UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI - UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRITO SENSU*
DOUTORADO EM ENSINO

UNIDADES POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS ALIADAS À CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS COMO PROPULSORES DE UMA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA SIGNIFICATIVA

Teresinha Aparecida Faccio Padilha

Lajeado/RS, junho de 2021

Teresinha Aparecida Faccio Padilha

UNIDADES POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS ALIADAS À CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS COMO PROPULSORES DE UMA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA SIGNIFICATIVA

Tese de Doutorado apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade do Vale do Taquari – Univates.

Orientador: Marco Antônio Moreira

Coorientadora: Marli Teresinha Quartieri

Lajeado/RS, junho de 2021

Teresinha Aparecida Faccio Padilha

UNIDADES POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS ALIADAS À CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS COMO PROPULSORES DE UMA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA SIGNIFICATIVA

A Banca examinadora abaixo aprova a Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Doutora em Ensino:

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira – Orientador
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Profa. Dra. Marli Teresinha Quartieri – Coorientadora
Universidade do Vale do Taquari Univates

Ieda Maria Giongo
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Maria Madalena Dullius
Universidade do Vale do Taquari - Univates

Maria Cecília Santarosa
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Nelson Studart
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Lajeado/RS, 29 de junho de 2021

RESUMO

Promover a aprendizagem matemática significativa que transcenda a memorização e a utilização de fórmulas descontextualizadas e que motive e desperte o interesse do aluno é desafio de muitos docentes. Soma-se a esse cenário a dinamização dos jogos digitais que, com uma interface atrativa, recursos de animação, possibilidade de programação e versatilidade, podem potencializar os processos de ensino e de aprendizagem. Assim, com base em estudos da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968, 1976, 1980, 2003) e de Moreira (2010a; 2010b; 2011a; 2011b; 2012), ao propor as Unidades Potencialmente Significativas (UEPS), além de autores que abordam a temática dos jogos digitais como ferramenta de ensino, delineou-se esta pesquisa de cunho qualitativo. Nela, buscou-se investigar como o desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de quadriláteros e ângulos. A investigação ocorreu a partir do desenvolvimento de duas Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, com alunos de 7º e 8º ano do Ensino Fundamental, em que foram analisados dados coletados por meio de um questionário, construção de mapa mental e conceitual, diário de bordo, gravações e produções dos alunos. A análise dos dados permite inferir que a UEPS contribuiu para um estudo aprofundado dos quadriláteros e ângulos; as atividades iniciais funcionaram como organizadores prévios para a retomada de conhecimentos inconsistentes; a multiplicidade de recursos e estratégias favoreceu a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, potencializando a relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos. Além disso, a construção dos jogos digitais no *Scratch* colaborou para que os alunos mobilizassem os conhecimentos, por vezes obliterados, acerca de quadriláteros e ângulos em um novo contexto; fortaleceu e ampliou o conhecimento dos referidos conteúdos, tornando-os mais consistente e capazes de ancorar novas aprendizagens; favoreceu o desenvolvimento de habilidades de interpretação, resolução de problemas, criação, produção e criatividade, atribuindo dinamismo e aumento da motivação e pré-disposição à aprendizagem, requisitos para a Aprendizagem Significativa**.** Assim, espera-se que este estudo possa despertar o interesse de educadores pela elaboração criteriosa de UEPSs, aliado à construção de jogos digitais, haja vista o potencial da proposta para a promoção de aprendizagem matemática significativa. Salienta-se a importância de os jogos digitais estarem alicerçados em uma consistente proposta pedagógica e com uma mediação docente que instigue a autonomia, a criatividade e a resolução de problemas.

Palavras-chaves: Aprendizagem Significativa; Jogos digitais; Unidades Potencialmente Significativas.

ABSTRACT

Promoting a meaningful mathematical learning that goes beyond memorizing and using formulas out of a context and that motivates and interests students is a challenge to many teachers. On the other hand, improved digital games with attractive interfaces, animation resources, programming possibilities and versatility may enhance the teaching and learning processes. Thus, based on Ausubel's (1968, 1976, 1980, 2003) and Moreira's (2010a; 2010b; 2011a; 2011b; 2012), studies on Meaningful Learning with their proposition of Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU), as well as on other authors who approach digital games as teaching tools, this qualitative research was designed. It attempted to investigate how the development of a PMTU connected with the design of digital games may promote meaningful learning of quadrilaterals and angles. The investigation encompassed the development of two PMTUs with 7th and 8th graders, in which data was collected through a questionnaire, mental and conceptual map, journals, recordings, and students' productions. Data analysis enabled the inference that the PMTU contributed to a deeper study of quadrilaterals and angles; initial activities served as prior organizers to reinforce knowledge; the myriad of resources and strategies promoted progressive differentiation and integrative reconciliation, thus improving the triadic relation among students, teacher, and educational materials. In addition to that, constructing digital games on Scratch supported students in using their sometimes fading knowledge about quadrilaterals and angles within a new context; strengthened and enhanced their knowledge of the said topics, making them more consistent and a firm soil to ground new learning; favored the development of abilities to comprehend and solve problems, to create, produce, assigning dynamicity and an increased motivation and willingness to learn, which are requirements of a meaningful learning. Therefore, this study is expected to raise educators' interest in the thorough design of PMTUs in connection with constructing digital games, due to the vast potential it has to promote a meaningful mathematical learning. It is worth to highlight the relevance of basing these digital games on a consistent pedagogical proposition, with teachers intermediating it to promote autonomy, creativity, and problem resolution.

Keywords: Meaningful learning; Digital games; Potentially Meaningful Units.

RESUMEN

Promover el aprendizaje matemático significativo que transcienda la memorización y la utilización de fórmulas descontextualizadas y que motive y despierte el interés del alumno es desafío de muchos docentes. Se suma a ese escenario la dinamización de los juegos digitales que, con una interfaz atractiva, recursos de animación, posibilidad de programación y versatilidad, pueden potencializar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Así, con base en estudios de Aprendizaje Significativo de Ausubel (1968, 1976, 1980, 2003) y de Moreira (2010a; 2010b; 2011a; 2011b; 2012), al proponer las Unidades Potencialmente Significativas (UEPS), además de autores que aborden la temática de los juegos digitales como herramienta de enseñanza, delineó esta pesquisa de cuño cualitativo. En ella, se buscó investigar como el desarrollo de una UEPS, aliada a la construcción de juegos digitales, puede promover el aprendizaje significativo de cuadriláteros y ángulos. La investigación ocurrió a partir del desarrollo de dos Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas, con alumnos de 7º y 8º año de la Enseñanza Fundamental, en que fueron analizados datos colectados por medio de un cuestionario, construcción de mapa mental y conceptual, diario de a bordo, grabaciones y producciones de los alumnos. El análisis de los datos permite inferir que la UEPS contribuyó para un estudio profundizado de los cuadriláteros y ángulos; las actividades iniciales funcionaron como organizadores previos para la retomada de conocimientos inconsistentes; la multiplicidad de recursos y estrategias favoreció la diferenciación progresiva y la reconciliación integrante, potencializando la relación tríada entre alumno, docente y materiales educativos. Además de, la construcción de los juegos digitales en Scratch colaboró para que los alumnos movilizasen los conocimientos, por veces obliterados, sobre cuadriláteros y ángulos en un nuevo contexto; fortaleció y amplió el conocimiento de los referidos contenidos, tornando más consistente y capaces de aportar nuevos aprendizajes; favoreció el desarrollo de habilidades de interpretación, resolución de problemas, creación, producción y creatividad, atribuyendo dinamismo y aumento de la motivación y pre disposición al aprendizaje, requisitos para el aprendizaje significativo. Así, se espera que este estudio pueda despertar el interés de educadores por la elaboración de criterios de UEPSs, aliado a la construcción de juegos digitales, como el potencial de la propuesta para la promoción de aprendizaje matemático significativo. Se destaca la importancia de que los juegos digitales estén sostenidos en una consistente propuesta pedagógica y con una mediación docente que instigue la autonomía, la creatividad y la resolución de problemas.

