e organização dos conceitos trabalhados.

A análise dos autores foi de que a sequência de atividades utilizando o Tangram concreto e virtual contribuiu de forma satisfatória, uma vez que possibilitou a classificação de formatos geométricos como o triângulo, independente de seu tamanho, ao manusear as peças do Tangram (EVA) e calcular a área e perímetro de figuras planas utilizando o Tangram virtual (Geogebra), o reconhecimento da variação do perímetro e a invariância da área das figuras construídas com o Tangram virtual foram destacadas por todos os estudantes.

[11] Sistema operacional com softwares educacionais livres. Disponível em: <http://linuxeducacional.com/>. Acesso em: 30 mai de 2017.

Quadro 6
Resumo dos artigos relatados

Autores	Título	Referencial teórico	Metodologia/Procedimentos	Resultados
Martini e Padilha	A aplicabilidade do Tangram na matemática	Construtivista-Ausubel	Qualitativa/Quantitativa. Sequência de atividades aplicadas na turma do 6°ano	Maior motivação e produtividade nas aulas de matemática
Benevenu e Santos	O uso do Tangram como material lúdico pedagógico na construção da aprendizagem matemática	Construtivista-Paulo Freire	Qualitativa. Sequência de atividades aplicadas na turma da EJA	Contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio lógico geométrico, teoria e prática e tornou a aprendizagem mais significativa aos estudantes
Alves, Gaideski e Carvalho	O uso do Tangram para aprendizagem de geometria plana	Construtivista-Piaget	Qualitativa. Sequência de atividades aplicadas a estudantes do ensino fundamental e médio	O uso do Tangram (concreto e digital) tornaram as aulas mais prazerosas, divertidas, dinâmicas e possibilitaram maior interação na construção dos conceitos em geometria
Pinto, Oliveira, Benicasa, Meneghetti e Romero	Inserção de robô humanoide no ensino de objetos geométricos 2D sobrepostos	Construtivista-Ausubel	Qualitativa. Experimentação do robô em uma turma do 5°ano, em atividade envolvendo o Tangram	A presença do robô 'NAO' trouxe maior motivação aos estudantes, o robô 'NAO', mostrou ser uma importante ferramenta no processo de aprendizagem de formatos geométricos
Silva e Lopes	A construção de conceitos da geometria plana com o uso de materiais concretos e digitais: uma experiência com o Tangram	Construtivista-Van Hiele	Qualitativa. Sequência de atividades com o Tangram concreto e virtual	Os estudantes gostaram de utilizar o Tangram concreto e virtual, as atividades contribuíram de forma satisfatória para o desenvolvimento dos conceitos geométricos

Fonte: autor.

Esse levantamento serviu para conhecimento daquilo que se tem produzido acerca do uso do Tangram como recurso didático nas aulas de matemática, revelando as potencialidades deste objeto e suas principais contribuições no processo de aprendizagem em diferentes níveis de escolarização.

Em relação aos trabalhos citados acima, podemos destacar semelhanças e diferenças com respeito a proposta aqui descrita - são semelhantes no sentido que utilizam uma sequência didática para desenvolver conceitos matemáticos e o Tangram como ferramenta didática aliada ao uso de tecnologia para desenvolvimento das atividades. Também adotam a abordagem construtivista pautada na teoria da aprendizagem significativa e o uso de uma metodologia qualitativa para pesquisa.

Esta proposta apresenta uma nova conjugação concreto x digital com o Tangram, ou seja, a manipulação do material concreto e sua correspondência digital com *feedback* instantâneo, representando deste modo uma nova experiência aos estudantes com este objeto. Também se destaca pela utilização da análise de conteúdo para interpretação dos dados com recursos quantitativos para as argumentações.

4.4 Tangram Tangível

O Tangram Tangível como proposta para diminuir as dificuldades ou oportunizar um novo caminho de aprendizagem aos estudantes em geometria, surge a partir do interesse do pesquisador em desenvolver um trabalho utilizando as tecnologias no ensino de matemática, em especial os objetos de aprendizagem, aliado a isto, a oportunidade de um mestrando no PPGI (Programa de Pós graduação em Informática), naquele período, estar desenvolvendo um projeto em processo de *design* de objetos voltado para educação. Diante disso, teve início uma parceria de projetos entre o PPGECIM e o PPGI, para o desenvolvimento de um objeto educacional que serviria para análise do processo computacional na construção de um OA por meio de protótipos, o que originou o trabalho de Silva (2016) intitulado “Processo de design para um objeto de aprendizagem tangível”, e a esta pesquisa interessada na análise deste OA em situação real de uso, suas

potencialidades e contribuições no processo de ensino e aprendizagem de matemática.

Em nosso primeiro encontro, discutimos sobre qual objeto poderíamos desenvolver. Sugeri a utilização do Tangram, pois já havia trabalhado com esse recurso em minhas aulas de Matemática, inclusive em trabalhos apresentados na feira da escola em que lecionava como parte do programa "Matemática Viva"[12]. A partir desse encontro, realizei um levantamento sobre os principais conteúdos de matemática abordados com o Tangram conforme a tabela abaixo:

Quadro 7
Demonstrativo de conteúdos abordados com o Tangram

Conteúdos	**Conceitos**	**Como**	**Objetivos para os discentes**
Geometria Plana	Ponto, segmento de reta, reta, semirreta, ângulo, ângulos adjacentes e consecutivos, figuras planas e seus nomes, figuras semelhantes, proporcionalidade, segmentos consecutivos, plano, pontos colineares, ponto médio, diagonal do quadrado e vértice.	A partir da construção do Tangram em um papel quadriculado.	• Identificar e reconhecer os elementos da geometria básica ponto, reta e plano. • Compreender os conceitos de ponto médio, segmentos consecutivos, pontos colineares, diagonal do quadrado, vértices e ângulos, reta e semirreta. • Nomear os polígonos de acordo com o número de lados. • Identificar figuras semelhantes.
Raciocínio Lógico, construção de figuras, figuras convexas e simetria axial.	Triângulo, paralelogramo, quadrado, trapézio, figuras, objetos.	Ao manusear as peças do Tangram através de desafios sugeridos pelo professor.	• Desenvolver o raciocínio lógico através dos problemas propostos; • Identificar figuras planas; • Classificação de polígonos; • Convexidade de polígonos; • Identificar figuras

[12] Matemática Viva - é um programa da Secretária Municipal de Educação de Manaus-SEMED, onde são apresentados trabalhos de professores que ensinam a matemática com uma abordagem lúdica.

			simétricas.
Área e Perímetro de figuras planas	Área, Perímetro, unidade de medida, unidade de área, superfícies planas.	Através da escolha de uma das peças do tangram como unidade de área, solicitando aos alunos que determinem a área das figuras a partir daquela unidade, sobrepondo a figura, compondo ou manuseado do modo que desejar. Pode-se utilizar o tangram em um papel quadriculado para facilitar a visualização.	• Medir o comprimento ou área de uma figura plana a partir de uma unidade. • Compreender a importância de uma unidade no processo de medição. • Construir figuras geométricas planas por meio de transformações isométricas e suas composições, percebendo que os novos valores são congruentes com o anterior.
Frações	Fração, frações equivalentes, comparação de frações, adição e subtração de frações.	A partir do tangram construído no papel quadriculado, tomamos o quadrado maior formado por todas as peças do tangram como o inteiro e a partir da escolha de uma das peças podemos determinar quantas peças iguais são necessárias para construir o inteiro. É possível trabalhar porcentagem através das frações, visto que a porcentagem é uma fração cujo denominador é igual a 100.	• Compreender o conceito de fração. • Identificar frações equivalentes a partir das representações no tangram. • Representar geometricamente adição e subtração de frações através do tangram. • Comparar frações a partir das representações com o trangram.
Teorema de Pitágoras	Catetos, hipotenusa, triângulo retângulo, relação entre os catetos e a hipotenusa.	Utilizando três jogos de Tangram.	• Identificar catetos e a hipotenusa em um triângulo retângulo. • Reconhecer um triângulo retângulo através da relação de Pitágoras. • Compreender a relação da soma das áreas dos quadrados formados, com a medida dos catetos

			de um triângulo retângulo como igual a área de um quadrado de lado igual a hipotenusa.

Fonte: autor.

Ao verificar os diversos conteúdos e conceitos que podem ser explorados por meio do uso do Tangram, escolhi a geometria por se tratar de um eixo historicamente pouco trabalhado nas escolas, e que também apresenta os menores índices de proficiência nas avaliações da Prova Brasil e ADE[13]. Esta última possibilitou uma visão mais detalhada, uma vez que sou membro da equipe de elaboração atualmente.

Após a escolha do objeto e o eixo matemático, foi selecionado o conceito de área de figuras planas e a classificação de polígonos e, a partir daí, iniciou-se o processo de elaboração de atividades que será detalhada no próximo capítulo.

Pretendia-se apresentar aos estudantes uma nova experiência com o Tangram, reunir potencialidades dos objetos concretos manipuláveis e digitais em um único objeto. Assim, ao iniciar o OA pelo computador, o estudante selecionaria o desafio que quisesse jogar e, ao manipular as peças do Tangram (concreto), poderia visualizar no monitor a movimentação das peças. Esse era o desafio, desenvolver para um OA funcionalidades como:

- Reconhecimento das peças concretas do Tangram pelo computador em tempo real;
- Registro do tempo para cumprir os desafios;
- Diferentes níveis nos desafios;
- Fornecer *feedback* aos estudantes nos desafios;
- Registro das diferentes soluções encontradas pelos usuários em um banco de dados;
- Trilhas de aprendizagens, estratégias utilizadas pelos estudantes para cumprir os desafios.

[13] ADE-Avalição de Desempenho do Estudante da Secretaria municipal de Educação de Manaus-SEMED. Realizada bimestralmente para avaliar as habilidades dos estudantes do Ensino Fundamental. Utiliza a mesma matriz de referência da Prova Brasil.

A tangibilidade desse objeto está na capacidade de inserção de processamento computacional a objetos concretos manipuláveis, daí então o nome Tangram Tangível.

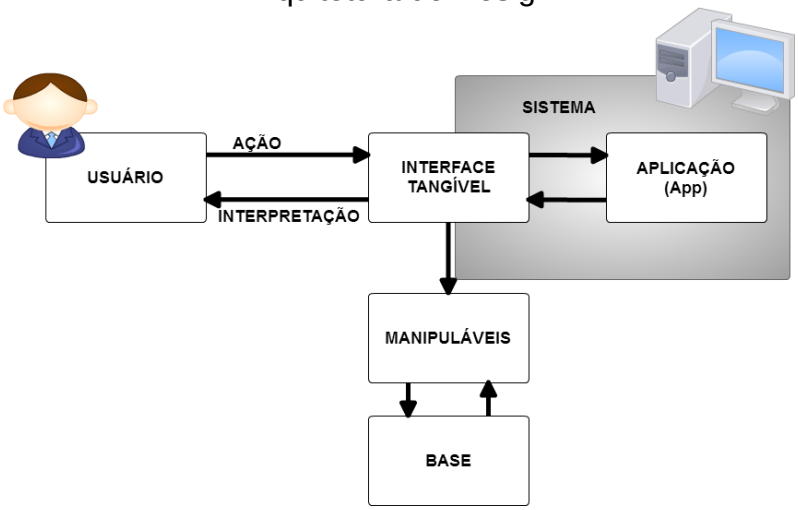
Diante disso, teve início o processo de prototipagem[14] do Tangram Tangível, composto pelas 7 peças do Tangram tradicional, porém desenvolvido com uma divisão em camadas, denominadas de camadas de *design* ou *design* multicamadas.

O processo de *design* multicamadas para construção desse OA foi dividido em três pontos essenciais para prototipagem do Tangram Tangível no contexto educacional:

1) **Análise de Competidores:** pesquisas acerca do que já foi ou está sendo desenvolvido na mesma área de pesquisa.
2) **Compreensão do Contexto:** compreender com observações e entrevistas informais sobre o contexto, rotinas e dificuldades da sala de aula onde o produto será utilizado.
3) **Protótipos:** criação de protótipos de baixa e alta fidelidade com foco nos conteúdos matemáticos que o artefato irá abordar.

A seguir, a relação de cada camada de *design* do protótipo, onde os manipuláveis e a base fazem parte de um conjunto maior denominado interface tangível que está diretamente ligado à camada aplicação (App) e ao usuário.

Figura 22
Arquitetura do Design



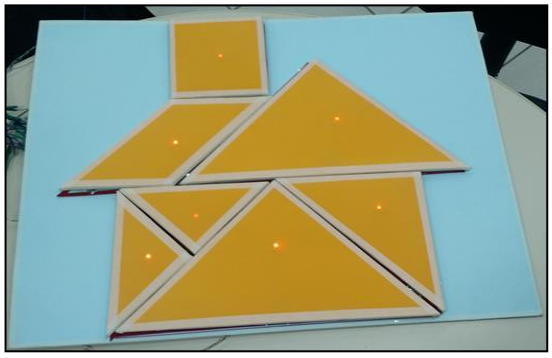
Fonte: Silva (2016).

[14] Prototipagem é o ato de construir protótipos de alta ou baixa fidelidade.

Essa divisão e prototipagem em camadas possibilitou, através de três protótipos, a criação do Tangram Tangível.

O primeiro e o segundo protótipos tiveram como objetivo o reconhecimento das peças do Tangram no circuito arduino[15] pelo App, avaliar a efetividade da tecnologia e as opções de *design* para o reconhecimento de figuras compostas pelas peças do Tangram Tangível. Porém, no processo de prototipagem, alguns problemas foram recorrentes, como: a necessidade de novas bases para o reconhecimento de novas figuras, o tamanho e o peso das peças do Tangram, travamentos no App durante o uso protótipo e limitações quanto ao posicionamento das peças que compunham a figura; fatores que foram determinantes para criação de uma nova versão capaz de transpor as dificuldades apresentadas para atingir sua finalidade educacional.

Figura 23
Peças do Tangram sendo reconhecidas no circuito, protótipo 1



Fonte: Silva (2016).

Figura 24
Peça do Tangram com sensores arduíno de reconhecimento, protótipo 2

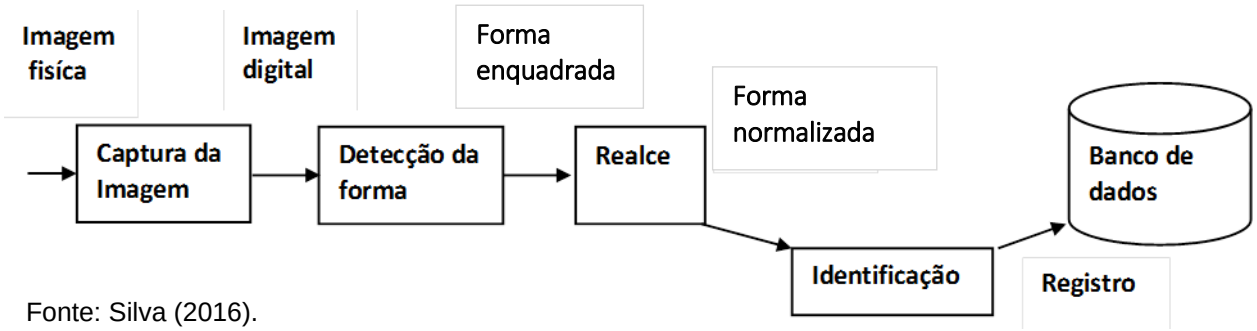
Fonte: Silva (2016).

[15] Arduino – É uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador com suporte de entrada e saída para o desenvolvimento de objetos interativos independentes.

Apesar dos problemas relatados, houve avanço no processo de construção do OA, avaliando as possibilidades didáticas e as tecnologias empregadas no processo de prototipagem, mostrando que é possível uma conjugação concreta e digital com o Tangram.

O terceiro protótipo do Tangram Tangível teve como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema de visão computacional que fosse capaz de detectar automaticamente as peças geométricas da interface tangível da versão dois, identificando a presença ou ausência de tais peças. Para isso, foi utilizada uma *webcam* que rastreia automaticamente o movimento das peças geométricas. A Figura 6 mostra a arquitetura do terceiro protótipo do Tangram Tangível, composto pelos módulos de captura da imagem, detecção da forma, realce, identificação e banco de dados.

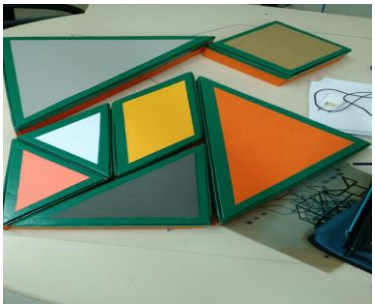
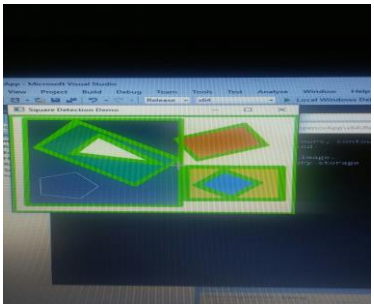
Figura 25
Esquema de reconhecimento de posições do Tangram Tangível



Fonte: Silva (2016).

O Tangram Tangível opera no modo de identificação das formas geométricas que são armazenadas em um banco de dados. Para isso, uma das técnicas usadas para reconhecer as formas geométricas foi baseada em *matching* (casamento de padrões), que consiste em um vetor de atributos ou características que facilitam a detecção de objetos, padrões ou formas utilizando casamento de modelos resultados em um conjunto de polígonos que melhor representam os objetos presentes na imagem capturada pela câmera (UBA; DUTRA, 2008). Abaixo imagens do Tangram Tangível.

Figuras 26, 27 e 28
Webcam, peças e App do Tangram Tangível

Fonte: Silva (2016).

Foi desenvolvido um App considerando o público alvo, o nível de instrução dos estudantes e o planejamento do conteúdo da aplicação. Este App possibilitava, através dos *logs*[16] gerados, demonstrar o caminho que o estudante percorreu para concluir os desafios propostos, a quantidade de interações que o estudante utilizou para compor as figuras geométricas ao manipular a interface tangível do Tangram e o tempo gasto para realizar a atividade nos três níveis de dificuldades do aplicativo. Porém, no protótipo 3, não foi possível realizar a integração das peças do Tangram com este App, devido à problemas com a interoperabilidade tecnológica encontrada no momento da prototipagem, mas foi desenvolvido um software para desktop capaz de realizar as mesmas funcionalidades, exceto o caminho que o estudante percorreu para concluir o desafio.

A possibilidade do registro dos desafios concluídos, o feedback fornecido aos usuários e o tempo gasto em cada atividade geram uma série de informações que ficam registradas e disponibilizadas no *software* que compõem a interface. Essas questões podem nos ajudar a entender os níveis de habilidade dos estudantes nos conceitos explorados por meio dos desafios inseridos no Tangram Tangível, cabendo ao professor utilizar essas informações para intervir pedagogicamente no processo de aprendizagem do estudante.

[16] Logs são os registros dos eventos de um sistema computacional que permitem identificar e diagnosticar os processos realizados.

5 PERCURSO METODOLÓGICO

Para estabelecer o caminho metodológico desta pesquisa, foram consideradas as ideias de Rudio (2015), que entende o método da pesquisa científica como sendo a elaboração, consciente e organizada, dos diversos procedimentos que nos orientam para realizar o ato reflexivo, isto é, a operação discursiva da nossa mente.

Para construção desse caminho, foi escolhida a abordagem qualitativa que, segundo Castro (2010), possibilita gerar informações mais detalhadas das experiências humanas, incluindo suas crenças, emoções e comportamentos, considerando que as narrativas obtidas são examinadas dentro do contexto original em que ocorrem.

Diante disso, o procedimento metodológico desta pesquisa está centrado na análise das contribuições do uso de um objeto de aprendizagem a estudantes do 7° ano do Ensino Fundamental no processo de ensino de geometria, mais especificamente no conteúdo de composição, decomposição, classificação e área de figuras planas. Classifico esta pesquisa como um estudo de caso, pois, de acordo com André (1984), é o estudo de um caso em particular, enfatizando a compreensão do evento, sendo assim um sistema delimitado, valorizando o conhecimento experiencial da pesquisa. Para atingir os objetivos desta pesquisa, o caminho foi dividido nas seguintes etapas:

1- Planejamento do OA;
2- Estudo Piloto (validação do OA);
3- Tangram OSMO;
4- Sequência didática;
5- Sujeitos da pesquisa;
6- Coleta de dados;
7- Aplicação das Atividades.

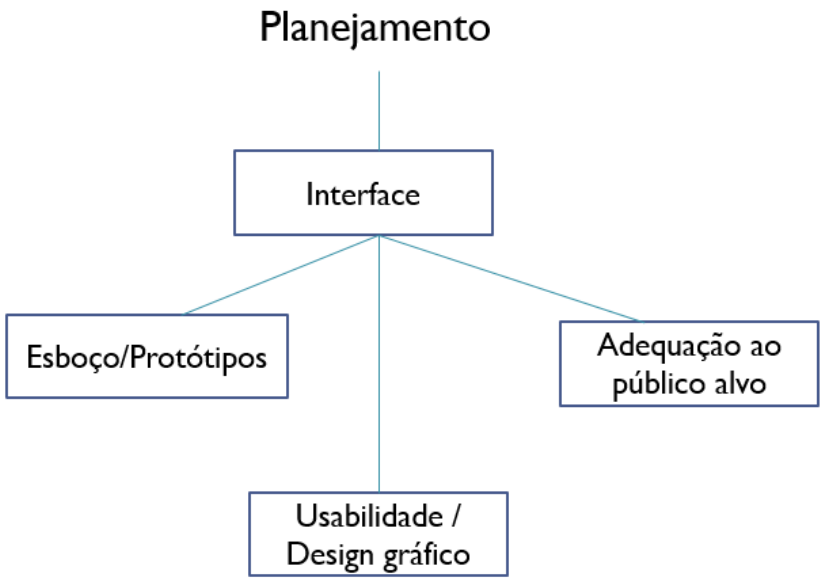
5.1 Planejamento do OA

O processo de construção do Tangram Tangível alinhou-se com as ideias de Cordeiro (2007), ao traçarmos um modelo de planejamento, ação e validação. O

desenvolvimento do OA foi dividido em dois segmentos, o computacional e o pedagógico.

O segmento computacional tinha como finalidade desenvolver um caminho, utilizando a tecnologia, capaz de propiciar aos estudantes uma nova experiência com o Tangram, possibilitando a implementação de atividades pedagógicas ao uso deste objeto. Para isso, o planejamento computacional esteve alinhado com o organograma abaixo:

Figura 29



Fonte: autor.

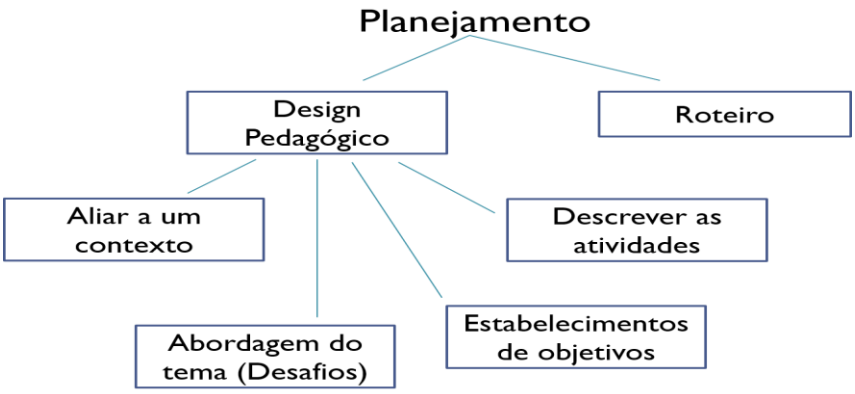
O desenvolvimento da interface tangível do OA parte da premissa de uma conjugação concreta e digital do objeto em que, a partir das peças do Tangram (materiais físicos manipuláveis) e da Base (apoio as peças do Tangram), seja implementada uma programação computacional para o reconhecimento das peças no App.

Os três protótipos, descritos no capítulo anterior, possibilitaram a construção de uma interface tangível de acordo com as exigências pedagógicas para o uso das atividades com os estudantes, levando em consideração a usabilidade do objeto e o *design* gráfico do App, buscando a adequação de ambos ao público alvo.

Neste processo, minha contribuição foi desenvolver atividades do campo educacional, aliadas ao ensino de matemática, dentro das possibilidades funcionais do OA. Para isso, criei um planejamento, o *design* pedagógico das atribuições

necessárias para alcançar os objetivos propostos na pesquisa, desenhando os elementos necessários para o desenvolvimento deste segmento.

Figura 30



Fonte: autor.

5.2 Contexto do OA

Após a escolha do objeto e as discussões do que se pretendia oportunizar aos estudantes, vistos no capítulo anterior, o primeiro passo nesse processo foi aliar um contexto para o Tangram Tangível, o que serviu para reflexões sobre o contexto educacional do ensino de matemática por meio do uso de tecnologia, remetendo-me aos estudos de Papert e a linguagem LOGO. Este contexto tem sido incentivado por meio de programas de ensinos mediados pela tecnologia, como maneira de enfrentar os diversos desafios do campo educacional em que, talvez, o principal seja a mudança do paradigma educacional de nossas escolas, o que me fez refletir sobre os estudantes do século XXI e os estudos de Prensky (2001) sobre os nativos digitais e a formação dos professores.

5.3 Abordagem do OA

A abordagem escolhida para o desenvolvimento das atividades do Tangram Tangível foi em formato de desafios, *challenge.* Ao vencer os desafios, o estudante avança nos níveis de dificuldade desenvolvendo as habilidades propostas em cada atividade, portanto o Tangram Tangível se caracteriza como um jogo aos estudantes

e, por meio da ludicidade, oportuniza um novo paradigma para apreensão dos conceitos geométricos com o Tangram.

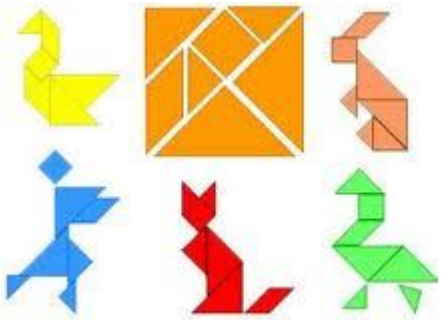
5.4 Objetivos e Atividades do OA

As atividades do Tangram Tangível estão divididas de acordo com os conceitos pré-determinados, composição de figuras, classificação de polígonos e noção de área de figuras planas. Os objetivos nortearam o desenvolvimento das atividades em cada etapa.

5.4.1 Atividade 1

Composição de figuras a partir das peças do Tangram. São compostas figuras geométricas e do cotidiano do estudante.

Figura 31
Figuras Geométricas/Peças do Tangram



Fonte: disponível em < http://portalcrescer.blogspot.com.br/2011/02/tangram.html>.

Desenvolvendo a atividade:

1) Nessa atividade, os estudantes exploram as peças do Tangram para compor as figuras propostas nos desafios;
2) São utilizadas todas as peças do Tangram para compor as figuras;
3) As peças devem estar justapostas, sendo vedada a sobreposição de qualquer peça.

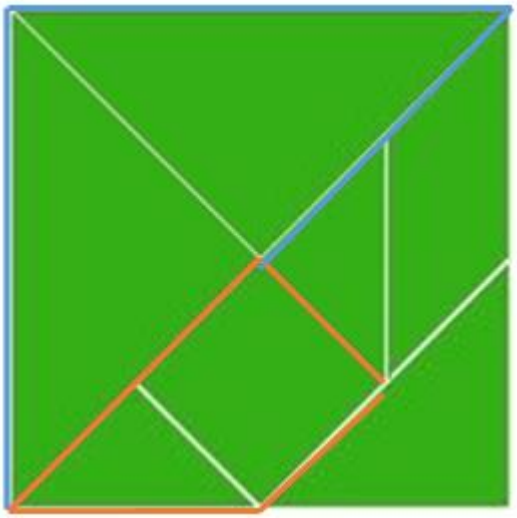
Objetivos:

- Identificar figuras geométricas planas;
- Compor figuras geométricas planas a partir das peças do Tangram;
- Refletir sobre o processo de composição de figuras;
- Desenvolver o raciocínio lógico geométrico.

5.4.2 Atividade 2

A atividade consiste em identificar as formas geométricas sobrepostas nas figuras formadas pelo Tangram, contá-las e classificar em triângulos, quadrados, trapézios e retângulos. Abaixo um exemplo de identificação de formatos geométricos “ocultos”.

Figura 32
Formas Geométricas Ocultas



Fonte: disponível em <http://correodelmaestro.com/multimedia/originales/tangrama/>. Adaptado pelo autor.

Desenvolvimento da atividade: o estudante, ao visualizar a imagem no monitor, poderá identificar os formatos geométricos das peças do Tangram utilizados e os ocultos. Manipulando as peças do Tangram Tangível, o estudante pode mostrar quais os formatos geométricos que conseguiu identificar. O Tangram Tangível dá um feedback para o estudante sobre número de possibilidades de sobreposição de formatos geométricos, instigando-o a descobrir outras possibilidades.

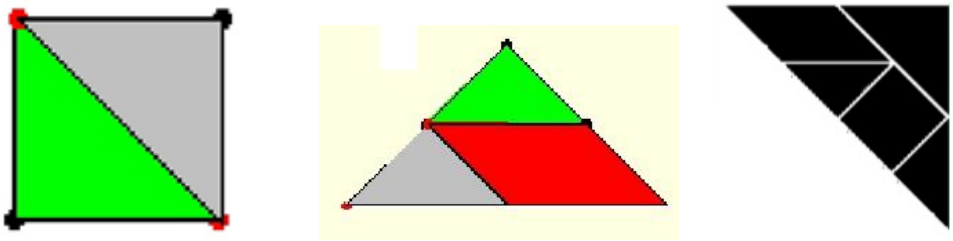
Objetivos:

- Identificar formas geométricas planas sobrepostas em uma figura;
- Classificar formatos geométricos;
- Combinar as peças do Tangram Tangível para representar outros formatos geométricos;
- Reconhecer outros formatos geométricos, compostos a partir de mais de uma peça do Tangram.

5.4.3 Atividade 3

Utilizando o triângulo pequeno como unidade de área, os estudantes calculam as áreas de figuras compostas por peças do Tangram.

Figuras 33, 34 e 35
Composição de Formatos Geométricos



Fonte: disponível em <https://pt.slideshare.net/DanielleCorrea23/atividades-com-tangram>.

Desenvolvendo a atividade:

1) Na primeira tela, o estudante recebe informações sobre a unidade de área utilizada e a figura para se calcular a área;
2) São apresentados desafios para calcular a área das peças do Tangram. Em uma sequência didática: triângulo pequeno, quadrado, paralelogramo, triângulo médio, triângulo grande;
3) Criar uma figura com as peças do Tangram a partir de uma área dada.

Objetivos:

- Identificar uma unidade de área;
- Calcular a área de figuras planas a partir de uma unidade de área;

- Construir figuras planas a partir de uma área determinada;
- Compreender o processo de composição de figuras por meio de sua área.

Em todas essas atividades, os estudantes receberão um *feedback* de suas ações, possibilitando o uso de quantas vezes forem necessárias para alcançar os objetivos propostos.

5.5 Roteiro

O roteiro traçado para a aplicação das atividades foi no formato de gincana com os estudantes, em duplas, de modo que lhes seriam apresentadas atividades por meio de uma nova experiência, dentro de uma plataforma que já conhecem - que é a disputa por meio de jogos. O objetivo era promover um clima desafiador e, consequentemente, ter as equipes motivadas para um melhor empenho nas atividades propostas. Para a gincana, foram traçados os seguintes objetivos:

- Apresentar a matemática de forma lúdica e interativa;
- Promover o trabalho em equipe;
- Despertar o interesse pelo estudo da matemática;
- Testar o objeto de aprendizagem Tangram Tangível em situação real de uso;
- Avaliar as impressões pedagógicas e funcionais sobre as atividades propostas na gincana.

Após a conclusão deste *design* pedagógico, a próxima etapa consiste na validação do Tangram Tangível, o que foi realizado por meio de um estudo Piloto realizado na UFAM.

5.6 Estudo Piloto

A validação do Tangram Tangível aconteceu através de um Estudo Piloto, no dia 27 de julho de 2016, realizado no laboratório de sistemas inteligentes do ICOMP-UFAM. A importância da realização desse estudo está na possibilidade de testar, avaliar e aprimorar o caminho metodológico da pesquisa. O objetivo é validar o OA,

identificar os pontos fortes e fracos da abordagem proposta, e problemas que podem comprometer a coleta de dados, a fim de solucioná-los e realizar os ajustes necessários antes de implementar a pesquisa na escola (CANHOTA, 2008). Participaram do estudo 4 (quatro) estudantes do 7° ano do Ensino Fundamental, oriundos de uma escola da rede estadual de ensino da cidade de Manaus, que serão identificados como E_1,E_2,E_3,E_4.

Os procedimentos adotados para experimentação iniciam-se com a aplicação de um questionário individual para compreender os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos explorados neste estudo, além da familiaridade no uso de tecnologias. No laboratório, foi realizado um momento prévio com os estudantes como meio para ativar os conceitos a serem explorados no experimento. Para tal, os estudantes formaram um círculo com as cadeiras para iniciar a atividade, que teve como ponto de partida a narração da Lenda do Tangram. A partir daí, foram abordados temas como figuras planas, formatos geométricos com as peças do Tangram, área e superfície, e o ato de compor e decompor figuras. Nesse momento, os estudantes compuseram duas figuras geométricas com as peças do Tangram tradicional. Após isso, foi apresentado o Tangram Tangível, suas peças, o processo de captação de imagens pelo computador, e os desafios que seriam utilizados no jogo. Para iniciar a experimentação do Tangram Tangível, foi criada uma competição entre os estudantes como estratégia de gerar maior motivação na realização dos desafios - foram formadas duas duplas.

Na aplicação da atividade com o Tangram Tangível, foram realizadas três atividades com cada dupla, que se revezavam no cumprimento dos desafios, pois foi utilizado apenas um protótipo. Cada desafio tinha um tempo máximo estipulado de 10 minutos e não foi ultrapassado por nenhuma dupla.

Após a realização das atividades pelas duplas, os estudantes responderam a um questionário final, a fim de verificar as potenciais contribuições desse modelo didático no processo de ensino.

Para o registro dos dados, foram utilizadas câmeras, máquinas fotográficas, além dos questionários e observação participante do pesquisador.

5.6.1 Problemas encontrados

Durante a aplicação do Tangram Tangível, foram detectados alguns problemas que precisariam ser tratados para a aplicação na escola:

- Câmera de vídeo com pouco espaço para gravação;
- Lentidão para reconhecer a figura no software;
- Quantidade de atividades para um único dia;
- Tempo;
- Questionário inicial e final;
- Encaminhamentos das atividades.

Foi realizada uma avaliação dos questionários sobre as possibilidades da análise conceitual da pesquisa. O que se comprovou foi a necessidade de complementar os questionários com perguntas conceituais para posterior análise dos resultados, com o cuidado de não torná-lo cansativo aos estudantes, apresentando-o por meio de uma linguagem acessível. É importante que os estudantes recebam uma ficha com o encaminhamento de cada atividade para que possam recorrer às instruções no momento em que desejarem, possibilitando ao observador maior tempo de observação. A quantidade de atividades gerou ao longo do tempo cansaço aos estudantes, ainda mais quando inserimos os questionários no processo. A adequação do tempo e atividades é necessária para melhor performance dos estudantes e qualidade da pesquisa.

5.6.2 Aspectos observados

Ao responderem o questionário inicial, foi possível perceber que os estudantes estão familiarizados com as tecnologias, ao relatarem que possuem computador, ou celular, utilizando essas ferramentas para jogar virtualmente ou interagir nas redes sociais.

No momento de execução das atividades com o Tangram Tangível, foi nítida a expectativa dos estudantes sobre o jogo e os desafios que seriam propostos. Diante disso, é possível afirmar que o objeto de aprendizagem despertou a curiosidade e, em um momento inicial, motivou os estudantes à realização das atividades. No primeiro desafio, os estudantes representaram as figuras do coelho,

maçã e chinês com as peças do Tangram. Nesse momento, iniciavam-se as manipulações das peças e os diálogos entre as duplas se as composições realizadas caminhavam para representação do objeto no monitor. Durante as atividades, foi frequente que, enquanto um membro da dupla manipulava as peças, o outro observava e, em dado momento, este observador tinha um “insight” e intervinha no processo de manipulação. Esse processo nos faz refletir sobre a organização de formatos, encaixes que apresentam significados para o estudante em sua estrutura cognitiva, assim como desenvolvimento da visualização dos formatos geométricos e suas propriedades.