Palabras clave: Aprendizaje significativo; Juegos digitales; Unidades Potencialmente Significativas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do contínuo da Aprendizagem Significativo-Mecânica 40
Figura 2 - Assimilação ausubeliana 45
Figura 3 - Três áreas do *Scratch* 54
Figura 4 - Interface do *Scratch* 55
Figura 5 - Exemplo de programação feita no *Scratch* 56
Figura 6 - Ciclo de aprendizagem fomentado pelo *Scratch* 57
Figura 7 - Inteligências desenvolvidas pelo *Scratch* 58
Figura 8 - Figuras geométricas 67
Figura 9 - Bairro fictício 68
Figura 10 - A casa do Robô 70
Figura 11 - Reta "r" 70
Figura 12 - Medindo um canudo 71
Figura 13 - Tela do jogo *Polygon Shape Shoot* 72
Figura 14 - Atividade polígonos 73
Figura 15 - Interface do jogo Forma Geométricas 74
Figura 16 - Segmento AB 76
Figura 17 - Segmento BC 76
Figura 18 - Retas paralelas 77
Figura 19 - Quadriláteros 80
Figura 20 - Possível localização de ângulos 82
Figura 21 - Identificação de ângulos 83
Figura 22 - Ângulo nos movimentos do corpo 84
Figura 23 - Instrumento de Medida 84
Figura 24 - Criança 85
Figura 25 - Instruções do professor 85
Figura 26 - Roda gigante 86

Figura 27 - Peixe ângulo 88
Figura 28 - Ângulos 89
Figura 29 - Ângulos - comparação 89
Figura 30 - Ângulos de um quarto de volta 90
Figura 31 - Tabuleiro do jogo Batalha de Ângulos 91
Figura 32 - Interface do jogo *Alien Angles* 92
Figura 33 - Interface do jogo "*Measuring Angles with a Protractor*" 93
Figura 34 - Convenções de direção 94
Figura 35 - Labirinto disponibilizado aos alunos 95
Figura 36 - Jogo com bug 95
Figura 37 - Classificação das figuras 98
Figura 38 - Investigando a simetria 100
Figura 39 - Resposta à questão 5.1 102
Figura 40 - Resposta à questão 7 103
Figura 41 - Exemplo de retas desenhadas por aluno A11 105
Figura 42 - Resposta referente à medida 105
Figura 43 - Classificação de polígonos 108
Figura 44 - Resposta à questão 3 110
Figura 45 - Construções de quadriláteros em papel 113
Figura 46 - Diagrama de *Ven* 114
Figura 47 - Mapa mental sobre jogos digitais 115
Figura 48 - Nuvem de palavras a partir do primeiro mapa mental sobre Jogos Digitais no 7º ano 116
Figura 49 - Excerto da programação do jogo 1 121
Figura 50 - Excerto de programação do grupo 4 123
Figura 51 - Simetria na programação 124
Figura 52 - Mapa Mental Jogos Digitais 126
Figura 53 - Nuvem de palavras 02 Jogos Digitais 7º ano 127
Figura 54 - Referência à violência no mapa 127
Figura 55 - Mapa Conceitual - quadriláteros 128
Figura 56 - Exemplo de programação 130
Figura 57 - Mapa síntese da análise da UEPS do 7º ano 133
Figura 58 - Resposta da questão 3 136
Figura 59 - Registro de atividade investigativa 137
Figura 60 - Registro de atividade 6 (Exemplo A) 138

Figura 61 - Registro da atividade 6 (Exemplo B) 138
Figura 62 - Registro da atividade 7 139
Figura 63 - Ângulos da roda gigante 140
Figura 64 - *Padlet* construído pelos alunos B8 e B11 143
Figura 65 - Registro da atividade 4 145
Figura 66 - Registro da atividade 5 146
Figura 67 - Registro da atividade 9 147
Figura 68 - Registro do Jogo Batalha Naval 148
Figura 69 - Registro da sistematização do jogo *Alien Angles* 149
Figura 70 - Interface do jogo *Measuring Angles with a Protractor* 150
Figura 71 - Medição de ângulo no jogo 151
Figura 72 - Plano cartesiano - adequações do *Scratch* 152
Figura 73 - Jogos de labirinto 153
Figura 74 - Programação de giros 154
Figura 75 - Tabuleiro do novo jogo 155
Figura 76 - Programação inicial do jogo Labirinto 155
Figura 77 - Programação do ator fruta 156
Figura 78 - Programação de movimento do personagem 158
Figura 79 - Programação no *Scratch* 159
Figura 80 - Programação para ocultar personagem 160
Figura 81 - Programação com comandos condicionais 163
Figura 82 - Identificação de bug na programação 165
Figura 83 - Exemplo de Mapa conceitual sobre ângulos 168
Figura 84 - Novo exemplo de mapa conceitual sobre ângulos 169
Figura 85 - Mapa conceitual da síntese da UEPS do 8º ano 177

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Teses e dissertações analisadas 19
Quadro 2 - Quantidade de trabalhos analisados 23
Quadro 3 - Investigando conceitos geométricos 67
Quadro 4 - Simetria 67
Quadro 5 - Eixo de simetria 78
Quadro 6 - Atividade diagonais 79
Quadro 7 - Atividade sobre o jogo "*Alien Angles*" 92
Quadro 8 - Atividade sobre o jogo "*Measuring Angles with a Protractor*" 93
Quadro 9 - Jogo x conhecimento matemático explorado 117
Quadro 10 - Conceitos de polígonos 125
Quadro 11 - Orientação dos jogos 164

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise do conhecimento prévio relativo ao paralelismo 101
Gráfico 2 - Análise do conhecimento prévio referente ao perpendicularismo 104
Gráfico 3 - Conhecimentos relativos aos entes geométricos 134
Gráfico 4 - Conceitos fundamentais da geometria em situações contextualizadas 135
Gráfico 5 - Respostas dos alunos à questão 10 141

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REVISÃO DE LITERATURA 19
2.1 Estudos envolvendo Aprendizagem Significativa 24
2.1.1 Condição 24
2.1.2 Estratégias facilitadoras 30
2.1.3 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora 34
2.2 Estudos envolvendo Jogos digitais 35

3 REFERENCIAL TEÓRICO 39
3.1 Aprendizagem Significativa 39
3.1.1 Elementos norteadores da Aprendizagem Significativa 39
3.1.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) 46
3.2 Jogos digitais 48

4 PERCURSOS METODOLÓGICOS 59
4.1 Metodologia da pesquisa 59
4.2 Considerações sobre o projeto piloto 63
4. 3 Metodologia da prática pedagógica 65
4.3.1 UEPS desenvolvida com os alunos do 7º ano 66
4.3.2 UEPS desenvolvida com o 8º ano 81

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 97
5.1 Análise da UEPS desenvolvida com o 7º ano 97
5.2 Análise da UEPS desenvolvida com o 8º ano 133

6.CONSIDERAÇÕES FINAIS 178

REFERÊNCIAS 184

APÊNDICES 197
APÊNDICE A – Carta de anuência institucional 198
APÊNDICE B – Termo de assentimento 199
APÊNDICE C - Questionário proposto aos alunos 200
APÊNDICE D – UEPS do projeto piloto para explorar conhecimentos referentes às figuras geométricas planas 201
APÊNDICE E - UEPS do projeto piloto para explorar ângulos 205
APÊNDIDE F – Texto sobre a queda de um Boeing 211

1 INTRODUÇÃO

Inicio[1] minha tese com as palavras de Ausubel, que, ao elencar o conhecimento prévio como variável importante para a Aprendizagem Significativa, fornece pistas para a qualificação do trabalho docente, mas também permite uma análise dos caminhos que trilhei para desenvolver este trabalho. O autor afirma que "Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo" (AUSUBEL, 1976, p. iv).