As respostas dos estudantes no questionário final e as conversas durante a aplicação do jogo indicam que o Tangram Tangível como recurso facilitador da aprendizagem de conceitos geométricos contribuiu no processo de apreensão dos conceitos propostos. Quando perguntados de que maneira o Tangram Tangível facilitou a composição das figuras, a resposta do estudante E_1 foi –“dá pra ver as linhas das figuras e encaixar as peças”, ou seja, o fato de o monitor apresentar as silhuetas das figuras geométricas serviu de auxílio para seleção e composição das peças no desafio. Os outros participantes concordaram com a fala do colega. Sobre a interface do jogo, os estudantes gostaram das cores e das formas apresentadas; já em relação à jogabilidade do Tangram Tangível, não houve consenso, mas podemos classificá-la com um nível moderado. Quando perguntados acerca das dificuldades encontradas ao utilizar o Tangram Tangível, as respostas dos estudantes foram as seguintes:

E_1: formas ocultas;

E_2: que às vezes as peças são difíceis de se encaixar;

E_3: ao montar peças é um pouco difícil;

E_4: as dificuldades foram montar usando formas geométricas.

Percebe-se que as principais dificuldades dos estudantes estão relacionadas às figuras utilizadas no jogo e ao processo de composição das peças. Na fala do estudante E_1, é realizada uma referência específica ao desafio que envolve a identificação dos polígonos.

Em relação a usabilidade do Tangram Tangível, constatamos alguns travamentos durante as atividades e, principalmente, a lentidão no reconhecimento dos movimentos das peças pelos estudantes, o que provocou um atraso na atividade de composição de figuras, ocasionado pela ausência de equipamento

(câmera e computador) adequado para captação das imagens em tempo real. Outro problema encontrado foi no *feedback* aos estudantes das atividades concluídas - duas tiveram que ser validadas pelo pesquisador.

O estudo possibilitou avaliar os questionários, o objeto de aprendizagem e aspectos relevantes das atividades propostas no projeto, de modo a possibilitar a análise do caminho metodológico traçado para coleta de dados na investigação, validando seus aspectos positivos e tratando os aspectos negativos.

Diante da necessidade de adequação do Tangram Tangível para que estivesse perfeitamente ajustado para ser aplicado na escola, aliado ao fato de que a pesquisa não tinha o financiamento necessário para realizar os últimos ajustes no OA, optou-se por utilizar outro objeto tangível que atendesse a especificações similares de tangibilidade, ou seja, sendo uma experiência concreta e digital, com o mesmo objeto escolhido, o Tangram, embora tratando-se de um produto comercial com interface, programas e procedimentos funcionais projetáveis e pré-determinados.

5.7 Tangram Osmo

O Tangram Osmo é um jogo da empresa OSMO, composto por um aplicativo, sete peças físicas de material plástico e colorido do Tangram, uma base para o apoio de um Tablet e um espelho para colocar na câmera do Tablet. Os jogos da OSMO só têm suporte para dispositivos da Apple, sistema IOS e, nesse caso, são utilizados iPads (Tablet) a partir da segunda geração.

O Tangram Osmo combina os objetos do jogo físico com as vantagens digitais de um *feedback* em tempo real. O jogo detecta as peças do Tangram físico através da câmera do iPad por meio do reconhecimento de padrões, formatos geométricos e cores das peças, no processo de composição de figuras representadas na tela do iPad, permitindo uma experiência concreta e digital aos usuários, conforme a imagem abaixo:

Figura 36
Tela do iPad/Tangram Osmo

Fonte: disponível em <http://specialedtech.net/2016/01/07/mathtech-osmo-and-tiggly/>.

São apresentados dois modos de jogo no Tangram Osmo - o Play e o Junior. Ambos trabalham a composição de figuras com as peças do Tangram, a diferença é que o modo Junior é voltado para crianças com idade de 6 a 9 anos, por conter desafios mais fáceis e utilizar as cores como suporte para o cumprimento dos desafios. A apresentação desse modo é por meio de desafios sequenciais, ou seja, terminou um, o jogo apresenta uma nova tela com outro desafio em seguida.

No modo Play, temos um jogo em formato de RPG[17], onde o jogador entra em um mundo fictício com personagens criados com as peças do Tangram e, a cada desafio concluído, esse mundo é expandido até a conclusão de todos os desafios. Nesse modo, existem níveis para os desafios em forma de cores que representam o fácil, médio, difícil e muito difícil. Existe ainda a opção de ajuda para revelar alguma peça no desafio ao acionar a “Gems” no canto inferior esquerdo. O nível do desafio traz consigo algumas “dicas” para o jogador avançar no desafio:

- O nível fácil - o contorno das peças e as cores na figura;
- O nível médio - o contorno parcial das peças, porém a figura em preto e branco;
- O nível difícil - o piscar das peças na figura e o contorno da figura;
- O nível muito difícil - o contorno da figura.

[17] RPG- Role-Playing Game, jogo onde o jogador é um personagem em um mundo fictício.

Em todos os níveis, é passado um *feedback* sonoro quando a peça está posicionada corretamente na figura, além do reconhecimento em tempo real na tela do iPad. Apenas no desafio muito difícil, as peças não são reconhecidas simultaneamente, e sim, ao concluir o desafio. Os desafios concluídos ficam armazenados no mapa do jogo.

O jogo possui uma aba de registro de realizações, que são metas concluídas durante o jogo, como vencer 10 desafios difíceis sem usar “Gems”, coletar 100 Gems no banco, completar todos os castelos, dentre outros.

A partir da exploração do jogo, possibilidades de uso e materiais necessários, iniciou-se o processo de adaptação das atividades do Tangram Tangível, dentro de uma sequência didática para exploração de conceitos em geometria.

5.8 Sequência didática

O desenho da pesquisa apontou a necessidade de uma adaptação das atividades a serem aplicadas aos estudantes, devido às avaliações do Estudo Piloto e à utilização do Tangram Osmo.

Ao pensar em uma sequência didática para exploração dos conceitos de área, composição e decomposição de figuras planas e classificação dos polígonos, buscou-se a integração dos conceitos, ao invés de tratá-los separadamente, pois, através de composições de figuras planas, podemos desenvolver o conceito de área como quantidade de superfície a partir de uma unidade de área. E também compondo figuras, originamos outros formatos geométricos, uma vez que o quadrado pode ser decomposto em dois triângulos, o trapézio retângulo em um quadrilátero e um triângulo, de forma que os conceitos abordados tivessem significado aos estudantes na prática das atividades, facilitando sua apreensão. Assim, estamos de acordo com as concepções de aprendizagem estabelecidas na BNCC (2017):

> [...] a aprendizagem em Matemática está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos (BNCC, p. 232).

Para a elaboração das atividades com o Tangram Osmo, foi considerado o conhecimento prévio dos estudantes acerca de geometria plana, estudo da proposta curricular e do PPP[18] da escola, além dos dados obtidos através do estudo piloto, ver seção 5.6, de modo que se pretendeu criar um material potencialmente significativo aos sujeitos desta pesquisa.

A sequência didática desenvolvida é composta de duas atividades. A primeira atividade envolvendo os conceitos de composição de figuras planas e classificação de polígonos. Para o desenvolvimento dela, foram selecionados alguns desafios do Tangram Osmo para criar uma sequência lógica de níveis de abstração oferecidas pelo jogo e também a seleção de desafios que possibilitavam maior quantidade de formatos geométricos “ocultos”.

A importância dessa atividade está no processo de visualização dos formatos geométricos, no reconhecimento e na análise de suas propriedades. Essas concepções estão alinhadas com a teoria de Van Hiele (1986), quando afirma que o estágio de *reconhecimento* é a percepção visual do estudante no processo de identificação do formato geométrico, enquanto que o segundo estágio - o de *análise* - compreende, além do processo visual, a identificação de propriedades referentes ao formato geométrico (OLIVEIRA, 2016).

A segunda atividade consiste em calcular a área das peças do Tangram a partir de uma unidade de área. Para isso, foram utilizados os contornos das peças geométricas do Tangram Osmo. O objetivo era criar uma atividade onde o estudante, por meio da experimentação, desenvolvesse a noção de área de figuras planas, associado a isso o conceito de unidade de área, propiciando uma reflexão sobre áreas invariantes, ao construir formatos geométricos utilizando as mesmas peças do Tangram.

Nesse sentido, compreender a conservação da área independente do formato da figura é um passo importante para compreensão do conceito de área como quantidade de superfície, como afirma Kordaki (2003, p. 179):

> A conservação da área significa que uma área inteira - que é composta das sub-áreas organizadas, pode permanecer invariante apesar do rearranjo de suas peças e do todo. A habilidade de analisar uma área inteira desta maneira é pré-requisito à medida da área porque ao medir uma área

[18] Projeto Político Pedagógico (PPP) é um documento que detalha objetivos, diretrizes e ações do processo educativo a ser desenvolvido na escola, expressando as exigências legais do sistema educacional, bem como as necessidades, propósitos e expectativas da comunidade escolar.

> supomos, como fazemos para toda medida, que as unidades parciais estão conservadas, e podem ser compostas por uma variedade de maneiras para dar forma a um todo invariante.

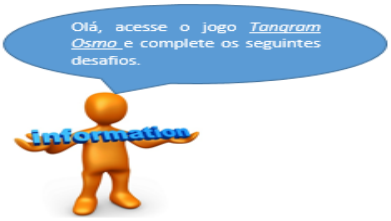
Diante dos pressupostos acima, foram desenvolvidas duas fichas de apoio às atividades para possibilitar o mínimo de interferência do pesquisador durante a aplicação.

5.8.1 Atividade 1

Nesta atividade, os estudantes compõem figuras planas com o Tangram Osmo por meio de 4 desafios; após a conclusão do desafio, preenchem a tabela indicando o número de formatos geométricos por eles identificados e, na coluna "Desenho", o estudante desenha os formatos identificados de acordo com as peças do Tangram utilizadas. Abaixo a ficha de apoio com os encaminhamentos da atividade:

Figura 37
Ficha de apoio Atividade 1

ATIVIDADE 1: COMPOSIÇÃO DE FIGURAS PLANAS COM *TANGRAM OSMO*.



- Desafio 1: Complete uma figura no nível amarelo e preencha a tabela.
- Desafio 2: Complete uma figura no nível laranja e preencha a tabela.
- Desafio 3: Complete três figuras no nível vermelho no caminho do Castelo.
- Desafio 4: Complete a quarta figura no caminho do Castelo e preencha a tabela.

NA FIGURA DO NÍVEL AMARELO PODEMOS ENCONTRAR:	DESENHO
QUANTOS TRIÂNGULOS?	
QUANTOS QUADRADOS?	
QUANTOS RETÂNGULOS?	
QUANTOS TRAPÉZIOS	
QUANTOS PARALELOGRAMOS?	

Fonte: autor.

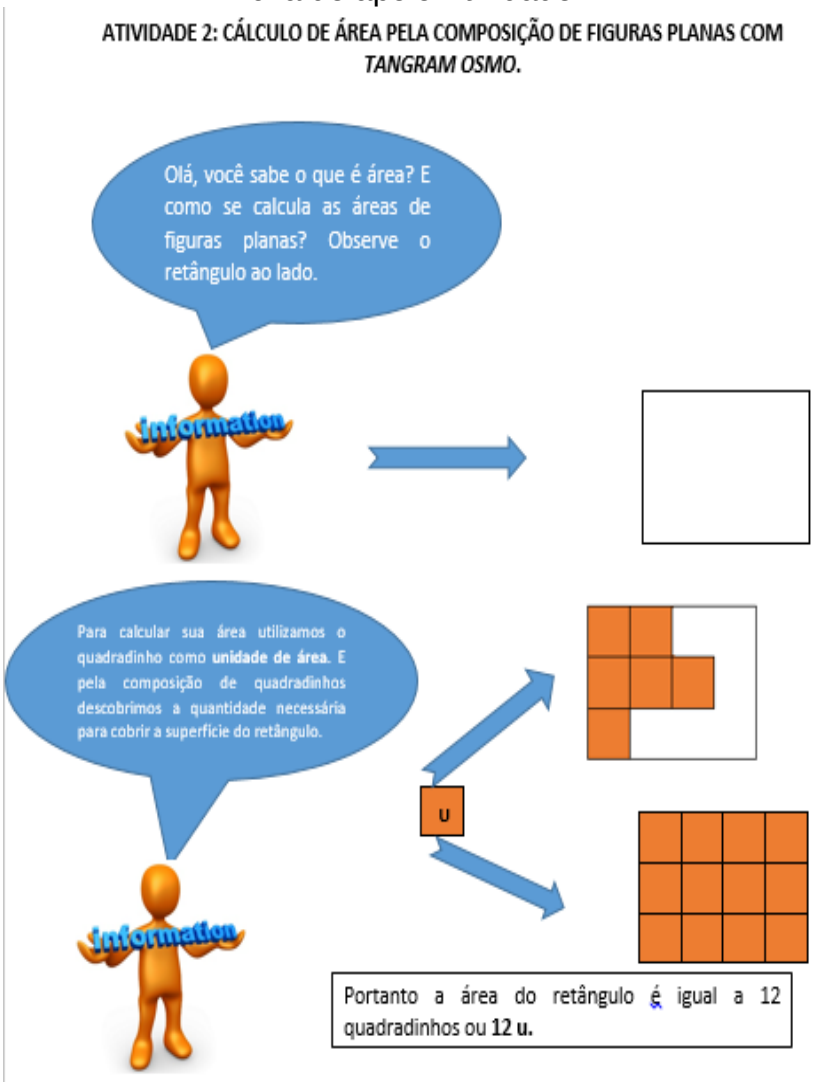
Os objetivos desta atividade são:

- Desenvolver o raciocínio lógico geométrico dos estudantes;
- Reconhecer quadrados, triângulos, trapézios, paralelogramos e retângulos;
- Identificar formatos geométricos compostos com as peças do Tangram.

5.8.2 Atividade 2

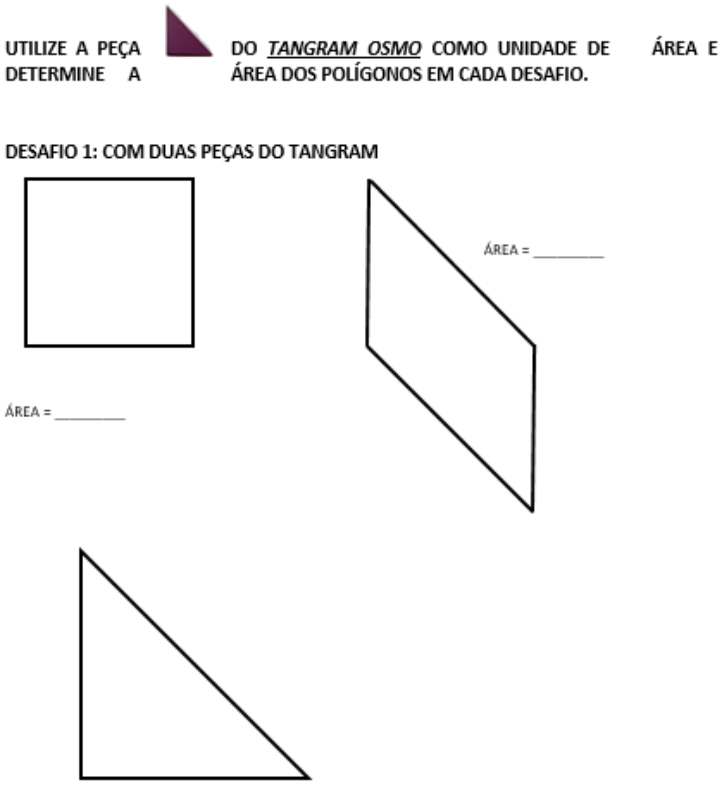
Nesta atividade, os estudantes manipulam as peças do Tangram Osmo para o cálculo de áreas de figuras planas a partir da utilização do triângulo pequeno como unidade de área. A sequência desta atividade foi pensada de modo que o estudante calcule a área de cada peça do Tangram Osmo, utilizando a composição das peças para preencher a região interna do contorno do formato geométrico apresentado e, a partir dessa composição, determinar a área. Para esta atividade, foram elaborados três desafios:

Figura 38
Ficha de apoio Atividade 2



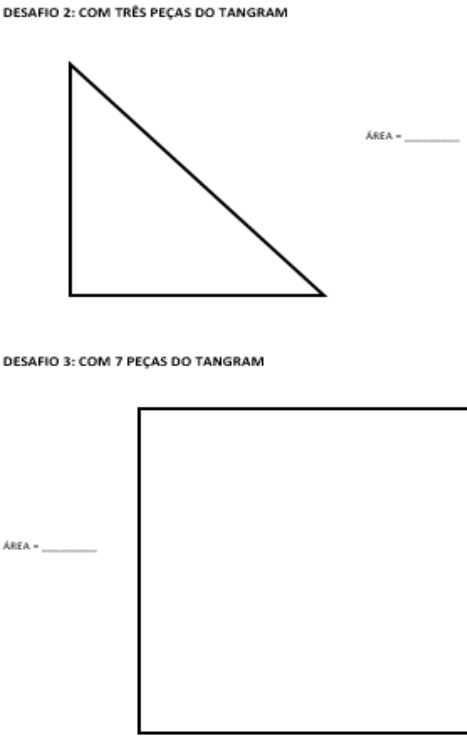
Fonte: autor. Ficha de apoio atividade 2.

Figura 39
Ficha de apoio à Atividade 2



Fonte: Autor.

Figura 40
Ficha de apoio à Atividade 2



Fonte: Autor.

Os objetivos desta atividade são:

- Identificar unidade de área;
- Calcular a área de figuras planas a partir de uma unidade de área;
- Compreender a área de uma figura como processo de composição de figuras geométricas.

5.9 Coleta de Dados

O processo de coleta de dados foi desenhado de acordo com a identidade da pesquisa, sua caracterização e necessidades de exploração de apoios específicos para validação de hipóteses e análise dos resultados sob o viés qualitativo.

De acordo com Chizzotti (2014), o estudo de caso envolve uma coleta sistemática de informações e, para isso, recorre a múltiplas fontes de coleta de dados, como: documental, observação participante, entrevistas, pesquisa de campo e recursos audiovisuais. Esses registros devem ser protocolados para facilitar o processo de consultas para análise, inferências e confirmação de evidências.

Para coleta de dados desta pesquisa, foram utilizados como instrumentos: questionários, entrevistas não formais, observação participante e câmera de vídeo. Por meio das entrevistas não formais, foi possível ter um panorama da escola, dos sujeitos da pesquisa e das condições de trabalho dos professores. Os questionários permitiram traçar um perfil dos estudantes, além de coletar informações conceituais acerca dos conceitos geométricos. Os questionários, aliados às atividades, formam o conjunto de registros utilizados pelo estudante para transmitir de forma escrita suas concepções durante o processo.

Complementar ao processo de coleta, foi feita a observação participante como forma de captar evidências que corroboram as hipóteses da pesquisa, além da possibilidade de presenciar o fenômeno *in loco.* Para isso, foi criado um protocolo de observação, determinando o que se pretende observar no processo de aplicação das atividades. Sobre a observação participante, Fiorentini (2006) diz que é uma estratégia que envolve não só a observação direta, mas um conjunto de técnicas metodológicas, pressupondo um grande envolvimento do observador. Destacando ainda que o termo “participante” não implica em constantes interferências no ambiente de estudo e sim participação no registro de observação.

Os vídeos foram utilizados para captação de estratégias na resolução dos desafios propostos, emoções e reconstituição dos diálogos durante o processo de aplicação das atividades.

Em consonância com a utilização destes instrumentos de coleta e objetivos da pesquisa está o termo de responsabilidade assinado pelos responsáveis dos estudantes e o pesquisador.

5.10 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos desta pesquisa são 24 alunos de uma escola da rede municipal de ensino, localizada no bairro Japiim, zona Sul de Manaus. Os estudantes foram selecionados em quatro turmas diferentes, duas do turno matutino e duas do vespertino. Os estudantes têm idades variando de 12 a 14 anos, sendo 12 meninos e 12 meninas. Nas turmas, a seleção ocorreu de forma aleatória, por sorteio. A série foi escolhida de acordo com a proposta curricular da SEMED, de modo que os conceitos abordados durante a aplicação das atividades estivessem contemplados em anos anteriores de escolarização. Deste modo, o 7° ano mostrou ser o ano mais adequado para a aplicação desta pesquisa.

5.11 Aplicação das Atividades

No dia 19 de abril, foi realizado um convite aos estudantes, nas salas, para participação de uma aula especial de matemática utilizando a tecnologia. Muitos estudantes aceitaram o convite e isso foi uma surpresa, inclusive com o número de interessados sendo maior que o número de vagas oferecidas para as quatro turmas. Após a seleção e entrega dos termos de participação assinados pelos responsáveis, demos início às atividades no laboratório de informática da escola. No primeiro momento, os estudantes foram submetidos ao questionário inicial com questões qualitativas concernentes aos conceitos geométricos; em seguida, assistiram a uma apresentação, em *power point* e vídeo, sobre a lenda do Tangram e os conceitos dos formatos geométricos das peças que formam o Tangram. Esse momento serviu como um organizador prévio das atividades subsequentes. A partir desse momento,

foram sorteadas as ordens das duplas para o início das atividades com o Tangram Osmo.

A aplicação das atividades com o Tangram Osmo aos estudantes aconteceu no laboratório de informática da escola em formato de gincana de matemática, criada com objetivo de incentivar a participação dos estudantes, como visto na seção 7.2.1 no estudo Piloto. Para esta gincana, foram formadas 13 duplas, cada dupla realizou as atividades 1 e 2 com o Tangram Osmo de forma sequenciada. Após a conclusão das atividades, a dupla foi submetida a um questionário final para colher impressões e conceitos das atividades utilizando o Tangram Osmo.

Ao fim da participação de todas as duplas, foram avaliadas as pontuações de cada dupla referente aos desafios das atividades, premiando duas duplas do turno matutino e vespertino.

A aplicação das atividades com Tangram Osmo na escola teve duração de cinco dias e possibilitou avaliar o potencial pedagógico deste objeto, a receptividade nas aulas de matemática, os conceitos abordados com didática específica, observando os impactos produzidos nas concepções dos estudantes para posterior análise e confronto das contribuições desta proposta de ensino para diminuir as dificuldades dos estudantes em geometria. Neste processo, o pesquisador teve a participação de mediador, buscando interferir o mínimo possível, de modo que fossem atingidos os objetivos propostos na sequência didática.

5.12 Resultados

Os dados obtidos foram analisados a partir da análise de conteúdo de Bardin (1977). A autora define a análise de conteúdo como

> um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição dos conteúdos das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 45).

A utilização deste método permite ao pesquisador obter um maior entendimento das comunicações verbais e não verbais dos sujeitos da pesquisa. Por meio da categorização dos dados, é possível descrever atitudes, emoções e

significados dentro de uma objetividade e profundidade dos fatos, clarificando as relações entre os registros e observações, validando hipóteses durante o processo de interpretação/compreensão dos dados. Como afirma Cavalcante (2014), “a análise de conteúdo compreende técnicas de pesquisa que permitem, de forma sistemática, a descrição das mensagens e das atitudes atreladas ao contexto da enunciação, bem como as inferências sobre os dados coletados”.

Para utilização deste método, Bardin (1977) elencou três fases para organização da análise denominados de: pré-análise[19]; exploração do material[20]; tratamento dos resultados, inferência e interpretação[21].

A escolha deste método para pesquisa consiste em ter um olhar mais particular das mensagens, atitudes e emoções dos estudantes, transmitidas no processo de aplicação das atividades, possibilitando uma análise crítica e reflexiva dos dados coletados, e ainda na possibilidade de quantificar as informações por meio da categorização e construção de tabelas e gráficos que apoiam as inferências e interpretação dos dados.

Diante disso, os resultados são apresentados seguindo três etapas:

1) Organização dos dados;

2) Categorias do corpus da pesquisa;

3) Inferências e interpretação dos dados catalogados.

5.12.1 Organização dos dados

Nesta etapa, foi realizada uma leitura flutuante de todo material coletado, formulando indicadores, hipóteses, observando a frequência de palavras vislumbrando as unidades de significado para posterior categorização. A construção

[19] É a fase em que se organiza o material a ser analisado com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. Realiza-se uma leitura flutuante do material para o estabelecimento de contato com os documentos da coleta de dados, formulação das hipóteses e dos objetivos, referenciação dos índices e elaboração de indicadores por meio de recortes de texto nos documentos de análise (BARDIN, 1977).

[20] Nesta fase é realizada a exploração do material identificando as unidades de registro (unidade de significado correspondente ao fragmento do conteúdo a considerar como unidade base, visando à categorização e à contagem frequencial) e o contexto das unidades de registro, denominadas de unidades de contexto. A partir daí realiza-se a categorização do material com base na codificação e classificação previamente realizadas, possibilitando a descrição analítica da pesquisa orientada pelas hipóteses (BARDIN, 1977).

[21] Esta fase é destinada ao tratamento dos resultados; ocorre nela a condensação e o destaque das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais; é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica, tendo por base o significado das categorias e sua relação com o referencial teórico (BARDIN, 1977).

do *corpus* de análise da pesquisa reuniu os questionários inicial e final, os protocolos de observação, as fichas de atividades e as filmagens durante a aplicação das atividades. Essas informações foram codificadas a começar pelas 12 duplas participantes, sendo cada uma nomeada com letras maiúsculas do nosso alfabeto, variando de A à L. Os participantes das duplas foram indexados com índices subscritos nas letras referentes a cada dupla, assim o A_1 representa um estudante da dupla A, preservando deste modo a identidade dos participantes da pesquisa. Segundo Moraes (1999), o processo de codificação dos materiais deve ser estabelecido de modo que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra de depoimentos ou documentos a serem analisados. Esse código poderá ser constituído de números ou letras que, a partir deste momento, orientarão o pesquisador para retornar a um documento específico quando assim o desejar.

As respostas dos estudantes nos questionários foram transcritas para uma planilha eletrônica - nas questões fechadas, eram codificados 0 (zero) para respostas ‘não’ e 1 (um) para ‘sim’. Nas questões em que havia níveis de escala, foi computado o número marcado pelo estudante. As questões abertas foram transcritas tal qual a escrita dos estudantes. O mapeamento das respostas dos estudantes nos questionários permitiu observar as convergências das ideias iniciais, hipóteses e objetivos da pesquisa, e ainda os fragmentos das respostas que indicam preferência, gostos, impressões e conceitos geométricos, apontando para etapa subsequente de categorização dos dados, além de possibilitar a construção de gráficos que auxiliam na interpretação dos dados.

Os protocolos de observação foram organizados em planilhas eletrônicas a partir da seleção dos principais fenômenos observados em cada campo da ficha de observação. Essa organização possibilitou a construção de gráficos e indicadores de estratégias, uso de ajudas, desafios concluídos e diálogos dos estudantes durante a aplicação das atividades, além de registrar as principais intervenções do pesquisador no processo.

As respostas dos estudantes registradas nas fichas de atividade foram transcritas para planilhas eletrônicas gerando gráficos de número de acertos em cada desafio realizado pelas duplas.

As filmagens dos estudantes durante a aplicação das atividades possibilitaram organizar os principais fenômenos observados, como alegria, surpresa, frustação e estratégias utilizadas pelas duplas. Estes parâmetros foram

catalogados em uma planilha eletrônica, além de fornecer citações, utilizadas nas análises das categorias.

Como visto, o processo de organização é tarefa necessária para um melhor direcionamento dos resultados da pesquisa, facilitando as etapas seguintes. Sobre este processo, Moraes (1999) destaca que os documentos devem ser pertinentes aos objetivos da análise, além de cobrir o campo a ser investigado de modo abrangente.

Após esta organização, as informações foram relacionadas e sintetizadas durante a exploração do material por meio do processo de classificação e categorização como veremos a seguir.

5.12.2 Categorias do corpus da pesquisa

Categorizar os dados é uma etapa crucial no processo de análise de conteúdo - é neste momento que a análise cria forma e evidencia as impressões principais captadas dos sujeitos da pesquisa convergindo para diversas temáticas. De acordo com Lorenzato (2006), a categorização é um processo de classificação, organização das informações em conjuntos que contenham elementos ou características comuns. Esse processo deve abranger todas as informações que fazem parte do corpus da pesquisa. As categorias podem ser concebidas de três modos distintos:

i. Definidas a *priori*, ou seja, quando as categorias já foram definidas previamente pelo pesquisador com base na literatura ou não;
ii. Emergentes, quando são definidas a partir da interpretação dos dados obtidos;
iii. Mistas, quando o pesquisador obtém categorias provenientes da literatura ou suas percepções prévias, e de dados do registro de campo que de forma latente suscitam novas categorias.

Para esta pesquisa, a categorização dos dados sucedeu de forma mista, uma vez que os questionários foram divididos em blocos temáticos para facilitar a catalogação dos dados e constituir evidências favoráveis ou não às hipóteses de pesquisa. Duas categorias surgiram do processo de exploração do material - ‘Estratégia’ e ‘Dificuldades Encontradas’.

O processo de categorização teve início com uma leitura exaustiva do material na busca de expressões e significados que denotem a opinião dos sujeitos da pesquisa, elaborando, desse modo, as unidades de análise que permitam a construção de categorias a partir da reunião de unidades correlacionadas a um contexto, ou subcategoria capaz de incluir significados e discussões acerca dos objetivos da pesquisa. Desse modo, de acordo com Chizzoti (2006), o critério fundamental da análise de conteúdo é o fragmento do texto à palavra, ou *lexema,* que é considerado como a menor unidade textual, passível de se analisar a frequência com que aparecem, a fim de estabelecer correlações significativas entre as unidades e extrair conteúdo relevante da mensagem.

Para elaboração das unidades de análise, foram considerados fragmentos dos textos dos questionários inicial e final, afirmações em questões fechadas, as observações realizadas e transcritas na preparação do material, que expressem um sentido completo da opinião dos sujeitos da pesquisa. Sobre essa etapa, Moraes (1999) afirma que, neste processo de transformação de dados brutos em unidades de análise, é importante ter em conta que estas devem representar conjuntos de informações que tenham um significado completo em si mesmas, podendo ser interpretadas sem auxílio de informação adicional. Isto é importante, já que essas unidades nas fases posteriores da análise, serão tratadas fora do contexto da mensagem original, integrando-se dentro de novos conjuntos de informações e, então, deverão poder ser compreendidas e interpretadas, mantendo-se o significado original.

A partir das unidades de análise, foram elaboradas as primeiras subcategorias ou categorias iniciais, em seguida, as intermediárias, que possibilitaram reunir várias unidades de análise de acordo com o mesmo sentido semântico, promovendo a primeira visão do mapa de dados da pesquisa, clarificando os temas emergentes que caminham de acordo com os objetivos propostos da pesquisa. É importante destacar que o uso de categorias no processo de análise permite sintetizar as opiniões dos estudantes dentro de uma classe temática que propicia a discussão, inferências e interpretação dos dados.

O quadro 8 apresenta as categorias construídas a partir da exploração do material, assim como a síntese das unidades de análise e subcategorias que contextualizam as falas dos sujeitos da pesquisa.

Quadro 8
Categorização do corpus da pesquisa

LOCAL DE REGISTRO DOS DADOS	CATEGORIAS FINAIS	CATEGORIA INTERMEDIÁRIA	SUB-CATEGORIAS	SÍNTESE DOS REGISTROS
QI1 – QUESTÃO FECHADA	ENSINO DE MATEMÁTICA COM USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	USO DE TECNOLOGIA PELOS ESTUDANTES NO COTIDIANO	ACESSO AO COMPUTADOR	*Não tenho acesso a computador, sim tenho acesso a computador, acesso o computador em casa, acesso o computador na escola.*
QI3 – QUESTÃO SEMI - ABERTA			UTILIZAÇÃO DO COMPUTADOR	*Utilizo o computador para assistir vídeos, acessar redes sociais, fazer tarefas, jogar jogos digitais, assistir futubol online, assistir filme, fazer pesquisa.*
QI6 – QUESTÃO FECHADA			GOSTA DE JOGOS DIGITAIS	*Gosto pouco de jogos digitais, gosto regular de jogos digitais, gosto muito de jogos digitais.*
QI4 – QUESTÃO FECHADA		A MATEMÁTICA COMO DISCIPLINA ESCOLAR	GOSTA DE MATEMÁTICA	*Gosto pouco de matemática, gosto regular de matemática, gosto muito de matemática.*
QI7 – QUESTÃO FECHADA			GOSTA DE GEOMETRIA	*Gosto pouco de geometria, gosto regular de geometria, gosto muito de geometria.*
QI5 – QUESTÃO FECHADA			AULAS DE MATEMÁTICA NO LABORATÓRIO	*Já participei de aulas de matemática no laboratório de informática, nunca participei de aulas de matemática no laboratório de informática, gostaria de participar de aulas de matemática no laboratório.*
QF8 – QUESTÃO ABERTA	CLASSIFICAÇÃO DE POLÍGONOS A PARTIR DE NOÇÕES CONCEITUAIS	CONCEPÇÕES CONCEITUAIS DOS ESTUDANTES SOBRE FORMATOS GEOMÉTRICOS PLANOS	CARACTERÍSTICAS DOS QUADRILÁTEROS DESCRITAS PELOS ESTUDANTES	*Quadrado: 4 lados iguais; é um cubo; é uma figura que possui 4 lados retos e iguais; tem 4 pontas; 4 lados retos; é uma forma geométrica que as demais utilizar pra várias coisas ex: caixa de presente, tecla do computador e papel e etc.; um quadrado é uma forma que pode ser feita por outras formas. Retângulo: um quadrilátero formado por 4 lados; é uma figura que tem doi lados paralelos; um retângulo é tipo um quadrado e tem dois ângulos retos; tem lados opostos iguais; uma caixa de sapatos; é uma peça que tem três lados; um quadrado esticado para cima; trapézio: um trapézio é um quadrado com partes de cima amassadas; o trapézio é uma forma meio circulado para os lados diferentes dos outros; como se fosse uma piramide; o lado que tem em baixo é maior que de cima; é um quadrilatero e é formado por um triângulo e um quadrado; tem 4 lados; um figura*

				que possui 4 lados um pequeno, um grande e dois iguais. Eles não são retos. Losango: é uma figura que pode ser composta por dois triângulos grandes; uma figura que possui 4 lados iguais, retos e diferente do quadrado, ele é meio em pé; é um quadrado inclinado; um losango é meio tipo desigual ele é apontado para os lados; bandeira do brasil; um losango é uma figura meio torto; um quadrado inclinado e esticado; uma forma geométrica sem nenhum lado paralelo; paralelogramo: é uma figura que é composta por dois triângulos que pode formar um paralelogramo; uma forma geométrica com 4 lados, mas 2 são paralelos um ao outro; é um retângulo inclinado; é um quadrado inclinado; o paralelograma é um retângulo só com a parte de baixo e de cima amassadas pro lado esquerdo e lado direito; as 2 partes é diferente; uma figura que possui 4 lados iguais entre si; um quadrado revestido para direita; um paralelograma é de forma meio quadrado cada parte dele mais é apontado; é uma forma geométrica; um paralelograma é formado pelo uma área dos lados; paralelograma é uma figura meio torto.
QI8 – QUESTÃO ABERTA			IDENTIFICAÇÃO DE FORMATOS GEOMÉTRICOS	*Quadrado, retângulo, triângulo, pentágono, hexágono, trapézio, losango, paralelogramo, polígono.*
QI9 – QUESTÃO ABERTA QF9 – QUESTÃO ABERTA	NOÇÃO DE ÁREA DE FIGURAS PLANAS	CONCEPÇÕES CONCEITUAIS DOS ESTUDANTES DE ÁREA DE SUPERFÍCIE, UNIDADE DE ÁREA E ÁREA INVARIANTE	NOÇÕES CONCEITUAIS DE ÁREA DE SUPERFÍCIE	*É o "tanto" de formas/peças que usamos para criar uma figura; são quantas peças você usou; a formação com figuras geométricas; é aquela área que é formado quadradinhos por uma unidade; é que conta quantos tem dentro; que serve de botar as figuras; área de figura planas são as partes sem nada; áreas de figuras planas são tipo de planarias diferentes das outras; os espaços delas tipo as parte que ficam; uma parte que está dentro do quadrado ou da figura; lisa.*