Discutir a Aprendizagem Matemática Significativa por meio do desenvolvimento de uma Unidade Potencialmente Significativa, aliada à construção de jogos digitais, significa problematizar como tais temáticas influenciaram/influenciam não apenas o pouco que sei, mas o que me tornei: filha, irmã, mulher, esposa, mãe, professora da Educação Básica, Ensino Técnico e Pós-Graduação, tutora na EAD e doutoranda em Ensino.

Filha de pais com uma condição financeira desfavorável, tive no estudo a possibilidade de vivenciar novas experiências e de uma transformação social. Cursei o Ensino Fundamental em escola pública, em que tive o privilégio de ter excelentes professores, que despertaram em mim o apreço pela Matemática. Como aluna, experienciei práticas pedagógicas distantes da decoreba e memorização, mas pautada no desenvolvimento de habilidades investigativas e de raciocínio lógico, que me permitiram construir e fortalecer subsunçores para prosseguir estudando na área. Não posso deixar de mencionar a orientadora pedagógica de minha escola desse período, com a qual não tinha nenhum vínculo parental, mas que, mais do que acreditar,

[1] Os cinco primeiros parágrafos foram escritos na primeira pessoa por relatarem a caminhada da pesquisadora. Os demais seguem na terceira pessoa.

investiu em mim, dando-me condições de seguir meus estudos e cursar o Ensino Médio na modalidade de Magistério, hoje Curso Normal.

Concluído o Magistério, ingressei na docência dos anos iniciais do Ensino Fundamental e, concomitantemente, cursei a Graduação em Matemática Licenciatura. No curso, não se enfatizavam recursos tecnológicos; o contato com estes, como apoio às aprendizagens ou suporte à nossa futura prática pedagógica no ensino da Matemática, foi mínimo. Foi nessa conjuntura que passei a ministrar aulas na citada disciplina, nos anos finais do Ensino Fundamental, com turmas de 7º, 8º e 9º ano. Embora sempre não tenha medido esforços para promover a Aprendizagem Matemática Significativa, inquietava-me o quão a tecnologia ocupava espaços nos diferentes segmentos sociais, e minhas aulas permaneciam alheias a isso. Esse desassossego me levou a procurar o Mestrado em Ensino de Ciências Exatas na linha de pesquisa de tecnologias. Assim, dediquei-me a investigar como a construção de fractais com o uso do *Geogebra* poderia suscitar a produção de conhecimentos geométricos. O recurso digital - *software Geogebra* -, com uma interface de fácil entendimento, oferece condições aos alunos de manipularem os componentes das figuras geométricas, permitindo conjecturas de conceitos geométricos e algébricos. Contudo, é importante salientar que a sua inserção não implica necessariamente a qualificação dos processos de ensino e de aprendizagem; é preciso uma proposta pedagógica consistente e professores preparados.

Concomitante ao Mestrado, iniciei minha participação num grupo de pesquisa no Centro Universitário Univates, hoje Universidade do Vale do Taquari, com foco no uso de recursos tecnológicos no ensino. O estudo e os encontros periódicos fomentaram as reflexões, o interesse pela temática e fortaleceram o entusiasmo pela contínua inserção do recurso digital em minhas aulas, bem como a percepção da necessidade de formação contínua. Nesse sentido, Moran (2012, p. 1) argumenta que "As tecnologias trazem muitas possibilidades, mas, sem ações de formação sólidas, constantes e significativas, boa parte dos professores tende, após a empolgação inicial, a um uso mais básico, conservador".

Nesse período, iniciei minha atuação no setor de Educação à Distância da Universidade do Vale do Taquari, com a tutoria e docência, em Lato Sensu, agregando conhecimento e possibilidades da tecnologia como instrumento de qualificação da aprendizagem. As ações nos cursos da EAD, com as quais estou envolvida, priorizam a formação docente para uma integração sólida, contínua e significativa entre o currículo e a tecnologia. Esse contexto me despertou o interesse pela investigação, com viés na aprendizagem mediada pelo recurso digital

e inserida numa proposta pedagógica consistente, que se corporifica nesta pesquisa que iniciou com meu ingresso no Doutorado em Ensino. Assim, movida pelas experiências, que constituem as minhas inquietações referentes a uma Aprendizagem Matemática Significativa, desenvolvi a pesquisa desta tese.

Estudos (e.g. CLARAS; PINTO, 2008) mostram que, no decorrer dos anos, foram várias as reformas curriculares, as discussões e os movimentos de educadores e estudiosos da área com o intuito de qualificar o ensino da Matemática no Brasil. Contudo, o que ainda vivenciamos são lacunas nos processos de ensino e de aprendizagem de conhecimentos matemáticos. A experiência docente e pesquisas (CERCONI; MARTINS, 2014, PROUST, 2017) apontam um cenário no qual ainda se primam pela Aprendizagem Mecânica e memorização de conceitos e fórmulas em detrimento de sua compreensão. Ademais, estatísticas obtidas em diferentes avaliações em larga escala realizadas por órgãos competentes - embora as ressalvas quanto a esses testes e não sendo de interesse aprofundar reflexões por não serem o foco deste estudo - mostram resultados desastrosos. Quando os processos de ensino e de aprendizagem são pautados em habilidades que extrapolam a repetição e exigem a capacidade de resolução de problemas e a aplicabilidade de conceitos, elas se tornam significativas e/ou efetivas.

Porém, ainda, há práticas docentes que enfatizam de forma excessiva formulações e que se distanciam de questões cotidianas presentes no contexto social em que os discentes estão inseridos. Conteúdos matemáticos, algumas vezes, são ensinados como se pudessem ser aprendidos de forma desconexa com os anteriores ou com a bagagem cultural adquirida por cada um durante trajetória de vida pessoal. Dessa forma, acabam contribuindo para um desapreço, por parte dos alunos, à disciplina que impacta a formação e qualificação de cidadãos e profissionais.

Se professores de Matemática fossem consultados sobre quantas vezes já ouviram de seus alunos perguntas, como “Por que preciso aprender isso?” “Onde vou usar?” “Para que serve?”, possivelmente, esse número seria elevado. Tais questionamentos evidenciam a fragilidade do ensino dessa disciplina e a consequente carência de significado a uma parcela de estudantes que são submetidos a um ensino mecânico e repetitivo. Ausubel (2003, p. 199) já afirmava que “a incapacidade de se verificar para que serve uma disciplina é a razão que os estudantes mencionam mais frequentemente para perderem o interesse pelos estudos e para desistirem”.

Considerar vivências anteriores, relações sociais, seja no âmbito escolar ou fora dele, e estabelecer conexões com aprendizagens consolidadas anteriormente são premissas importantes para o êxito na aprendizagem. Contudo, faz-se necessário também ampliar o campo de estudo para que os alunos possam entrar em contato com o conhecimento produzido em diferentes tempos e espaços.