QI10 – QUESTÃO ABERTA QF10 – QUESTÃO ABERTA			UNIDADE DE ÁREA	*Unidade de área são triângulos pequenos que cada um forma uma forma diferente; a unidade de área é quando a gente preenche a surperfície dele de um quadro com várias outras peças; é alguma "forma" para formar a forma geométrica; é uma peça que pode ser utilizado para ver quanto é a área da figura que você montou; a composição de uma figura geométrica; número; é uma área que é formado pela mesma forma geométrica; é que caiba todas as figuras; é a quantidade que uma figura levo de centímetros; a quantidade de figura; é a soma de algum objeto; unidade de área são aquelas que a gente pede duas unidades e conta quantas unidades elas tem ao total; unidade de área é preencher as figuras; unidade de área é a peça que encaixa no quadro; são quantos quadrados vou utilizar para um retângulo ou outras formas são tipos unidades; é como podemo fechar a parte de área com peças como triângulo; unidade de área é uma figura formada por apenas uma figura.*
QI11 – QUESTÃO FECHADA FICHA DE OBSERVAÇÃO VÍDEO			ÁREA INVARIANTE	*Tem a mesma área porque utilizou as mesmas peças; o quadrado, o paralelogramo e o triângulo tem a mesma área 2.*
QF3 – QUESTÃO FECHADA	AVALIAÇÃO DO USO DO OA NO ENSINO DE GEOMETRIA	ESTUDAR GEOMETRIA COM O TANGRAM OSMO	UTILIZAÇÃO DO TANGRAM OSMO	*Um pouco difícil usar o Tangram Osmo, foi fácil usar o Tangram Osmo, foi muito fácil usar o Tangram Osmo.*
QF7 – QUESTÃO FECHADA QF12 – QUESTÃO ABERTA			ATIVIDADE COM O TANGRAM OSMO	*Muito legal, muito boa, gostei bastante, foi melhor do que estava acostumado, aprendi bastante, igual ao que estava acostumado, criativa, desenvolve o raciocínio, ajudou muito, foi ótimo.*
QF5 – QUESTÃO SEMI-ABERTA		CONTRIBUIÇÕES DO OA NA ATIVIDADE	AJUDA PROPICIADA PELO TANGRAM OSMO NOS DESAFIOS	*Contorno das figuras, o diamante que revelava uma peça da figura, o piscar das cores indicando a peça a ser utilizada, o parceiro.*
QF12 – QUESTÃO			IMPACTO CONCRETO	*Tecnologia do futuro, moh legal isso lokão, reconhece as peças.*

ABERTA VÍDEO			DIGITAL	
QF12 – QUESTÃO ABERTA QF6 – QUESTÃO ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO VÍDEO			MOTIVAÇÃO	*Alegria, perseverança, vibração, comemoração, faria novamente, interessante, foi divertido, que tenha mais.*
QF8 – QUESTÃO ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO FICHA DE ATIVIDADES	ESTRATÉGIA UTILIZADA PARA SOLUCIONAR OS DESAFIOS	COMPOSIÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE FIGURAS PLANAS	DECOMPOSIÇÃO DE FORMATOS GEOMÉTRICOS	*Uma forma pode ser utilizada por várias outras formas; decompor as figuras para visualizar os formatos geométricos; calcular área com unidade de área.*
QF8 – QUESTÃO ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO FICHA DE ATIVIDADES			COMPOSIÇÃO DOS FORMATOS GEOMÉTRICOS	*O retângulo pode ser formado por dois quadrados ou dois triângulos e um quadrado; o retângulo é formado por duas ou mais peças; quadrado pode ser formado por dois triângulos; trapézio pode ser composto com um quadrado e um triângulo de diferentes formas; um quadrado é uma forma que pode ser feita por outras formas; o losango pode ser composto por dois triângulos grandes de várias formas; o paralelogramo é composto por dois triângulos. Com o trapézio se faz várias formas. Uma figura que pode ser composta com um quadrado e um triângulo ele tem várias formas de trapézio; possui todos os lados diferentes.*
QF5 – QUESTÃO SEMI – ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO		APOIO PARA RESOLVER OS DESAFIOS	UTILIZAR AJUDA	*Usar a gem, esperar piscar, construir pelo contorno.*
QF5 – QUESTÃO SEMI – ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO VÍDEO			COOPERAÇÃO	*Diálogo, ambos manuseando as peças, sobreposição, decompor as figuras para visualizar formatos geométricos.*
QF6- QUESTÃO ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO VÍDEO	DIFICULDADES CONCEITUAIS ENCONTRADAS PARA SOLUCIONAR OS DESAFIOS	DIFICULDADES ENCONTRADAS	OBSTÁCULOS DA ATIVIDADE 1	*Conservação do formato após rotações, visualizar novos formatos na figura, conceitos de formatos geométricos, trapézio é outra figura bem difícil de encontra; não sei muito(losango); bom não sei muito (paralelogramo).*

QF6- QUESTÃO ABERTA FICHA DE OBSERVAÇÃO VÍDEO			OBSTÁCULOS DA ATIVIDADE 2	*Áreas equivalentes, calcular a área, conceito de unidade de área, conceito de área, montar o quadrado com as sete peças do Tangram.*

Obs.: Legenda: QI- questionário inicial; QF- questionário final.
Fonte: autor.

Após as conexões e interpretações semânticas dos registros dos estudantes, foram criadas as categorias acima que representam a organização dos dados brutos para análise e interpretações.

5.12.3 Descrição das categorias

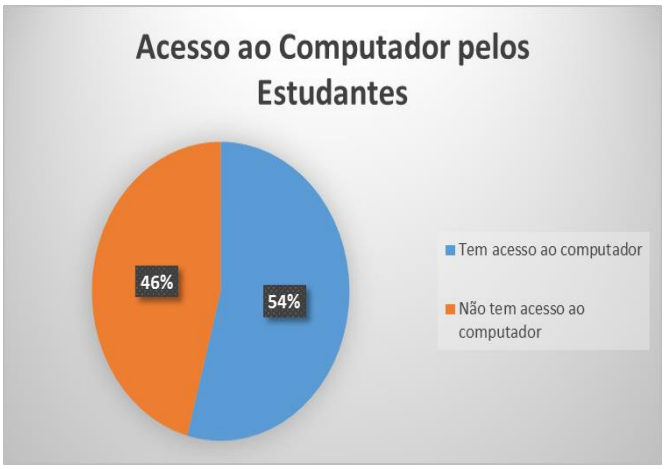
Neste momento, apresenta-se a descrição das categorias finais juntamente com os gráficos que são indicadores do desempenho dos estudantes nas atividades, possibilitando comparações quantitativas que auxiliam as análises do pesquisador. Para Moraes (1999), a descrição é o primeiro momento da comunicação dos resultados, em que se apresenta uma síntese das categorias, quadros e tabelas que comprovam a significância e validade para pesquisa, constituindo-se, deste modo, como etapa fundamental ao expressar os significados captados e intuídos nas mensagens analisadas.

As categorias seguintes representam a síntese dos dados coletados que possibilitam verificar as hipóteses, os objetivos da pesquisa, além de apontar possibilidades e limitações da proposta.

5.12.4 Ensino de Matemática utilizando ferramentas tecnológicas

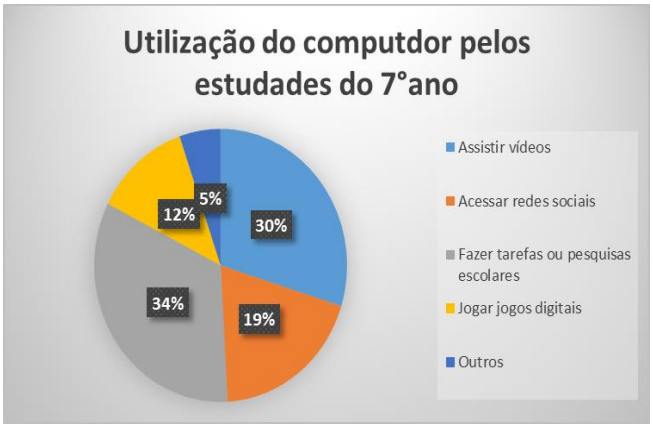
Esta categoria surge a partir das repostas dos questionários nas falas dos estudantes sobre as atividades que realizam utilizando o computador. Nesse sentido, foi possível perceber que mais da metade dos estudantes têm acesso a um computador ou celular, seja em casa ou na escola.

Gráfico 1



Fonte: Autor.

Gráfico 2



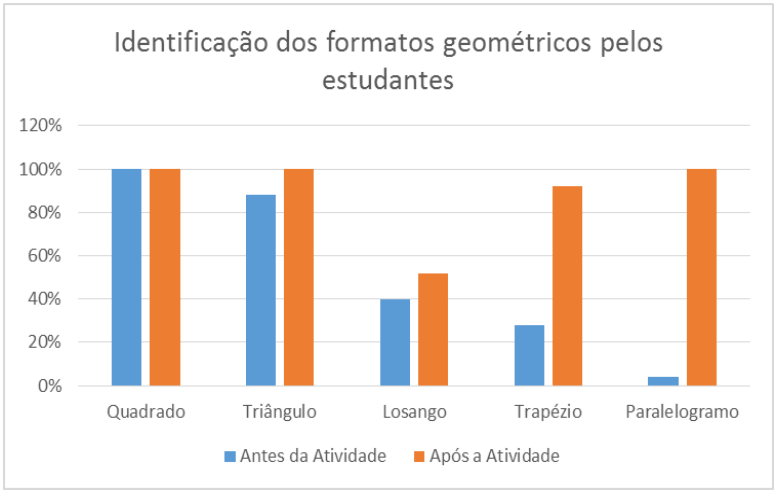
Fonte: Autor.

O que surpreendeu um pouco foi o fato da escola possuir um laborátorio de informática e não termos a totalidade dos estudantes com acesso ao computador. Isso pode ser um indicativo de que, nas aulas de matemática, não está sendo utilizado o computador como recurso didático. O que apoia essa ideia é o fato de que os estudantes, quando perguntados se já participaram de uma aula de matemática no laboratório de informática, apenas um afirmou que ‘sim’. Para Amado (2015), o uso de tecnologia integrada de forma articulada com o currículo e com metodologias adequadas é capaz de produzir ganhos significativos nas aprendizagens dos alunos. É importante destacar que 60% dos estudantes afirmaram não gostar muito de matemática, e isso pode estar atrelado à forma como essa ciência é apresentada, muitas vezes desfocada dos interesses e práticas dos estudantes.

5.12.5 Classificação de polígonos a partir de noções conceituais

Esta categoria representa as noções conceituais dos estudantes em relação aos quadriláteros e triângulo. A partir de questões abertas dos questionários e por meio da identificação dos formatos geométricos nas atividades, podemos perceber as principais características atribuídas pelos estudantes aos formatos utilizados nas atividades com o OA. Isso possibilitou quantificar a identificação dos formatos geométricos pelos estudantes e a comparação de suas concepções iniciais e finais sobre quadrado, triângulo, losango, trapézio e paralelogramo.

Gráfico 3



Fonte: Autor.

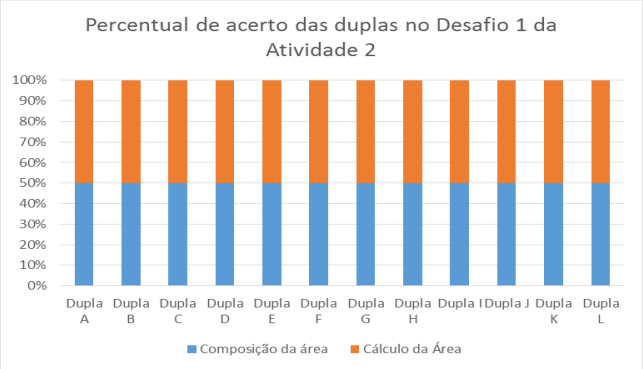
Além do aspecto de identificação do formato geométrico, ao avaliar as falas no questionário final sobre os conceitos acima tivemos indícios de apreensão dos conceitos geométricos pelos estudantes. Isso permitiu realizar uma correlação da identificação x conceituação dos estudantes sobre os formatos geométricos explorados nas atividades.

5.12.6 Noção de área de figuras planas

Essa categoria representa a noção conceitual dos estudantes sobre a área de uma superfície plana, unidade de área e área invariante. Os dados para criação desta categoria originaram dos questionários, atividades e observações. A partir de

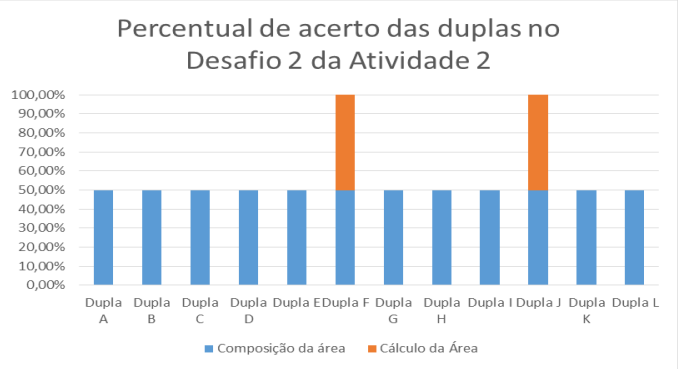
composições de figuras geométricas, foi possível avaliar o processo de construção do conceito de área como quantidade de superfície.

Gráfico 4



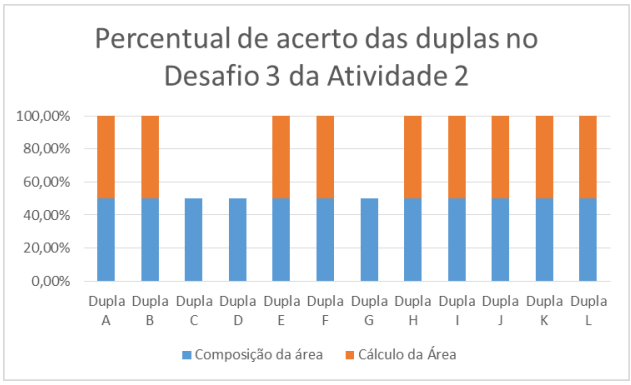
Fonte: Autor.

Gráfico 5



Fonte: Autor.

Gráfico 6



Fonte: Autor.

Os gráficos acima nos mostram o desempenho dos estudantes na atividade em dois momentos distintos: a composição da área da figura e o cálculo da área desta figura a partir de uma unidade de área. Os três gráficos apresentam níveis distintos de composição: no Desafio 1, foram utilizadas duas peças do Tangram; no Desafio 2, três peças; e no 3, as sete peças do Tangram.

Os dados mostram que os estudantes realizaram a composição de todas as figuras, porém nem todos acertaram o cálculo da área nos Desafios 2 e 3. E ainda houve melhoria nos resultados das duplas em relação ao cálculo da área no Desafio 3. Esse fato nos permite conjeturar que, durante a atividade no desafio 2 e 3, os estudantes confrontaram suas ideias por meio do processo de ação-reflexão, promovido pelo mediador da atividade, fato que permitiu o desenvolvimento/construção dos conceitos de área, unidade de área e área

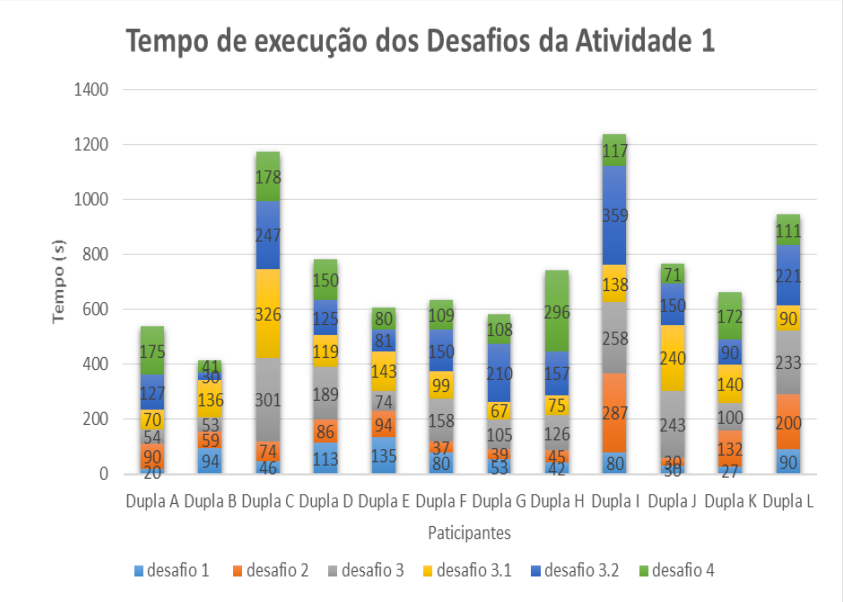
invariante, resultando em um melhor desempenho dos estudantes no Desafio 3 em relação ao cálculo de área.

É possível perceber o desenvolvimento/construção conceitual dos estudantes quando confrontadas suas repostas acerca destes conceitos nos questionários inicial e final, fato que será discutido na seção de Interpretação dos dados.

5.12.7 Avaliação do uso do OA no ensino de Geometria

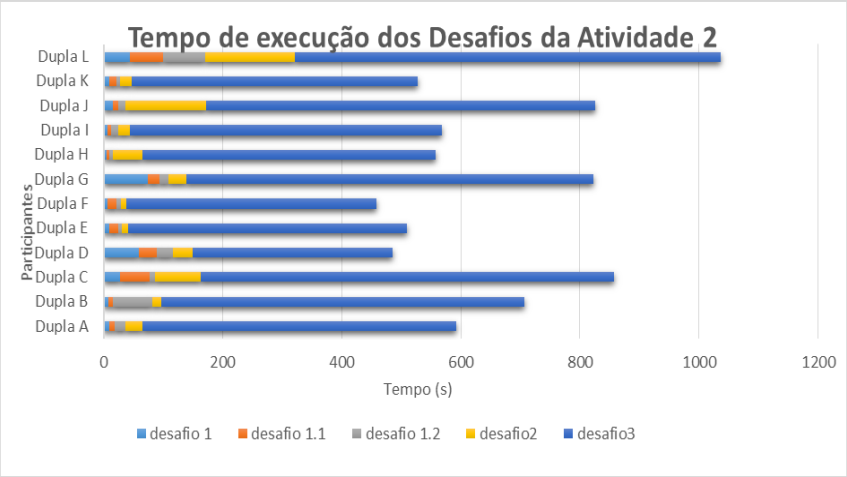
Esta categoria apresenta as impressões dos estudantes sobre o OA utilizado na atividade em relação à usabilidade, às contribuições durante a execução da atividade, além de aspectos psicológicos como motivação, satisfação, alegria e engajamento no cumprimento das atividades. A opinião dos estudantes sobre a atividade foi algo que chamou a atenção, pois todos relataram terem gostado de participar da atividade e ainda que a atividade desenvolveu o raciocínio, serviu para o aprendizado em geometria e foi melhor do que as aulas a que estavam acostumados.

Gráfico 7



Fonte: Autor.

Gráfico 8



Fonte: Autor.