O novo contexto social no qual está inserida a sociedade impõe às instituições escolares um repensar dos processos de ensino e de aprendizagens; neste caso, os da Matemática. Não basta apenas preparar os alunos para reproduzirem informações que se tornam obsoletas antes mesmo de serem apreendidas, pois, além de desmotivá-los, é um método fadado ao fracasso, haja vista a função social das instituições escolares. Sendo assim, acredita-se que o desenvolvimento de práticas pedagógicas, em consonância com os princípios da Aprendizagem Significativa, idealizada por David Paul Ausubel (1918-2008) e adaptada e reformulada por seguidores e estudiosos da teoria, como Joseph Novak e Marco Antonio Moreira, são alternativas viáveis para reverter o cenário em que se encontra o ensino da Matemática. Porém, é oportuno ressaltar que não se está a inferir que nada tenha sido feito para mudar esta situação, pois, felizmente, muitas são as práticas exitosas desenvolvidas por docentes que, com ousadia, propõem-se a transformar a atual conjuntura do ensino da Matemática e nas quais se incluem este trabalho.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980), ao proporem a teoria da Aprendizagem Significativa, pontuam duas condições para sua existência que precisam ser consideradas pelos docentes ao planejarem suas aulas: o material deve ser potencialmente significativo e os aprendizes precisam ter predisposição para aprender. Os autores ainda ressaltam a necessidade de considerar os conhecimentos prévios relevantes dos aprendizes que, numa interação não literal e não arbitrária com os novos conhecimentos, modificam a própria estrutura cognitiva deles. Desse modo, não apenas os citados conhecimentos são apreendidos, mas os prévios adquirem outros significados ou maior estabilidade cognitiva. Assim, desenvolver uma prática pedagógica em consonância com a teoria da Aprendizagem Significativa pressupõe considerar a realidade do aluno, suas vivências e o contexto no qual está inserido.

A estrutura cognitiva do aprendiz, que, dinamicamente, relaciona os conhecimentos prévios relevantes, denominados subsunçores, com a nova aprendizagem, caracteriza-se por dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Aquela acontece no momento em que se atribui novos significados a um subsunçor, que, por sua vez, possibilita

ressignificar novos conhecimentos. A segunda ocorre simultaneamente com a diferenciação progressiva e "consiste em eliminar aparentes, resolver inconsistência, integrar significados, fazer superordenação" (MOREIRA, 2012, p. 6). Cumpre salientar que os dois processos são concomitantes, e uma proposta pedagógica consistente pode favorecê-los, indicando Aprendizagem Significativa, para a qual Moreira (2011b) propõe as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), sequências didáticas organizadas em oito passos. Estas devem atentar aos princípios de identificação dos conhecimentos prévios; uso de organizadores prévios; utilização de situações - problema; diferenciação progressiva; reconciliação integradora; abandono da narrativa pelo professor; ensino centrado no aluno; predisposição para aprender; avaliação da aprendizagem; organização sequencial; consolidação e avaliação do processo de ensino.

Assim, pautada nos princípios da Aprendizagem Significativa, esta proposta buscou integrar a utilização dos recursos tecnológicos ao desenvolvimento de Unidades Potencialmente Significativas. Considera-se para tal o fato de as tecnologias já estarem presentes no dia a dia de crianças, jovens e adultos, modificando suas formas de se relacionarem e interagirem, disseminando-se em numa velocidade inimaginável em tempos remotos. Documentos Orientadores da Educação Básica como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indicam inclusive que o aluno deve ser capaz de compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo neste contexto o espaço escolar, para comunicação, acesso e disseminação de informações, produção de conhecimentos, resolução de problemas exercendo o protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2017)

Essa evolução propiciou uma dinamização dos jogos digitais, que se mostram atrativos, conquistando cada vez mais adeptos das diferentes faixas etárias. O design da interface fascinante, a animação, a possibilidade de programação, a versatilidade e outros, são atrativos facilitadores que, em contraponto às dificuldades do ensino da Matemática, podem ser importantes aliados dos processos de ensino e de aprendizagem. Jacobsen, Maffei e Sperotto (2013) afirmam que os jogos eletrônicos possuem um fascínio desafiador que tende a alterar os modos como se constituem os sujeitos aprendizes, haja vista as demandas de ordem de estabelecimentos de ações em equipe, tomada de decisões individuais e grupais, desenvolvimento da percepção e do raciocínio rápido.

Os jogos digitais, também conhecidos por games, chegam ao mercado autoinstrutivos, proporcionando à nova geração a leitura de manuais ou tutoriais. De modo similar, encontram-se disponíveis *softwares* que propiciam a programação e a criação de tais jogos, não sendo para isso necessários conhecimentos requintados e rebuscados de um programador profissional. A possibilidade de criar o próprio jogo, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades lógicas, tem potencial para qualificar aprendizagens que vão além de conhecimentos de informática. Em consonância com essa afirmação, Mota et. al (2014) sublinham que o recurso computacional pode ser utilizado no desenvolvimento de novos programas ou jogos com diferentes funcionalidades. Inclusive, o autor destaca que a lógica de programação pode ser aplicada em várias áreas e que esse novo conhecimento clarifica o papel das Ciências Exatas no país.

Dentre tantos *softwares* disponíveis para a construção de jogos digitais, optou-se pelo *Scratch* por rodar na plataforma Linux, ferramenta presente no laboratório da instituição de ensino no qual a pesquisadora atua, bem como em grande número de escolas públicas. É oportuno lembrar que ambas são ambientes nos quais se pensa a pesquisa. Além disso, o referido *software* permite que, mesmo não sendo um especialista em programação, o indivíduo possa aventurar-se nas criações de games.

Desse modo, a questão que norteou este estudo foi: Como o desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de conhecimentos matemáticos?

Diante da questão exposta, esta pesquisa teve como objetivo principal investigar como o desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de quadriláteros e ângulos.

Elaborado o objetivo principal, elencaram-se estes específicos:

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos referentes aos conteúdos trabalhados nas UEPS.
- Identificar indícios de Aprendizagem Significativa dos conteúdos matemáticos explorados nas UEPS.
- Identificar potencialidades e limitações das UEPS exploradas no processo de aprendizagem de quadriláteros e ângulos.

- Construir jogos digitais no *Scratch*, envolvendo os conhecimentos explorados nas UEPS.

Para desenvolver esta investigação, foram desenvolvidas duas UEPS, que buscaram explorar, respectivamente, os conhecimentos de quadriláteros e ângulos, na disciplina de Matemática, com alunos do 7º e 8º anos, da Escola Municipal de Ensino Fundamental Otto Gustavo Daniel Brands, no Município de Venâncio Aires, RS, na qual a pesquisadora é docente.

Posto isso, neste Capítulo, 1, apresenta-se uma breve caminhada da pesquisadora com aspectos que a motivaram desenvolver a pesquisa. Além disso, busca-se uma contextualização com argumentos que justificam este estudo, bem como os objetivos delineados para ele.

No Capítulo 2, salienta-se a revisão de literatura feita com o intuito de rastrear pesquisas que pudessem contribuir para esta tese ou mesmo fornecer indícios de lacunas existentes e/ou problemáticas em potencial para futuros estudos. O foco foi o âmbito da Educação Básica, mais especificamente os processos de ensino e de aprendizagem de conhecimentos matemáticos na ótica da Aprendizagem Significativa, bem como a utilização de jogos digitais. As fontes consultadas foram a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e as revistas com *Qualis A* na Capes. Ao buscar subsídios que sustentem o estudo, no Capítulo 3, descreve-se o referencial acerca da teoria da Aprendizagem Significativa na concepção de Ausubel e seus seguidores. Ademais, direciona-se para um aporte teórico com vistas às perspectivas atuais acerca da utilização dos jogos digitais como ferramenta pedagógica no ensino da Matemática. Para tal, procuraram-se publicações mais recentes de periódicos, livros, teses e trabalhos publicados em eventos científicos renomados na área. No Capítulo 4, são narrados os aspectos metodológicos da pesquisa que foram utilizados no decorrer da investigação, salientando a opção pelo estudo qualitativo. Além disso, descreve-se a metodologia da prática pedagógica desenvolvida, bem como considerações sobre o projeto piloto e a construção das UEPS analisadas. As análises das UEPS desenvolvidas com turmas do 7º e 8º anos, à luz do referencial teórico elencado, são relatadas no Capítulo 5. Por fim, no Capítulo 6, expõem-se as considerações finais deste estudo e implicações da investigação sintetizadas num diagrama de "V", que, segundo Gowin (1981), é um instrumento que facilita a análise do processo de produção de conhecimento. Na sequência, encontram-se as referências e os apêndices utilizados neste trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura foi realizada com o intuito de rastrear pesquisas que pudessem contribuir para o desenvolvimento desta tese e/ou fornecer indícios de lacunas existentes e problemáticas em potencial para futuros estudos. A essência foi o âmbito da Educação Básica, mais especificamente os processos de ensino e de aprendizagem de conhecimentos matemáticos na ótica da Aprendizagem Significativa, bem como a utilização de jogos digitais. Sendo assim, as questões-foco que guiaram esta consulta foram: Quais são os conceitos relacionados à Aprendizagem Significativa que nortearam o desenvolvimento das pesquisas analisadas ou foram apontados como resultados relevantes? Como os jogos digitais foram usados no ensino da Matemática?

Uma das buscas foi efetivada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), cuja intenção era encontrar pesquisas defendidas entre 2007 e 2020. Inicialmente, procuraram-se teses, mas, em virtude dos poucos resultados, optou-se por contemplar também as dissertações. O filtro da pesquisa foi realizado em dois momentos: o primeiro envolveu as palavras-chave Aprendizagem Significativa; o segundo, jogos digitais. Cabe salientar que tais palavras foram encontradas em apenas um dos trabalhos; ambas as temáticas foram utilizadas concomitantemente como é a proposta desta pesquisa. O Quadro 1 apresenta as teses e dissertações analisadas:

Quadro 1 - Teses e dissertações analisadas

Teses				
Enumeração	**Título**	**Autores**	**Instituição**	**Ano**
01	Construção de funções em matemática com o uso de objetos de aprendizagem no ensino médio noturno	TOGNI, Ana Cecilia	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2007
02	Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica	VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa	Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências	2012

(Continua...)

(Continuação)

	do potencial de uma proposta de ensino			
03	Um método e suas prática pedagógicas para atingir a aprendizagem significativa	HANNEL, Kelly	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2017
04	O ensino e a aprendizagem de matrizes tendo como fundamentação a teoria da aprendizagem significativa	KLEIN, Marjunia Édita Zimmer	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2018
05	Contextualização: o sentido e o significado na aprendizagem matemática	LIMA, Wanessa Aparecida Trevisan de.	Universidade de São Paulo	2018
06	A avaliação do estado de interesse e do estado de fluxo por meio de jogos digitais educacionais no ensino da Matemática	LUCCHES, Ivana Lima	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	2019
Dissertações				
01	História da matemática e aprendizagem significativa da área do círculo: uma experiência de ensino-aprendizagem	NUNES, José Messildo Viana	Universidade Federal do Pará	2007
02	Aprendizagem significativa na educação matemática: uma proposta para a aprendizagem de geometria básica	SOARES, Luís Havelange	Universidade Federal da Paraí-ba, João Pessoa	2009
03	O ensino da trigonometria subsidiado pelas teorias da aprendizagem significativa e dos campos conceituais	KLEIN, Marjúnia Édita Zimmer	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	2009
04	Educação matemática, exame nacional de ensino médio e aprendizagem significativa: uma proposta pedagógica	TRINDADE, Jefferson	Universidade do Vale do Taquari – Univates	2009
05	Atividades de modelagem matemática visando a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino.	POSTAL, Rosane Fátima	Universidade do Vale do Taquari – Univates.	2009
06	Jogo eletrônico educacional como um objeto de aprendizagem visando a aprendizagem significativa: uma experiência com a análise combinatória	SANTOS FILHO, José Walter	Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão	2010
07	Análise combinatória: uma aprendizagem significativa com mapas conceituais	LIMA, Cristiane Carvalho Bezerra de	Universidade Federal da Paraí-ba, João Pessoa	2011
08	Aprendizagem em trigonometria no Ensino Médio contribuições da teoria da aprendizagem significativas	PEREIRA, Cícero da Silva	Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande	2011
09	A educação matemática à luz da aprendizagem significativa e de suas implicações na interação professor-aluno-conhecimento matemática em aula	PONTES, Helaine Maria de Souza	Universidade de Ponta Grossa	2011

(Continua...)

(Continuação)

10	A criação de ambientes favoráveis à aprendizagem significativa crítica em contextos de cursos regulares nas aulas de matemática	CARVALHO, Roberto Lessa de	Universidade Federal de Ouro Preto	2012
11	A aprendizagem significativa de sistemas de equações do 1º grau por meio da resolução de problemas	GOULART, Andreza Martins Antunes	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	2014
12	Jogos digitais no ensino de matemática: o desenvolvimento de um instrumento de apoio ao diagnóstico das concepções dos alunos sobre diferentes representações dos números.	MAZIVIERO, Hélio Fernando Gomes	Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências	2014
13	Aprendizagem significativa de equações do primeiro grau: um estudo sobre a noção de equivalência como conceito subsunçor	HUMMES, Viviane Beatriz	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2014
14	Uma proposta pedagógica para a aprendizagem significativa de trigonometria	VIGANÒ, Vanessa Cristina Rech	Universidade de Caxias do Sul	2015
15	Aprendizagem significativa: uma proposta de ensino e aprendizagem da geometria euclidiana espacial no ensino médio	FERNANDES, Lacorderio Tavares	Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal	2015
16	Filmes cinematográficos como organizadores prévios para uma aprendizagem matemática significativa	ROSA, Rosangela Silveira da	FURB – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau	2015
17	Educação Matemática e Inclusão Escolar: a construção de estratégias para uma aprendizagem significativa	LANUTI, José Eduardo de Oliveira Evangelista	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia	2015
18	Utilização de materiais alternativos numa intervenção pedagógica para uma aprendizagem significativa das operações dos números inteiros	COSTA, Antonio Silva da	Universidade do Vale do Taquari – Univates	2015
19	A sequência Fedathi para uma aprendizagem significativa da função afim: uma proposta didática com o uso do software Geogebra	SOUZA, Antonio Marcos de	Universidade Federal do Ceará, Fortaleza	2015
20	O conceito de função: da operacionalização da definição à aprendizagem significativa.	SOUZA, Jerson Sandro Santos de	Universidade Federal do Amazonas, Manaus	2017
21	O uso do Geogebra 3D e a aprendizagem significativa da geometria espacial no ensino médio	SILVA, Quezia de Oliveira Vargas da	Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", Duque de Caxias	2017
22	Desenvolvimento de jogos digitais: uma experiência com alunos do Ensino Fundamental II	SILVA, Erica Oliveira Lopes	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	2017

(Continua...)

(Conclusão.)