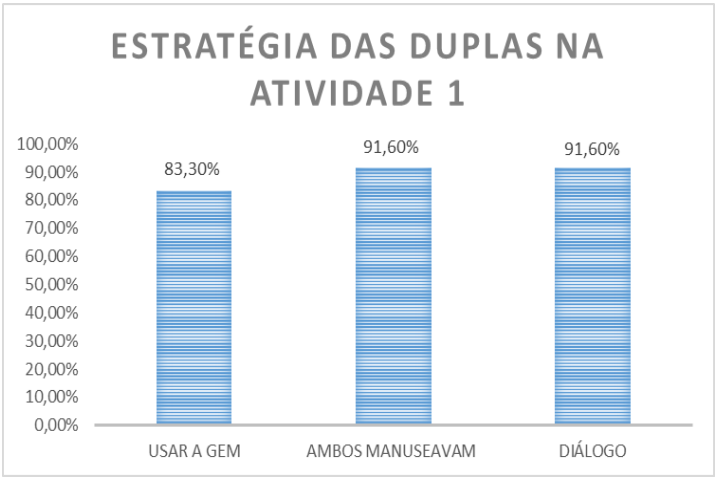
Os gráficos acima apresentam o tempo gasto pelos estudantes para cumprir os desafios propostos em cada atividade. Na atividade 1, foram utilizadas as sete peças do Tangram em todos os desafios; na atividade 2, no desafio 1, foram utilizadas duas peças para composição, no desafio 2, três peças e no desafio 3 as sete peças do Tangram.

É importante notar que ao comparar o tempo gasto para execução dos desafios da atividade 1 e o desafio 3 da atividade 2, percebemos uma diferença significativa dos tempos de execução das atividades de composição, uma vez que ambas utilizaram as sete peças do Tangram. Isso pode ser uma evidência de que os apoios proporcionados pelo OA facilitaram a execução da atividade.

5.12.8 Estratégia utilizada para solucionar os desafios

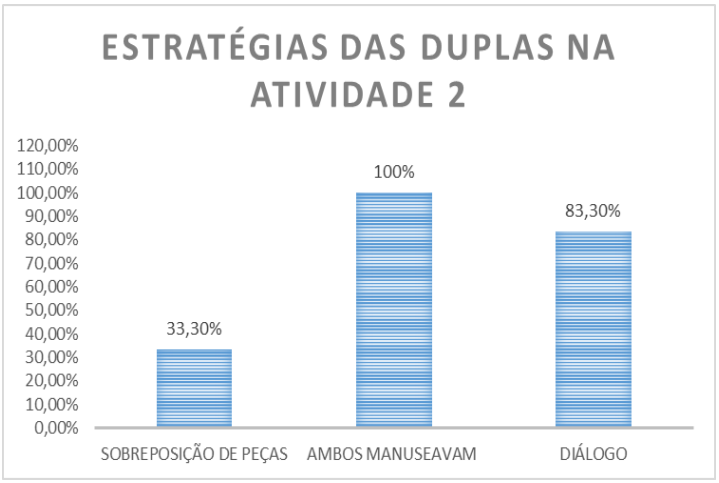
As estratégias dos estudantes para solucionar os desafios foi uma categoria emergente dos dados coletados por meio das observações e vídeos das atividades. O uso de ajuda, o manuseio das peças pelos participantes, o diálogo, a sobreposição das peças foram as principais estratégias utilizadas pelos estudantes para solucionar os desafios.

Gráfico 9



Fonte: Autor.

Gráfico 10



Fonte: Autor.

Os gráficos acima mostram que a principal estratégia das duplas era o manuseio simultâneo das peças pelos participantes, como ato de cooperação, juntamente com diálogo para as tomadas de decisões. Na atividade 1, o uso da 'GEM' para revelar as peças foi uma estratégia utilizada por 83,3% das duplas. Apenas duas duplas não utilizaram a GEM, possivelmente por suas estratégias estarem apoiadas no piscar das peças e no contorno das figuras.

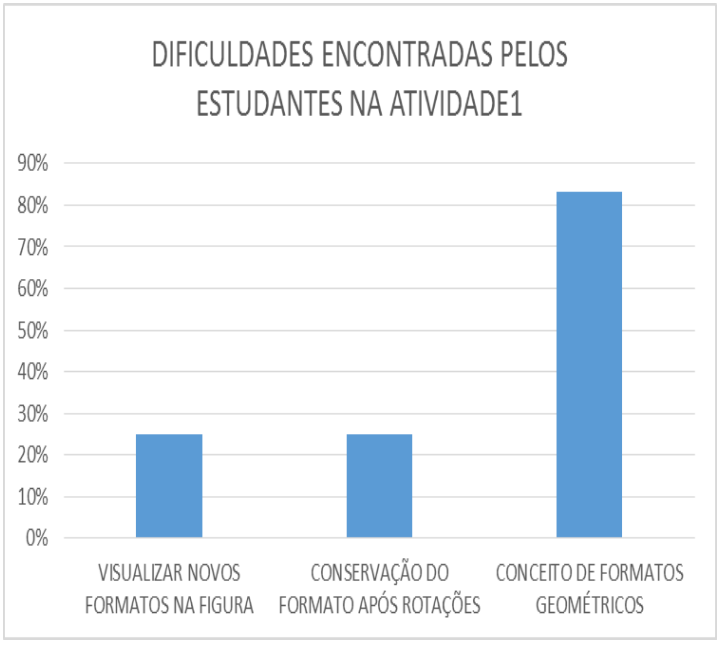
Na atividade 2, a sobreposição das peças para calcular a área das figuras foi uma estratégia utilizada por quatro duplas, que serviu de apoio para confirmação da área de cada peça do Tangram.

A decomposição foi utilizada como estratégia para visualizar os formatos geométricos ocultos na atividade 1 e a composição para calcular a área das figuras na atividade 2.

5.12.9 Dificuldades conceituais encontradas para solucionar os desafios

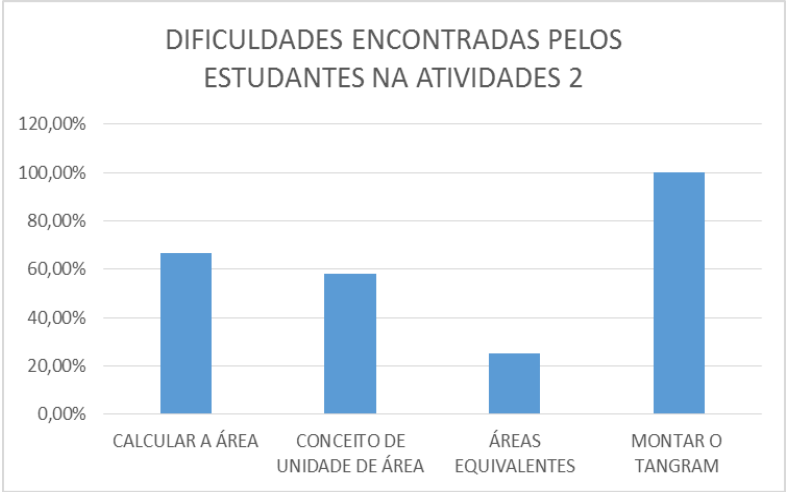
Esta categoria surge a partir dos dados coletados das observações realizadas durante as atividades, vídeos e questionários. Os estudantes, quando confrontados com os desafios, apresentaram algumas dificuldades para solucioná-los. Na atividade 1, suas concepções conceituais em relação aos formatos geométricos, em alguns casos, tornaram-se obstáculos na identificação de novos formatos geométricos. Na atividade 2, as concepções conceituais dos estudantes sobre unidade de área e área de superfície tornaram-se obstáculos para determinar a área das figuras nos desafios.

Gráfico 11



Fonte: Autor.

Gráfico 12



Fonte: Autor.

Os gráficos 11 e 12 nos mostram que mais de 80% dos estudantes apresentavam dificuldades conceituais que dificultavam o processo de identificação dos formatos geométricos e, consequentemente, o processo de visualização de novos formatos geométricos a partir da composição das peças.

Calcular a área das figuras foi uma tarefa difícil para mais da metade dos estudantes, fato que pode estar relacionado ao somatório das áreas que compõem a figura ou as dificuldades conceituais de unidade de área e equivalência das áreas entre as peças do Tangram.

A montagem do Tangram foi um desafio difícil para todas as duplas, possivelmente pela falta dos apoios encontrados na atividade 1.

6 DISCUSSÃO

Neste momento, são apresentadas as inferências e interpretações com base nas falas dos sujeitos e comparações quantitativas que corroboram as análises do pesquisador, aliado a isso, o referencial teórico apoiando as inferências a partir dos dados coletados. Esta pesquisa tinha como hipóteses a importância do uso de recursos didáticos, tecnológicos e, no caso desta pesquisa, utilizando um objeto de aprendizagem nas aulas de matemática a uma geração de nativos digitais, a fim de despertar o interesse pela disciplina e favorecer o processo de aprendizagem. Desse modo, podemos sintetizar que as hipóteses eram que:

- O uso de tecnologia nas aulas de matemática poderia favorecer o ambiente escolar para apreensão de conceitos em geometria;
- Um objeto de aprendizagem com uma sequência didática oportunizaria aos estudantes uma nova possibilidade para o desenvolvimento de conceitos de área e polígonos.

Para Moraes (1999), em uma pesquisa é importante ir além da descrição dos resultados atingindo níveis de uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens através da inferência e interpretação. As categorias discutidas a seguir possibilitaram verificar as hipóteses acima, os objetivos da pesquisa, além de apontar possibilidades e limitações da proposta de atividade.

Tem-se ciência de que não existe análise e interpretação puramente objetiva, porém buscou-se realizá-la de forma fidedigna, clarificando os fatos subjetivos por meio de evidências, citações, frequências de palavras ou analogias que sustentam as argumentações proferidas, pois, muitas vezes, é na subjetividade dos fatos que se encontram palavras, gestos, atitudes que levam a tendências, causas ou consequências que corroboram para validar ou refutar as hipóteses de pesquisa.

A primeira categoria, o ensino de matemática e o uso de ferramentas tecnológicas, remete-nos a uma tendência metodológica de ensino de matemática bastante difundida no século XXI, seja em Simpósios, revistas científicas, artigos, seminários em educação ou meios de comunicação, o fato que preocupa é a não utilização dessas ferramentas, de forma efetiva, no ensino de matemática. Nesta pesquisa, apenas 1 estudante, de um total de 24, havia participado de uma aula de matemática no laboratório de informática. Um dos fatores relatados por pesquisadores Ferreira (2014), Silva et. al (2017), é a falta de capacitação adequada aos professores. Prensky (2001) define os professores deste século como imigrantes digitais, que utilizam a tecnologia e devem buscar o aperfeiçoamento constante para sua atualização digital. A formação e condições adequadas para utilização de recursos tecnológicos nas aulas de matemática são fatores que devem ser considerados para sua implementação. Borba e Penteado (2001) destacam um conceito relacionado à utilização de recursos tecnológicos nas aulas diretamente ligado ao professor, a *zona de risco*, que significa sair da *zona de conforto,* cujos métodos e técnicas por eles conhecidos não são suficientes para transpor os obstáculos enfrentados no processo de ensino aprendizagem dos estudantes, em busca de métodos, potencialmente relevantes, capazes de serem incorporados à

sua prática, oportunizando aos estudantes um novo caminho para aprendizagem. Diante disso, o professor é desafiado constantemente a rever e ampliar seu conhecimento a todo instante, a cada prática, em constante formação (BORBA, 2001).

Os estudantes não apresentaram dificuldades a operar o OA, e compreender a dinâmica do jogo, fato que contribuiu com hipótese de que estão familiarizados com a tecnologia. Quando perguntados sobre os jogos digitais, 80% dos estudantes afirmaram gostar muito, o que foi percebido durante a aplicação da atividade, considerada um “divertimento levado a sério”, sem perder o foco, eles estavam a todo instante pensando nos objetos geométricos, ora nas classificações ou no cálculo de área de figuras planas. Sobre a atividade com o AO, os estudantes declararam:

> *L1- Gostei muito de participar desta aula. Que tenham mais!.*
> *D1- Eu gostei muito dessa atividade, foi bem legal. Se eu pudesse fazer de novo, eu faria.*
> *A2- Eu gostei bastante, porque foi bem divertido aprender com o tangram.*

Ao analisar a fala dos estudantes, é possível inferir que, além de gostar da atividade - algo que aconteceu com 100% dos estudantes, eles desejam ter outras experiências como essa em outras aulas de matemática. Papert (2008) destaca a importância em se construir algo do seu interesse que lhe dê prazer, isso produz maior motivação nos estudantes para o desempenho das atividades. Na frase *“[...] se eu pudesse fazer de novo, eu faria”,* mostra que a atividade atingiu o nível de adequação necessário para o estudante e cumpriu o seu papel apresentando um novo caminho capaz de oportunizar aos estudantes a apreensão de conceitos em geometria.

Quando perguntados sobre como foi estudar matemática utilizando o OA, 23 estudantes afirmaram que foi melhor do que estavam acostumados, apenas 1 disse que foi igual ao que estava acostumado. Este fato contrapõe a afirmação de 60% de estudantes que afirmaram não gostar muito de matemática. Aí vem o questionamento: os estudantes não gostam de matemática ou não gostam da maneira como a matemática lhes é apresentada?

Conhecer o que o estudante já sabe e o contexto no qual está inserido são variáveis indispensáveis para alcançar níveis de aprendizagem satisfatórios. Não se

trata aqui de atribuir à tecnologia o papel de salvadora nas questões de aprendizagem ou de modismos educacionais, de forma alguma, mas de enfatizar a importância de um planejamento, utilizando recursos didáticos adequados aos estudantes, desenvolvendo uma sequência didática lógica capaz de abarcar conceitos e processos de ação-reflexão que mobilize as estruturas cognitivas dos estudantes na resolução de problemas, criando assim um material potencialmente significativo.

Os impactos produzidos pela atividade na apreensão de conceitos geométricos podem ser discutidos a partir das concepções iniciais dos estudantes sobre formatos geométricos, o que se inicia com o processo de identificação de triângulos e quadriláteros no questionário inicial. Os estudantes não apresentaram dificuldade em reconhecer figuras como quadrado e triângulo, talvez pelo fato de serem os formatos geométricos mais trabalhados pelos professores desde os anos iniciais e, desse modo, associá-los a diversos objetos do mundo real. Quando deparados com outros formatos geométricos, losango, trapézio e paralelogramo, muitos estudantes não souberam identificar corretamente e 58,3% responderam "*não sei"* a pelo menos um destes quadriláteros. Esse fato é preocupante, pois se trata de estudantes do 7°ano que deveriam ter esses conceitos consolidados, de acordo com a proposta curricular da secretaria municipal, o que são indícios não do abandono da geometria, mas de um processo de ensino que não está contemplando o currículo, em especial a geometria como um todo.

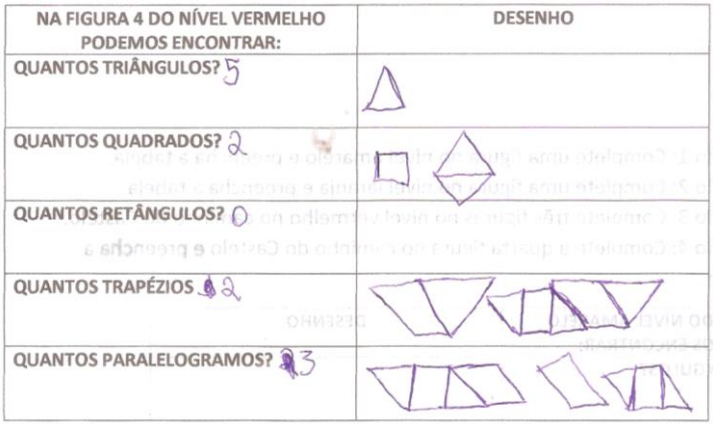
Um fato importante sobre identificação de formatos geométricos ocorreu durante a atividade com o OA, identificar as 'formas ocultas' nas figuras. Ao perceber um quadrado e um triângulo rotacionados, os estudantes se expressaram da seguinte forma:

> *H2- Ainda é um quadrado?*.
> *C1- Não tem triângulo.*

O não reconhecimento do quadrado e do triângulo em função de sua disposição nos revela que os estudantes classificaram esses polígonos apoiados em características de construções prototípicas, ou seja, em triângulos e quadrados desenhados com dois vértices apoiados na base e não em relação ao número de lados, lados congruentes, ângulo reto, lados paralelos que são características

inerentes desses objetos. Após a intervenção, os estudantes compreenderam que não era posição do objeto que definiria sua classificação, e sim características ligadas ao processo de construção da figura. A internalização desses conceitos ficou mais evidente quando visualizados os formatos identificados por eles na atividade 1 em diversas disposições, como na imagem abaixo:

Figura 41
Formatos geométricos identificados na Atividade 1 pela dupla I



Fonte: Autor.

No campo conceitual dos formatos geométricos pelos estudantes, foi possível encontrar avanços. Após as atividades, foi solicitado aos estudantes que escrevessem com suas próprias palavras o que é quadrado, retângulo, losango, trapézio e paralelogramo. Do grupo que não sabia identificar os formatos geométricos, obtivemos as seguintes afirmações:

> *A1- Uma figura que pode ser composta com um quadrado e um triângulo ele tem várias formas de trapézio.*
> *D1- O paralelogramo é um retângulo só com a parte de baixo e de cima amassadas pro lado esquerdo e lado direito.*
> *J2- O retângulo "é que tem 2 igual 2 igual".*
> *I1- O losango é "um quadrado deitado e esticado".*

O estudante A1, ao conceituar trapézio, apresenta como característica a composição da figura, que foi trabalhado durante a atividade, destacando as possibilidades de variação desse formato geométrico. Ao definir o trapézio como a composição de um quadrado e um triângulo percebe-se que o estudante parte de algo que é conhecido para definir uma nova informação, neste caso o trapézio, de

modo que os conhecimentos acerca de quadrados e triângulos e os conhecimentos aderentes a estes foram relevantes para este estudante, funcionando como subsunçores para ancoragem da nova informação, então podemos afirmar que o estudante apreendeu conceitos de modo significativo, segundo Ausubel. O estudante D1 define o paralelogramo a partir de outro formato geométrico – o retângulo, adicionando uma inclinação aos lados opostos. Em outras palavras, o paralelogramo é um 'retângulo' que não tem ângulos retos. Para esse estudante, algumas propriedades aparecem de forma implícita em sua classificação, como a congruência e paralelismos dos lados opostos. Outro ponto interessante foi a utilização de analogias para partir de algo conhecido e assim explicar a nova informação, fato que revela indícios de uma relação significativa para esse estudante. O estudante J2 define o retângulo de uma forma pouco usual, quase uma *charada*, mas que apresenta indícios de outros conceitos inerentes a esse formato geométrico, como uma figura que tem 4 lados, dois a dois congruentes, pautando sua classificação nos critérios de número de lados e a congruência entre eles. O estudante I1 utilizou outro formato geométrico para descrever suas ideias acerca do losango, e o termo *deitado e esticado* para aportar a ideia de inclinação, em outras palavras, seria um 'quadrado' que não necessariamente possui ângulos retos, o que também nos faz inferir que nesta classificação estão implícitos os conceitos de quadrilátero e lados iguais.