23	“Nem tudo é por Bhaskara”: a aprendizagem significativa por meio da história em quadrinhos para o ensino da equação do segundo grau.	SILVA, Telma Fidelis Fragoso da	Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", Duque de Caxias	2017
24	A interatividade dos jogos digitais na Aprendizagem Matemática: uma discussão em Neurociência.	SILVA, Sindia Liliane Demartini da	Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim	2017
25	Aplicativos do Sistema Operacional Android na aprendizagem de Matemática: Aplicativos e jogos digitais	GOMES, Leonardo Augusto de Figueiredo	Universidade Estadual da Paraíba	2017
26	Construção do conhecimento Matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: desafios e possibilidades	AZEVEDO, Greiton Toledo de.	Universidade Federal de Goiás	2017
27	Modelagem Matemática para aprendizagem significativa de função do primeiro grau	MARCHIORO, Fernanda	Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul	2018
28	Unidades de ensino potencialmente significativas para a aprendizagem de geometria analítica	FABRO, Rafaela Regina	Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul	2018
29	O uso de jogos digitais como ferramenta auxiliar no ensino da matemática e o protótipo do game Sinapsis.	SIENA, Mauro César de Souza	Universidade Federal de Goiás	2018
30	A história da matemática como recurso pedagógico para a aprendizagem significativa de multiplicação de números naturais	SANTOS, Ivan Álvaro dos.	Universidade Regional de Blumenau - FURB	2018
31	Jogos Digitais e probabilidade: uma possibilidade de ensino interdisciplinar.	NASCIMENTO, Josevandro Barros.	Universidade Federal de Paraíba	2018
32	UEPS: Aprendizagem Significativa da trigonometria aplicada ao futebol	BORDIN, Daiana	Universidade de Caxias do Sul	2019
33	Geogebra e o ensino das relações trigonométricas num triângulo: possibilidades para uma aprendizagem significativa	MARTINS, Kátia Fogaça	Universidade Franciscana	2019
34	Introdução do conceito de função a partir do contexto da produção do fumo com vista à aprendizagem significativa crítica	DIAS, Clara Celina Ferreira	Universidade Federal de Santa Maria	2019
35	Aprendizagem Significativa da Geometria espacial por materiais reutilizáveis	GUIANA, Denise	Universidade Federal do Amazonas	2020
36	Do campo à matemática: os princípios da modelagem matemática para uma aprendizagem significativa	VARGAS, Andressa Franco	Universidade Franciscana	2020

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Outra busca foi realizada em revistas classificadas com *Qualis A1* na Capes (classificação quadriênio 2013-2016), na área de Ensino, sendo encontrados cento e quarenta e cinco periódicos. Entretanto, observou-se que alguns se repetiam ou encontrados nas versões impressa e online, restando, então, apenas cento e quatro, dos quais apenas oitenta e um mostravam aproximações com o tema/foco deste estudo.

Ao pesquisar os oitenta e um periódicos selecionados, no período de 2008 a 2020, partiu-se para uma seleção dos títulos que se aproximavam com os temas discutidos nesta pesquisa: "aprendizagem significativa" e "jogos digitais". Desta análise, foram separados trinta e um artigos; porém, não foi possivel o acesso, via impressa ou mesmo online, de treze deles. Assim, foram lidos dezoito, dos quais, mediante uma leitura apurada, excluíram-se dezesseis, restando apenas dois que mostravam estreita relação com este estudo. Ambos foram analisados e agrupados; um na categoria da Aprendizagem Significativa; outro nos jogos digitais. Cabe registrar que por opção da autora não ampliou-se a análise para trabalhos internacionais.

No Quadro 2 apresentam-se os quarenta e quatro trabalhos analisados que foram categorizados de acordo com os dois enfoques do estudo. A categoria da Aprendizagem Significativa foi dividida em três subcategorias: condição; estratégias facilitadoras e princípios. Organizou-se a primeira em conhecimento prévio (CP) e material potencialmente significativo (MPS). A segunda foi subdividida em organizadores prévios (OP), mapas conceituais (MC) e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UESP). A terceira contemplou a reconciliação integrativa e diferenciação progressiva (RI/DP). A categoria dos jogos digitais não apresenta subcategorias.

Quadro 2 - Quantidade de trabalhos analisados

	Quantidade de trabalhos por categorias e subcategorias							
	Estudos envolvendo Aprendizagem Significativa						Estudos envolvendo Jogos digitais	Total
	Condição		Estratégias facilitadoras			Princípios		
Trabalho analisado	CP	MPS	OP	MC	UEPS	RI/DP		
Teses	2	2			1		1	6
Dissertações	8	12	3	1	4	1	7	36
Revistas A1					1		1	2

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

2.1 Estudos envolvendo Aprendizagem Significativa

Nesta categoria, analisam-se os trabalhos cujos estudos foram desenvolvidos no contexto da Educação Básica, mais especificadamente na área da Matemática, sustentados pela teoria da Aprendizagem Significativa. Esta, por sua vez, está subdividida em três categorias, que versam sobre as condições, estratégias facilitadoras e princípios que a permeiam.

2.1.1 Condição

Nesta subcategoria, apresentam-se os trabalhos analisados cujo tema está centrado nas condições apontadas por Ausubel (2003), visando à existência de uma Aprendizagem Significativa: o conhecimento prévio (CP). Este, quando relevante, é capaz de se relacionar, de maneira substantiva e não arbitrária, com o novo conhecimento, denominado subsunçor pelo autor, e os materiais potencialmente significativos (MPS).

a) Conhecimento prévio (CP)

Considera-se o fato de que a existência de conhecimentos prévios relevantes e que sejam capazes de ancorar novas aprendizagens é indispensável para que a Aprendizagem Significativa ocorra. Nesta perspectiva, são analisados os trabalhos que abarcam essa premissa.

Klein (2009) e Pereira (2011) produziram pesquisas que envolveram a Aprendizagem Significativa dos conceitos relacionados à trigonometria. Klein (2009) desenvolveu uma metodologia de ensino, com uma turma do Ensino Médio, em uma escola da rede particular de Novo Hamburgo. A autora considera que as concepções prévias dos alunos, importantes para este estudo, referem-se ao triângulo retângulo, à identificação de seus catetos e hipotenusa, bem como à habilidade de representá-lo com ângulos e comprimentos de lados específicos, usando transferidor e régua. A investigação desses conhecimentos foi realizada por meio de um questionário com questões específicas do conteúdo e a construção de um mapa conceitual.

Pereira (2011) considerou como conhecimentos prévios relevantes os entes fundamentais da geometria, a circunferência e seus elementos, os ângulos, os triângulos e a semelhança entre eles. A pesquisa envolveu uma turma de 2º ano do Ensino Médio noturno, de uma escola pública, da zona urbana de Campina Grande. Inicialmente, foi disponibilizado aos alunos um kit de materiais, contendo um transferidor, uma régua, um compasso e um caderno

quadriculado. Com eles, os pesquisados realizaram atividades que contemplaram esses conteúdos e, na sequência, uma proposta didática elaborada pelo autor para o estudo da trigonometria, também foco de análise da pesquisa. Os resultados convergem no sentido de que ambos apontam a necessidade e importância de trabalhar os conhecimentos prévios antecipadamente. Além disso, salientam o desapego à prática pedagógica pautada no uso exacerbado de fórmulas e ressaltam o papel do professor como mediador dos processos de ensino e de aprendizagem, propondo atividades pertinentes, diversificadas e contextualizadas que favoreçam a interação do estudante.

Lanuti (2015) buscou identificar as estratégias utilizadas pelo professor de Matemática no contexto da sala de aula que poderiam favorecer a participação e aprendizagem dos estudantes de uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental II. O autor desenvolveu atividades com foco no estudo de diferentes conteúdos, como unidades de comprimento, área e perímetro e frações. A investigação dos conhecimentos prévios aconteceu por meio de rodas de conversas com os estudantes. Embora listados alguns conhecimentos, não ficou explícito o que o autor considerava como conhecimentos relevantes em cada situação apresentada. O estudo aponta que planejar situações de aprendizagem com atividades práticas e base nos saberes prévios dos estudantes, utilizando diferentes espaços e materiais disponíveis na escola, permite a socialização e sistematização dos conhecimentos construídos.