É importante destacar que, ao final da atividade com OA, todos os participantes reconheceram novos formatos geométricos – mais da metade noções conceituais que permitiram expressar suas concepções e critérios de classificação ligados a conceitos inerentes aos formatos geométricos. Essa atividade contribuiu para o processo de visualização dos formatos geométricos que, de acordo com Van Hielle (1986), é o primeiro passo para apropriação dos conceitos em geometria.

Ao ler os registros, é possível perceber o esforço dos estudantes para ancorar as novas informações com os conhecimentos que já possuem, sendo este um esforço necessário para que se caminhe gradualmente a um aprendizado significativo, como diz Ausubel.

Na atividade envolvendo os conceitos de unidade de área e área de figuras planas, foi possível comprovar uma mudança/construção conceitual relevante. Se na atividade de classificação de polígonos os estudantes conseguiram identificar parcialmente as figuras, nesta atividade, os estudantes não apresentaram noção

conceitual para diferenciar área de superfície e unidade de área. O que nos remete a uma reflexão sobre como estes conceitos são explorados nas aulas de matemática, além do quando, ou seja, em que período do ano letivo, os PCNs defendem a articulação destes conhecimentos em outros campos da matemática e também de forma interdisciplinar, o que para BNCC (2017) pode ser visto como as conexões necessárias do saber com ele mesmo e em outras áreas do conhecimento de modo significativo para o estudante, possibilitando o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para o exercício da cidadania em relação ao contexto matemático.

Ao verificar as repostas dos estudantes no questionário inicial sobre área de superfície e unidade de área, encontramos que 58,3% dos estudantes afirmaram não saber o que era área de superfície e 54,1% não saber o que é unidade de área. Detectamos que, entre os que exprimiram uma opinião, 12,5% e 16,6% não apresentaram consistência relevante aos conceitos de área de superfície e unidade de área, respectivamente. O que nos mostra que mais de 70% dos estudantes não sabiam ou tinham concepções distantes das características inerentes a estes conceitos.

> *B2- Eu não sei o que é área de superfície mais fiquei interessado com isso e quero aprender*.
> *H2- "Não sei".* Resposta referente a unidade de área.
> *F1- Unidade de área é uma coisa grande.*
> *F2- "Espaço dela".* Resposta referente a área de superfície.
> *J2- Existem várias formas de superfície ex: plana, elevada, reta etc. e uma área de superfície pode ser um local específico da superfície.*

Ao analisar as respostas dos estudantes acima, podemos perceber que os estudantes B2 e H2 não sabem o que é área de uma superfície, o estudante B2 mostrou interessado em saber o que significa, talvez pela curiosidade ou interesse em participar da atividade. O estudante F1 expressa sua concepção de unidade de área de forma pouco consistente, afirmando ser algo grande, isto é, relativo e pouco usual – geralmente a unidade de área é uma porção menor de superfície da área que se pretende calcular, permitindo, desse modo, a quantificação de superfícies iguais para compor a região delimitada. Os estudantes F2 e J2 apresentam noções conceituais relevantes sobre área de superfície – o estudante F2 faz referência à região delimitada, este "espaço" como área. O estudante J2 mostra compreender o

conceito de superfície ao buscar com suas palavras exemplificar os tipos de superfícies e também faz referência à área como uma região delimitada, um local específico.

Durante a aplicação da atividade de cálculo de áreas pela composição de figuras planas com Tangram, devido à homogeneidade de concepções sobre os conceitos, as duplas apresentaram algumas dificuldades, principalmente para identificar a unidade de área, neste caso, o triângulo pequeno, como a porção de superfície que deveria preencher a região interna das figuras. A maior dificuldade foi na compreensão de que as outras peças do Tangram possuíam maior área que a unidade, portanto, ao compor uma figura com três peças como no desafio 2, a área da figura seria o somatório das áreas que compunham a figura. Outro fator que gerou dificuldade foi o não reconhecimento que havia peças do Tangram que possuíam a mesma área, ou seja, figuras com área invariantes. Nesta etapa, 83,3% das duplas erraram o cálculo da área da figura no desafio 2; após a intervenção e questionamentos, no desafio 3, ao calcular a área de uma figura utilizando todas as peças do Tangram e o triângulo pequeno como unidade de área, o número de duplas que erram este desafio foi de 25%; após nova intervenção, agora com estes que erram no desafio 3, os estudantes conseguiram calcular corretamente a área da figura. É importante destacar que os erros apresentados por este último grupo de estudantes estiveram relacionados ao somatório das áreas das peças que compunham a figura.

Após a atividade, foi solicitado aos estudantes que explicassem, com suas palavras novamente, os conceitos de área de figuras planas e unidade de área, o que permitiu comprovar avanços conceituais dos estudantes em ambos conceitos.

> *H2- "É uma peça que pode ser utilizada para ver quanto é a área da figura que você montou".* Referente a unidade de área.
> *E1- "É como podemos fechar a parte de área com peças como triângulo". Referente a unidade de área.*
> *D1- "É uma área que é formado pela mesma forma geométrica".* Referente a unidade de área.
> A2- "É o "tanto" de formas/peças que usamos para criar uma figura". Referente a área de figuras planas.
> I1- "Área de figura planas são as partes sem nada". Referente a área de figuras planas.
> *E1- "Uma parte que está dentro do quadrado ou da figura".* Referente a área de figuras planas.

Ao analisar as respostas dos estudantes e confrontá-las, notamos que os estudantes obtiveram avanços conceituais e, aqueles que não tinham ideia do significado desses conceitos, construíram noções conceituais ancorados nas atividades realizadas. Os estudantes H2, E1 e D1 definem unidade de área com base nos apoios fornecidos pela atividade, descrevendo a "peça" como formato geométrico, a superfície, a ser utilizada para calcular a área da figura, ou seja, por meio de comparação, verificar quantos cabem – o estudante D1 evidencia melhor o conceito ao afirmar "*é uma peça...",* demonstrando maior objetividade e clareza do conceito. Nesse sentindo, caminham para um conceito de que a unidade de medida "é uma grandeza de mesma espécie para comparar com aquela que se quer medir" (TOLEDO, 2009).

Sobre os conceitos de área de figuras planas, o estudante A2 apoiou suas ideias no processo de composição de figuras, relacionando "peça" à "forma geométrica" que, nesse caso, assume o papel de unidade de área para o cálculo da medida de superfície da figura, desse modo, definida a área como a quantidade de superfície necessária para compor a figura. Os estudantes I1 e E1 apoiaram-se no contorno da figura para definir a área como a região interna desse contorno, porém não a evidenciaram como "a medida de superfície de uma figura" (TOLEDO, 2009).

No questionário inicial e final, havia uma questão qualitativa envolvendo a área de figuras formadas com todas as peças do Tangram – o objetivo dessa questão era trabalhar com expectativa de aprendizagem, comparar os resultados antes e após a aplicação, o que serviu para verificar a mudança conceitual dos estudantes em relação ao conceito de área e figuras com áreas invariantes. No questionário inicial, 37,5% dos estudantes acertaram essa questão e, no questionário final 70,8%, tivemos um aumento substancial, o que representa um ganho para estes estudantes, o que nos permite concluir que a atividade foi significativa para eles, ou seja, contribuiu com a compreensão do conceito de área.

Durante a atividade utilizando o OA, foi possível observar algumas contribuições desse objeto para o desenvolvimento das atividades pelos estudantes como o aspecto lúdico proporcionado pelo jogo. Isso tornou a atividade "mais leve", dinâmica, além de motivar os estudantes para cumprir os desafios. Sobre esse processo de experimentação, Lorenzato (2006) destaca que sua importância reside no poder que ela tem de conseguir provocar raciocínio, reflexão, construção do conhecimento, de modo que facilite ao estudante o levantamento de hipóteses,

busque alternativas, tome novos caminhos, tire dúvidas e constate o que é verdadeiro, válido, correto ou solução. Essas situações didáticas foram observadas nas falas dos estudantes:

> *A1- Esta atividade me ajudou muito porque eu não sabia o era Tangram eu aprendi várias coisas com unidade de área.*
> *B2- É uma atividade muito boa e criativa para o desenvolvimento do cérebro.*
> *H2- Achei super legal além da atividade dois estar difícil mais gostei muito tomara que ainda tenha muito mais.*
> *I2- É muito legal e divertido.*

Para o estudante A1, a experimentação o ajudou a construir novos conceitos, como unidade de área, além de apresentar algo que ele não conhecia, o Tangram. O estudante B2 gostou da atividade e destaca que o aspecto criativo, diferente do convencional, possibilitou a ele o desenvolvimento do raciocínio, através de hipóteses e validando soluções da atividade ao manipular as peças do Tangram. Já os estudantes H2 e I2 destacam o aspecto lúdico, como fator motivacional tornando a atividade 'legal e divertida', o H2 ainda faz referência ao nível de dificuldade da atividade 2, o que nos mostra que a experimentação mobilizou diversas análises da atividade.

Os estudantes destacaram apoios específicos do OA que os ajudaram no cumprimento dos desafios. Foram eles: o contorno das figuras, a 'GEM' que revelava uma peça da figura e o piscar das cores indicando a peça a ser utilizada.

Ao comparar o tempo dos desafios realizados utilizando OA e o desafio da atividade 2 utilizando apenas as peças do Tangram e a ficha de apoio com o contorno da figura na *seção 8.3.4,* percebemos que, de fato, esses fatores contribuíram para o cumprimento dos desafios de forma mais eficiente. Apenas para comparação, na dupla J, o maior tempo registrado na atividade utilizando o OA foi de 243 segundos, enquanto que no desafio 4 da atividade 2 foi de 653 segundos, o que representa uma diferença significativa de 410 segundos. Isso nos permite inferir que o OA foi uma ferramenta facilitadora no processo de composição de figuras, contribuindo de forma significativa no desempenho dos estudantes.

Para dois estudantes, tivemos apoios não apenas no OA:

> *F1- Eu me esforçando com a minha dupla.*
> *B1- Meu colega.*

Para ambos os estudantes, o trabalho em grupo produziu efeitos positivos no cumprimento da atividade, o que de fato colabora com a ideia de que o diálogo, trabalho em equipe favorece a discussão e construção de estruturas mais elaboradas de pensamento.

É importante destacar o impacto concreto x digital produzido em relação ao uso do OA pelos estudantes que foi observado durante a aplicação da atividade, reações de surpresa, curiosidade foram exprimidas pelos estudantes da seguinte forma:

> *I1- Nossa! Esse negócio é do futuro!*
> *K1- É moh legal lokão.*

De fato, despertar a curiosidade do estudante é uma estratégia importante para alimentar o interesse durante o processo de aprendizagem – isso ficou evidenciado assim que iniciaram a utilizar o OA na atividade, apesar de ser do "futuro" e "lokão", estes estudantes não apresentaram dificuldades em operacionalizar com o OA. Por esses motivos, os estudantes avaliaram de forma positiva a utilização do AO. O que também corroborou com essa conclusão, foi a preferência de 83,3% pela atividade que utilizou o OA.

Os apoios utilizados pelos estudantes nas atividades possibilitaram a eles o desenvolvimento de estratégias baseadas nas ajudas propiciadas pelo OA, ou pelas fichas de apoio. As principais estratégias dos estudantes estiveram ancoradas na cooperação e os apoios fornecidos pelas atividades.

Durante a atividade 1, uma das estratégias era montar o que sabiam e, após isso, utilizar a 'GEM' para revelar as peças para conclusão do desafio. Outra estratégia observada foi a utilização do piscar das peças para que, a partir desse fato, iniciasse a movimentação das peças. A terceira estratégia observada foi a montagem das figuras utilizando o contorno dos formatos geométricos mais evidentes e, por meio de um processo de eliminação de peças, eram encaixadas as peças restantes. Essa estratégia também foi utilizada na atividade 2 por meio da ficha de apoio que apresentava o formato da figura. A quarta estratégia observada foi a sobreposição da peça do Tangram, que representava a unidade de área para calcular a área da figura na atividade 2. O diálogo entre os participantes e o manuseio de forma simultânea das peças foram estratégias adotadas para ambas atividades. A decomposição de figuras foi utilizada por algumas duplas para facilitar

a visualização dos ‘formatos geométricos ocultos’ no preenchimento da ficha de apoio, assim como composição para calcular a área das figuras geométricas da atividade 2.

> *E2- Não precisava usar a GEM estava fácil.*
> *D2- “A composição de figuras por quê foi difícil realizar as figuras sem as cores”.* Referente a dificuldade encontrada para cumprir os desafios dos níveis mais difíceis da atividade 1.
> *B1- “Neste não tem GEM para ajudar”.* Referindo-se a atividade 2.

É possível notar que, para o estudante E2, a utilização da GEM era uma estratégia para ser usada nos desafios mais difíceis. O estudante D2 possivelmente estava apoiando sua estratégia de composição por meio das cores que piscavam no monitor do OA. Já o estudante B1 atesta que a utilização da GEM era uma estratégia que foi utilizada na atividade com o OA e que não foi possível aplicá-la para a atividade 2, ressaltando ainda esse apoio como contribuição do OA para o cumprimento das atividades.

Durante a aplicação das atividades, as dificuldades encontradas pelos estudantes foram, em sua maioria, de ordem conceitual, como visto anteriormente, gerando obstáculos nas interpretações e cumprimentos dos desafios de forma satisfatória. Na atividade envolvendo o cálculo de área, alguns estudantes apresentaram dificuldades na adição das áreas correspondentes às sete peças do Tangram no último desafio, fato que foi evidenciado pelo estudante: *G1- “pode usar calculadora?”*

Percebemos a importância de desenvolver as operações algorítmicas não apenas em situações habituais, previamente armadas, mas como um recurso para resolução de problemas em diferentes contextos, inclusive o geométrico.

Essas dificuldades encontradas serviram de fato para mobilizar habilidades na estrutura cognitiva dos estudantes, fazendo-os pensar e, desse modo, ancorar as informações recebidas e buscar soluções para transpor os obstáculos.

7 CONCLUSÃO

A discussão de novos caminhos para o ensino de matemática de forma mais aproximada da realidade contemporânea e das exigências da sociedade do conhecimento exige uma reflexão crítica do papel da informática na aprendizagem e dos benefícios que a Era Digital pode trazer à educação por meio de recursos tecnológicos para promover novas experiências de aprendizagens, contribuindo para formação oral, escrita e digital no processo de democratização escolar e um ensino integrado visando à formação cidadã destes estudantes.

Nesta investigação foi possível avaliar um tipo de OA e identificar algumas de suas contribuições para apreensão de conceitos geométricos pelos estudantes, fruto de um planejamento estratégico iniciado por meio do levantamento de temas matemáticos a serem abordados com o Tangram e as correspondentes possibilidades de uso, implementadas ao realizar a integração pedagógica no processo de *design* do OA, aliado às sequências didáticas das atividades 1 e 2. Ao utilizar as teorias da Aprendizagem Significativa e o Construcionismo permitiu-se fundamentar aspectos cognitivos e psicológicos capazes de descrever o processo de aprendizagem e as situações didáticas necessárias de acordo com estas teorias para privilegiar a construção do conhecimento pelos estudantes de modo significativo. Fato analisado na discussão dos resultados, revelando as potencialidades das atividades desenvolvidas e os conceitos apreendidos pelos estudantes.

Diante disso, existe um desafio que se torna cada vez mais claro aos docentes de matemática - a necessidade de sair da “zona de conforto”, onde se conhecem as limitações, para voos que vislumbrem novas possibilidades que possam contribuir com a solução de problemas que dificultam o processo de aprendizagem dos estudantes. Em outras palavras, é mudar o eixo do ensinar para os caminhos que levam o estudante a aprender, valorizando os conhecimentos prévios e a cultura social.

Inserir as tecnologias nas práticas de sala de aula não é garantia de uma aprendizagem significativa, pode até ser um obstáculo se não houver capacitação ao professor e encaminhamentos didáticos e metodológicos para sua aplicação, mas pode significar um passo para se oportunizar aos estudantes um novo caminho educacional e, nesse ponto, os objetos de aprendizagem são uma importante

ferramenta; quando utilizados dentro de uma estratégia pedagógica, selecionados e escolhidos adequadamente, podem representar um caminho para produzir efeitos significativos na aprendizagem dos estudantes.

7.1 Contribuições da Investigação

Este projeto buscou contribuir para o processo reflexivo da educação em nosso país por meio da aplicação de um recurso tecnológico nas aulas de matemática, apresentando uma sequência didática com base na nova perspectiva de ensino a partir da BNCC, pautada no desenvolvimento de habilidades e competências por meio de conexões internas e externas nas áreas do conhecimento, resultando nas seguintes contribuições:

- Foi realizado um levantamento dos principais conteúdos matemáticos abordados com o Tangram:
    - No uso de materiais concretos;
    - No uso de OAs
- Foi realizada a integração pedagógica no processo de design, desenvolvimento e teste de um OA tangível;
- Foi definido um conjunto de sequências didáticas aderentes a diferentes situações relacionadas ao uso da tecnologia envolvida;
- Foi realizada a avaliação do uso de produto comercial em contexto pedagógico;
- Foi elaborado um relato acadêmico de resultados parciais, a saber: O Tangram Tangível como recurso tecnológico na apreensão de conceitos em geometria;

7.2 Trabalhos Futuros

A investigação aqui descrita aponta possibilidades de exploração dos materiais tangíveis no ensino de matemática como primeiro passo reflexivo em nós, professores, quanto ao aproveitamento dos recursos tecnológicos nas aulas de matemática. Aponta assim, caminhos nesta tendência de ensino, possibilitando aos

estudantes novas oportunidades de construção de conceitos, troca de significados, maior interação, a partir de uma nova visão do fazer matemática. Dentre os desdobramentos e explorações futuras identificadas a partir da investigação, destacamos:

- Aprofundar e formalizar a percepção do uso pedagógico no desenvolvimento de artefatos tangíveis, estendendo a abordagem adotada na etapa do design de OA junto com equipe de desenvolvedores da área de Informática;
- Elaborar e testar recomendações gerais para a concepção, design e aplicação de sequências didáticas utilizando artefatos tecnológicos;
- Socializar as construções conceituais dos estudantes para, a partir daí, interligá-los a outros campos da matemática e diferentes áreas do conhecimento

REFERÊNCIAS

AMADO, Nélia. Tecnologias na aprendizagem da matemática: Mentoring, uma estratégia para a Formação de Professores-Technologies in mathematics learning: Mentoring, a strategy for teachers training. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 17, n. 5, 2015.

ALVES, Daiana Cristina; GAIDESKI, Gislaine; CARVALHO, José M. T. **O uso do tangram para aprendizagem de geometria plana**. Disponível em: < http://tcconline.utp.br/wp-content/uploads/2012/05/O-USO-DO-TANGRAM-PARA-APRENDIZAGEM-DE-GEOMETRIA-PLANA.pdf>. Acesso em 06 de out. 2016.