Pontes (2011) realizou a pesquisa no contexto da segunda fase do Ensino Fundamental e teve como objetivo principal conhecer e compreender as implicações dos princípios da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática. Os resultados da investigação indicam que, quando o aluno demonstrava ter em sua estrutura cognitiva conhecimento relevante sobre o assunto trabalhado, observavam-se mais facilidades no registro das atividades que envolviam a lógica matemática ou geométrica. Já Hannel (2017) buscou identificar os subsunçores comuns em grupos de alunos, de acordo com suas dificuldades de conteúdos por meio de atividades realizadas e com o apoio de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA). A mediação dessa ferramenta pelo professor, segundo a autora, propicia um ambiente personalizado que considera o ritmo do estudante e facilita a Aprendizagem Significativa, atendendo às individualidades do universo a ser contemplado.

Lima (2018) aponta a interação não arbitrária do conteúdo de Progressões Aritméticas com os subsunçores dos alunos como aspecto favorável à sua Aprendizagem Significativa. Seu estudo partiu do desenvolvimento de uma sequência didática, no contexto de uma oficina de

Música Matemática e Música, com alunos do Ensino Médio de uma escola estadual de São Paulo. A autora argumenta que a aprendizagem de um conteúdo escolar deve estar conectada às necessidades do indivíduo e a outros conteúdos que compõem o cenário. Por sua vez, Guiana (2020), com o intuito de proporcionar condições que favorecessem a Aprendizagem Significativa, analisou, a partir de uma oficina didática, com materiais reutilizáveis, possíveis evidências de Aprendizagem Significativa da geometria espacial. A autora evidencia a existência de conhecimentos prévios referentes às noções primitivas (pontos, retas, plano); dimensões (bidimensional e tridimensional); posições relativas de retas no plano (paralelas, perpendiculares) e dificuldades relacionadas à dimensão (unidimesional e adimensional); alguns conceitos (perímetro, área e volume) e cálculo de área do quadrado em situação contextualizada; identificando a relação desses subsunçores com os novos conhecimentos oriundos da Geometria Espacial. Nos casos em que ocorreram a falta dos subsunçores, os organizadores sanaram parte dessas lacunas, obliterando os conhecimentos existentes para continuar o estudo do conteúdo.

Santos, I. (2018) realizou um estudo com o objetivo de analisar o processo de aprendizagem de algoritmos de multiplicação de números naturais, resgatados da História da Matemática, por uma turma de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental. A análise da pesquisa, realizada com uma amostra de oito sujeitos pertencentes à referida turma, indicou que sete deles aprenderam de maneira significativa os três métodos de multiplicação trabalhados durante a intervenção pedagógica: Multiplicação Russa, Multiplicação Egípcia e Multiplicação Chinesa, pois tinham e se utilizaram de subsunçores como apoio para a apreensão desse novo material. O oitavo não obteve uma aprendizagem satisfatória, não tendo conseguido, segundo o autor, apropriar-se dos novos métodos como era o objetivo do estudo.

O objetivo de Martins (2019), ao produzir o seu estudo, era investigar em que medida a aplicação de uma sequência de atividades, com a utilização de um recurso tecnológicos poderia auxiliar na Aprendizagem Significativa de conceitos relativos às relações trigonométricas num triângulo. As atividades foram desenvolvidas com uma turma de 2ª ano do Ensino Médio da rede pública estadual da cidade de Santa Maria - Rio Grande do Sul. Em sua pesquisa, o autor ressalta a importância de o professor reconhecer os subsunçores que os alunos possuem para, dessa forma, propor um ensino que, efetivamente, possa se converter em uma Aprendizagem Significativa. Dias (2019), por sua vez, investigou em que medida a aplicação de uma sequência de atividades com a utilização de um recurso tecnológico poderia auxiliar na Aprendizagem Significativa de conceitos relativos às relações trigonométricas num

triângulo. As intervenções pedagógicas consideraram os conhecimentos prévios e, na inexistência deles, foi proposta a construção de subsunçores para seguimento das atividades.

Nesse sentido, cumpre informar que os estudos correlacionados acerca dos conhecimentos prévios contribuíram para esta pesquisa, pois corroboraram que uma prática pedagógica pautada nos princípios da Aprendizagem Significativa precisa, necessariamente, considerar a bagagem cultural dos alunos. Além disso, evidenciou-se a importância de uma investigação para o docente conhecer os conhecimentos prévios de seus estudantes e, assim, conseguir intervir adequadamente na interação destes com os novos conhecimentos.

b) Material de Ensino Potencialmente Significativos

É importante que a construção de um material potencialmente significativo atente para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos e das especificidades daqueles a serem estudados. A escolha das estratégias e recursos feita pelo docente deve ser apropriada ao conteúdo a ser desenvolvido e ao contexto para o qual é pensado. Neste sentido, a análise dos trabalhos que foram alocados neste grupo concentra seus estudos na organização, desenvolvimento e reflexão de recursos, estratégias e propostas metodológicas que foram pensadas sob a ótica da Aprendizagem Significativa. Embora nem todos os autores utilizassem o termo material potencialmente significativo ao se referirem às produções, os estudos realizados durante esta pesquisa sobre a referida teoria permitem esse entendimento.

Uma metodologia de resolução de problemas, com o apoio de *softwares* e objetos de aprendizagem, gratuitos e de fácil acesso a todos, foi apresentada por Togni (2007). A pesquisa destaca que a metodologia alternativa proporcionou maior interatividade e reflexão dos alunos, fato que contribuiu para a Aprendizagem Significativa de funções; a possibilidade de os discentes se sentirem corresponsáveis pela construção do conhecimento; a tomada de consciência do papel da didática na aprendizagem; a percepção da Matemática como ciência não abstrata e relacionada às vivências cotidianas e à melhora na relação entre os professores e alunos. Encontra-se nessa mesma estratégia, a resolução de problemas, aliada aos princípios da Aprendizagem Significativa, em um estudo realizado por Goulart (2014), que construiu esta didática para trabalhar o conteúdo de sistema de equações.

Em sua pesquisa, Vieira (2012) sugere a investigação como estratégia potente na construção de Aprendizagens Significativas e na formação de um aluno crítico e autônomo que discute, formula hipóteses e busca justificar fenômenos estudados. O papel relevante do

professor nesse processo é recomendado com a função de orientar e estimular. Por seu turno, Viganò, (2015) desenvolveu uma proposta pedagógica para a Aprendizagem Significativa de Trigonometria apoiada em um AVA, contemplando atividades e materiais significativos para o desenvolvimento da aprendizagem do aluno. A autora buscou desenvolver materiais didáticos por meio de atividades potencialmente significativas pautadas em estratégia de aprendizagem ativa e significativa de conceitos de trigonometria. Os resultados da prática pedagógica evidenciam o envolvimento e a participação dos estudantes nos processos de aprendizagem e, por consequência, retenção significativa dos conteúdos estudados.