ANDRADE, Mariluci Stelmaki de; TERUYA, Teresa Kakuzo. **Informática na Educação: Um desafio para a ação docente**. 2007. Disponível em: <http://googleacademico.com>. Acessado em: 19 jan. 2015.

ANDRÉ, Marli. **Estudo de caso:** seu potencial na educação. 1984.

AUDINO, D. F.; NASCIMENTO, R. S.; Objetos de aprendizagem: diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 5, n. 10, p. 128-148, jul./dez. 2010.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda.

AUSUBEL, D.P**. Educational Psychology: A Cognitive View**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BALTAR, Paula Moreira. **Enseignement et apprentissage de la noção d'Aire de superfícies aviões:** une étuide de l'aquisição des relações entre les longueurs et lesaires au collège . Tese (Doutorado em Didática da Matemática). Université Joseph Fourier, Grenoble, 1996.

BANNELL, Ralph et al. **Educação no século XXI:** cognição, tecnologias e aprendizagens. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70 Ltda, 1977.

BELLONI, M.L. **O que é mídia-educação**. Campinas: Autores Associados. 2001.

_____. Mídia-educação ou comunicação educacional? Campo novo de teoria e de prática. In: _____. (Org.). **A formação na sociedade do espetáculo**. São Paulo: Loyola, 2002.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **PCN II:** Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROUGÈRE, Gilles. **Jogo e Educação**. Porto alegre: Artes Médicas, 1998.

CALDAS, Graça. Mídia, Escola e Leitura Crítica do Mundo. In: **Educação Social**. 27(94): 117-130. Campinas. 2006.

CANHOTA, C. Qual a importância do estudo piloto? In: SILVA, E. E. (Org.). **Investigação passo a passo:** perguntas e respostas para investigação clínica. Lisboa: APMCG, 2008. p. 69-72.

CASTRO, F. G. et al. A Methodology for conducting integrative mixed methods research and data analyses. **Journal of Mixed Methods Research**, v. 4, n. 4, p. 342–360, 2010.

CAVALCANTE, Ricardo Bezerra; CALIXTO, Pedro; PINHEIRO, Marta Macedo Kerr. Análise de Conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 24, n. 1, 2014.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: Uma possibilidade para Inclusão Social. **Revista Brasileira de Educação**. Vale do Rio dos Sinos/RS, n°22. 2003.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais** (8. ed.). São Paulo: Cortez, 2006.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação:** reflexões sobre educação e Matemática. São Paulo: Summus, 1986.

FACCO, Sônia Regina. **Conceito de área:** uma proposta de ensino e aprendizagem. Dissertação de Mestrado. PUC/SP. 2003.

FERREIRA, Maria José Morais Abrantes. **Novas Tecnologias na sala de aula**. São Paulo: Vozes, 2014.

FONSECA, M.C.F.R. et al. **O Ensino de geometria na escola fundamental:** três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FRANCHI, A. et. al. **Geometria do 1°grau:** da composição a decomposição de figuras as fórmulas de áreas. CLR Baileiro Editores ltda, 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** Saberes necessário a prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HIRATSUKA, P. I. **A vivência da experiência da mudança da prática de ensino de Matemática.** Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 2003. Tese de Doutorado.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. LTSC. (2000). **Learning technology standards committee website**. Disponível em: Acesso em: 12 de jun. de 2016.

IMENES, L. M. P. **Um estudo sobre o fracasso do ensino e da aprendizagem da Matemática**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1989. Dissertação de Mestrado.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias:** O novo ritmo da informação. Campinas, SP: Papirus, 2007.

KORDAKI, Maria. **The effect of tools of a computer microworld on student's strategies regarding the concept of conservation of área**. Educationals Studies in Mathematics. 52: 177-209, 2003.

LÉVY, Pierre. **As Tecnologias da Inteligência:** O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 2001.

LIMA, Elon Lages. **Medida e Forma em Geometria:** comprimento, área, volume e semelhança. Sociedade Brasileira de Matemática, 2009.

LORENZATO, Sérgio. **O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores**. Campinas (SP): Autores Associados, 2006.

MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia Sícoli; PASSOS, Norimar Christe. **Aprender com Jogos e Situações-Problema.** Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 20-22.

MARTINI, Carma Maria; PADILHA, Daiana Pedra Maciel. A aplicabilidade do tangram na matemática. **Revista Fiar**, v. 1, n. 1, 2013.

MÍGLIO, Marnice; TERÁN, Augusto. Concepção de professores sobre transposição didática em escolas da rede pública de ensino da cidade de Manaus. **Revista Educação e Emancipação**, São Luís/MA, v.5, n.2, jul/dez. 2012.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v.22, n. 37, p.7-32,1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília, Editora da UnB. 1999.

_____. **A Teoria da Aprendizagem significativa e sua implementação em Sala de Aula.** Brasília: /editora da Universidade de Brasília, 2006.

_____. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo, Editora Pedagógica Universitária,1999.

_____. **Aprendizagem significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora livraria da Física, 2011.

_____. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa. Porto Alegre-RS, 2009. BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação**. Brasiliense, 2017.

MOREIRA, Marco A., MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem significativa**. A teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

OLIVEIRA, ELSA GUIMARÃES. **Educação a distância na transição paradigmática**. – Campinas, SP: Papirus, 2003.

OLIVEIRA, Francisco Erilson Freire de; MENDONÇA, Luciana de Oliveira Souza. Os níveis de conhecimentos geométricos dos alunos de uma escola parceira do PIBID na perspectiva da teoria de Van Hiele. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 115-125, 2016.

PALFREY, John; GASSER, Urs. **Nascidos na era digital:** entendendo a primeira geração dos nativos digitais. Porto Alegre: Artmed, 2011.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PASTELLS, A. A. I. **Desenvolvimento de competências matemáticas com recursos lúdico-manipuláveis:** para crianças de 6 a 12 anos: metodologia. Curitiba: Base Editorial, 2009.

PAVENELLO, R. M. **O abandono do ensino da Geometria:** uma visão histórica. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de educação. Campinas, 1989. Dissertação de Mestrado.

PAVANELO, Regina Maria. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. In: **Revista Zetetidé**. Ano I- n.1- 1993. (p.3-17).

PRENSKY, M. (2001). **Digital Natives Digital Immigrants**. On the Horizon, 9(5). Acesso: 10 mar. 2016. Disponível em: http://www.marcprensky. com/writing/prensky%20%20digital%20natives,%20digital%20 immigrants%20-%20part1.pdf

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, v. 5, 2009.

RUDIO, Franz Victor. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Vozes, 2010.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23.ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Rodrigo S.; LOPES, Daniela C. V. **A construção de conceitos da geometria plana com o uso de materiais concretos e digitais:** uma experiência com Tangram. *REVEMAT*. ISSN 1981-1322. Florianópolis (SC), v. 08, n. 1, p. 179-198, 2013.

SILVA, Isomar Lima. **Processo de Design para um Objeto de Aprendizagem Tangível**. Dissertação de Mestrado. UFAM. 2016.

SILVA, Maria Edna; DA SILVA, Carlos; DA SILVA, Josias. Refletindo sobre a formação dos professores e o uso das tecnologias do laboratório de informática.

Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v.9, n.18, p. 182-196, 2017.

SOUZA, E. R. et al. **A matemática das sete peças do tangram**. São Paulo: IME/USP, 2006.

TOLEDO, Marília Barros de Almeida; TOLEDO, Mauro. **Teoria e prática de matemática:** como dois e dois. São Paulo: FTD, 2009.

UBA, M. D.; Dutra, V. L. **Detecção de objetos regulares em imagens de alta resolução utilizando casamento de modelos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Anais XIV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. 2008.

VALENTE, José Armando. **Por que o computador na educação?** Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, José Armando. **Informática na educação:** instrucionismo x construcionismo. Manuscrito não publicado. Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied), Universidade Estadual de Campinas, [1998c]. Disponível em: < http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html> . Acesso em: 06 de out. 2016.

VAN HIELE, P. M. **Structure and Insight:** A Theory of Mathematics Education. Orlando: Academic Press, 1986.

WILEY, David. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, David. **The instructional use of learning objects**: online version. 2000. Disponível em: <http://reusability.org/read>. Acesso em: 12 de jun. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A- FORMULÁRIO DE PESQUISA

Questionário Inicial

Aluno:_____ Série:_____
Idade:_____ Sexo: ☐ M ☐ F

1. Você tem acesso ao computador (em casa ou em outro lugar)?

   ☐ Sim ☐ Não

2. Você utiliza alguma rede social (facebook, whatsap, snapchat, instagram, outros)?

   ☐ Sim ☐ Não

3. Você utiliza o computador (ou celular) para

   ☐ Assistir vídeos
   ☐ Acessar redes sociais
   ☐ Fazer tarefas ou pesquisas escolares
   ☐ Jogar jogos digitais
   ☐ Outro:_____

4. Você gosta de matemática?

   1 2 3 4 5
   Pouco ○ ○ ○ ○ ○ Muito

5. Você já participou de uma aula de matemática no laboratório de informática?

   ☐ Sim ☐ Não

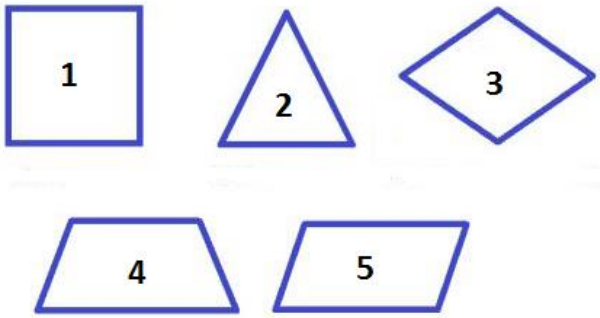
6. Você gosta de jogos digitais?

   1 2 3 4 5
   Pouco ○ ○ ○ ○ ○ Muito

7. Você gosta de Geometria?

   1 2 3 4 5
   Pouco ○ ○ ○ ○ ○ Muito

8. Quais formatos geométricos você consegue identificar na imagem?



9. Com suas palavras explique o que é área de superfície?

_____

_____

_____

_____

10. Com suas palavras explique o que é unidade de área?

_____

_____

_____

_____

11. Observe a imagem abaixo.

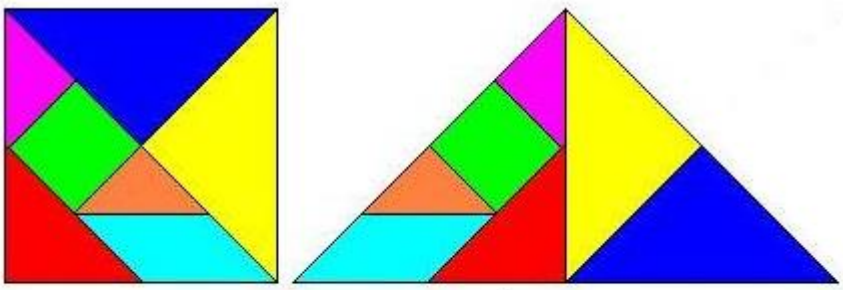


Figura 1 Figura 2

Podemos afirmar que:

( ) A área da figura 1 é maior que a área da figura 2.
( ) A área da figura 1 é igual a área da figura 2.
( ) A área da figura 1 é menor que a área da figura 2.

Apêndice B

Questionário pós-teste Aplicação do OA

1. Nome: _____

2. Você gostou de ter participado da atividade com o TANGRAM OSMO?
Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Pouco	◯	◯	◯	◯	◯	Muito

3. Foi fácil utilizar o TANGRAM OSMO?
Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito fácil	◯	◯	◯	◯	◯	Muito difícil

4. Qual atividade você "mais gostou" de realizar com o TANGRAM?
Marque todas que se aplicam.

- ◯ Atividade 1: composição de figuras
- ◯ Atividade 2: cálculo de área de figuras geométricas

5. O que ajudou você a cumprir os desafios propostos nas atividades?

- ◯ O contorno das figuras.
- ◯ O diamante que revelava uma peça da figura.
- ◯ O piscar das cores indicando a peça a ser utilizada.
- ◯ Outro (especifique):_____

6. Qual foi a atividade que você achou "mais difícil" de realizar? Por quê?

_____
_____
_____

7. Estudar geometria com o Tangram Osmo foi:
Marcar apenas uma oval.

◯

Pior ao que você está acostumado.

Melhor ao que você está acostumado.

Igual ao que você está acostumado.

8. Escreva com suas próprias palavras o que é:
   a) um quadrado?

_____
_____
_____

   b) um Retângulo?

_____
_____
_____

   c) um Trapézio?

_____
_____
_____

   d) um Losango?

_____
_____
_____

   e) um Paralelogramo?

_____
_____
_____

9. Com suas palavras explique o que é área de figuras planas?

_____
_____
_____

10. Com suas palavras explique o que é unidade de área?

_____
_____
_____

11. Observando a imagem abaixo, podemos afirmar que:

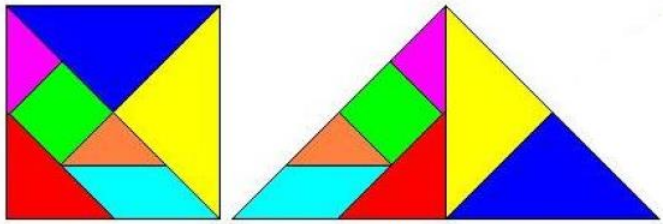


Figura 1 Figura 2

Marcar apenas uma oval.

- A área da figura 1 é maior que a área da figura 2
- A área da figura 1 é igual a área da figura 2
- A área da figura 1 é menor que a área da figura 2

12. Deixe aqui seu comentário ou opinião sobre esta atividade.

_____
_____
_____
_____

Apêndice C

ATIVIDADES NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA (Estudo Piloto)

ATIVIDADES COM O TANGRAM TANGÍVEL

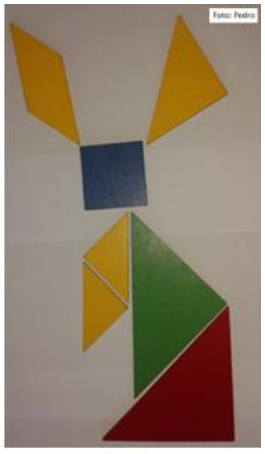
Ao iniciar a etapa de atividades com o Tangram Tangível será reservado previamente um momento para contar a história do seu surgimento, apresentação das peças do Tangram, assim como a exploração dos nomes e classificação dos polígonos de cada uma das peças, assim como a noção de área e perímetro de figuras. Pretende-se que este momento funcione como um organizador prévio das atividades porvir, de modo que o estudante desenvolva subsunçores para ancorar as novas informações.

As atividades que serão desenvolvidas com Tangram Tangível estão na forma de desafio. Abaixo as atividades que serão desenvolvidas com estudantes no laboratório utilizando o Tangram Tangível.

Atividade 1

Composição de figuras a partir das peças do Tangram. Serão compostas figuras geométricas e do cotidiano do estudante.

Desafio 1: Utilizando todas as peças do tangram represente a figura expressa no monitor conforme os desafios.



Coelho

Maçã

Chinês

Desafio 2: Utilizando as peças do tangram construa um **quadrado** com duas ou quatros peças.

Desafio 3: Utilizando as peças do tangram construa um **triângulo** com cinco peças.

Desenvolvendo a atividade:

Nessa atividade os estudantes explorarão as peças do tangram para compor as figuras propostas nos desafios. Serão utilizadas todas as peças do tangram para compor a figura no primeiro desafio. No segundo desafio os estudantes deverão construir uma figura geométrica com algumas peças do tangram. As peças deverão estar justapostas, sendo vedada a sobreposição de qualquer peça.

Objetivos:

- Identificar figuras geométricas planas;
- Compor figuras geométricas planas a partir das peças do tangram;
- Refletir sobre o processo de composição de figuras.

Atividade 2

A atividade consiste em identificar as formas geométricas sobrepostas nas figuras formadas pelo tangram, contá-las e classificar em triângulos, quadrados, trapézios e retângulos.

Desafio 4: Identifique as formas “ocultas” do desafio 3 utilizado as peças do tangram..

Desenvolvimento da atividade: o estudante ao visualizar a imagem no monitor deverá identificar os formatos geométricos das peças do tangram utilizados e os ocultos, manipulado as peças do tangram digital o estudante irá mostrar quais os formatos geométricos conseguiu identificar.

Objetivos:

- Identificar formas geométricas planas sobrepostas em uma figura;
- Classificar formatos geométricos;

- Combinar as peças do tangram digital para representar novos formatos geométricos;
- Reconhecer novos formatos geométricos, compostos a partir de mais de uma peça do tangram.

Atividade 3

A partir de uma unidade de área que pode ser o triângulo pequeno ou o quadrado dentre as peças do tangram, os estudantes calcularão áreas de figuras compostas por peças do tangram.

Desafio 5: Tomando o triângulo pequeno como unidade de área, construa uma forma geométrica com 4 lados com área igual a 2 vezes a área do triângulo do desafio 3.

Objetivos:

- Identificar uma unidade de área;
- Calcular a área de figuras planas;
- Construir figuras planas a partir de uma área determinada;
- Compreender o processo de composição de figuras por meio de sua área.

Apêndice D

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS - ICE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGECIM

Manaus, 03 de Abril de 2017.

Este termo de compromisso tem como objetivo esclarecer os procedimentos de nossa investigação intitulada: O Tangram Tangível e a Exploração de Conceitos em Geometria.

A atividade será realizada na Escola, nos dias 10, 11 e 12 de Abril de 2017, laboratório de informática com os estudantes do 7°ano. Nestes dias os estudantes terão uma aula de matemática diferente, utilizando um quebra cabeça chinês chamado Tangram, de forma interativa e dinâmica. Ao final da atividade todos farão uma avaliação da atividade que desenvolveram e receberam um ‘brinde’ pela participação.

O material coletado- as atividades, a transcrição, os registros escritos, as fotografias- servirá de base para pesquisa que busca entender o processo de produção de significados dos conceitos geométricos a partir da utilização de um objeto de aprendizagem chamado Tangram Tangível.

Referente à utilização dos dados coletados, as transcrições, os registros escritos e as fotografias, os estudantes terão seus nomes trocados por pseudônimos para manter o sigilo dos participantes na pesquisa.

As informações provenientes da análise deste material poderão ainda ser utilizadas pelo pesquisador em publicações e eventos específicos.

_____	_____
Professor-pesquisador	Responsável pelo aluno
Anézio Ferreira Mar Neto	_____
	Nome do aluno