Os recursos digitais também foram utilizados em um estudo realizado por Soares (2009) ao propor o uso de um objeto de aprendizagem para a abordagem de conhecimentos relacionados à geometria. O autor salienta que colocar o aluno diante de um *software* de geometria dinâmico não garante a Aprendizagem Significativa se as atividades planejadas forem desfavoráveis a esse propósito. Além disso, pontua que o uso do objeto de aprendizagem não pressupõe a exclusão de outros, como o lápis, o papel, a régua ou o compasso. Portanto, a conclusão do referido autor se alinha ao que esta pesquisa sugeriu quando desenvolveu uma UEPS, salientando a etapa de construção do jogo digital, mas não excluindo a utilização de outros recursos. A diversidade metodológica é também enfatizada na pesquisa de Fernandes (2015), que propôs um estudo da geometria euclidiana espacial a partir da estratégia de mapas conceituais, da apropriação da tecnologia nos processos educacionais e do uso de materiais concretos.

Outro estudo que se aproxima desta tese é o de Santos Filhos (2010), pois ele construiu e utilizou um Jogo Eletrônico Educacional na forma de objeto de aprendizagem visando à Aprendizagem Significativa de Análise Combinatória. Contudo, a diferença está no fato de o pesquisador ter sido auxiliado por um professor especialista em Matemática, ao contrário desta investigação, em que foram os alunos a produzi-lo. Ademais, o Jogo Eletrônico Educacional apresentado pelo autor utiliza mapas conceituais e animações interativas, entrelaçando a ludicidade com os conteúdos matemáticos. Tal jogo é também apontado como um organizador prévio dos conhecimentos, haja vista ser considerado um suporte cognitivo para a Aprendizagem Significativa. Uma proposta didática, objetivando o aprendizado significativo e crítico da Matemática, organizado a partir de visitas orientadas aos monumentos históricos das cidades de Ouro Preto e Belo Horizonte, foi organizada por Carvalho (2012). Uma preocupação do autor foi alinhar a proposta de trabalho com o projeto político pedagógico da escola.

O estudo da geometria espacial foi proposto por Silva, Q. (2017) mediante o uso do *GeoGebra* 3D como recurso tecnológico que, segundo a autora, mostrou-se um material potencialmente significativo e facilitador da aprendizagem do referido conteúdo. De fato, esse *software* permite gerar sólidos de revolução a partir da janela 3D, em que é possível construir sólidos espaciais, como prismas, pirâmides, cones, cilindros, esferas e outros. A apresentação do programa despertou a atenção dos alunos, levando-os à participação interativa, o que dinamizou a abordagem dos conceitos geométricos. Já a modelagem matemática foi utilizada para promover a Aprendizagem Significativa em pesquisas desenvolvidas por Marchioro (2018) e Postal (2009), consistindo em uma proposta que pode ser compreendida como um material potente de aprendizagem. A estratégia utilizada foi a exploração de problemas não essencialmente matemáticos, contribuindo para a atribuição de significados e sentido às aprendizagens. Por sua vez, Trindade (2009) desenvolveu e analisou um material didático sobre o "Teorema de Pitágoras e as Relações Trigonométricas do Triângulo Retângulo" com o intuito de verificar se ele era potencialmente significativo para atender às demandas de aprendizagem segundo a matriz de referência para Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM). A análise demonstrou a disposição dos alunos em aprender o conteúdo, e a maioria passou a organizar as ideias matemáticas presentes no material de modo coerente, conseguindo aumentar significativamente o número de acertos no pós-teste, evidenciando um processo de modificação de conhecimentos acerca da temática estudada.

Em seus estudos, Costa (2015) utilizou matérias alternativos, como o jogo virtual, as figuras e os objetos manipuláveis na construção de materiais potencialmente significativos. O autor relata que a utilização desses materiais provocou uma mudança na postura dos alunos, que se mostraram ativos e participantes da construção do conhecimento, fato que proporcionou um ambiente agradável e promoveu uma predisposição dos discentes para aprender. Um recurso utilizado por Silva, T. (2017) na elaboração de material para a abordagem da História da Equação do Segundo Grau foi a História em Quadrinhos. Tal recurso possibilitou, segundo o autor, que fossem abordados conceitos mais gerais, superordenados e combinatórios até atingirem os mais específicos e subordinados.

Em efeito, nos trabalhos analisados, constatou-se uma multiplicidade de recursos e estratégias utilizadas na construção de materiais potencialmente significativos para o ensino e aprendizagem de diferentes conhecimentos matemáticos, tais como *softwares*, jogos, história em quadrinhos e outros. Embora os recursos digitais, de modo geral, tenham se mostrado recorrentes nos trabalhos, e seu potencial, evidenciado, ainda é uma área pouco explorada nas

práticas pedagógicas. Nesta pesquisa, mesmo com o enfoque na construção de tais jogos, buscou-se utilizar outros recursos e estratégias, como os jogos de tabuleiros *softwares*, recortes e vídeos. É oportuno salientar que todos os materiais foram cuidadosamente selecionados e organizados segundo uma sequência atenta aos princípios da Aprendizagem Significativa de modo a demonstrarem o seu expressivo potencial.

2.1.2 Estratégias facilitadoras

Nenhum material, por si só, é a garantia de uma Aprendizagem Significativa; a mesma premissa se estende às estratégias de ensino, em que o papel de mediador desempenhado pelo docente é primordial. Moreira (2012) afirma que facilitá-la vai além da utilização de novas metodologias ou as modernas tecnologias de informação e comunicação; é preciso relacioná-la com uma nova postura docente e diretriz escolar. Ainda assim, o autor aponta os organizadores prévios, os mapas conceituais e as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas como estratégias facilitadoras para a promoção da Aprendizagem Significativa. Posto isso, nesta subcategoria, apresentam-se os trabalhos correlacionados que se utilizaram das estratégias supracitadas.

a) Organizadores prévios

Constatado que o aprendiz não possui conhecimentos prévios capazes de ancorar e interagir com o novo conhecimento, faz-se necessária uma intervenção que facilite o aprofundamento e avanço na abordagem do conteúdo. Sendo assim, reúnem-se estudos que discutem como os organizadores prévios podem se consistir em recursos instrucionais com potencial para favorecer a Aprendizagem Significativa.

Nessa perspectiva, Nunes (2007) utilizou a história da Matemática como um organizador prévio para o estudo de conceitos de unidades de medidas de comprimento e superfície. O autor investigou os conceitos iniciais que os alunos tinham a respeito dos referidos conteúdos e afirmou que esse organizador auxiliou no sentido de estabelecer o significado lógico aos conceitos em estudo. Embora fique subentendido, ele não esclareceu a relação entre a escolha do referido organizador prévio e a identificação dos conhecimentos prévios. Já Rosa (2015) realizou uma investigação dos conhecimentos prévios dos alunos buscando contemplar questões com situações próximas às vivências deles, haja vista que os conteúdos em estudo - Teoria dos jogos e do Caos - não eram muito familiares ao grupo. Ao considerar esses dados,

utilizou recortes de cenas fílmicas como organizadores prévios para o estudo dos referidos conteúdos.

Sabe-se que o conhecimento matemático, por vezes, engendra níveis de abstração e, embora não arbitrários, a utilização de relações com o cotidiano facilita e apropriação dos conceitos. Assim, com a ideia de buscar situações que estivessem diretamente relacionadas com algum fato ou situação do dia a dia, Hummes (2014) utilizou o princípio de funcionamento da balança de dois pratos como um organizador prévio para o estudo de equações do 1º grau. Nesse sentido, a autora afirma que foi possível construir a noção de equivalência, um subsunçor necessário à Aprendizagem Significativa em questão.

Alinhados com a teoria da Aprendizagem Significativa, os resultados dos estudos que pertencem a esse grupo contribuíram para esta pesquisa ao reforçarem a discussão sobre a necessidade de os novos conhecimentos estabelecerem relações com os já existentes na estrutura cognitiva. Ressalta-se que a utilização de organizadores prévios precisa considerar o contexto dos aprendizes e ser apresentado em um nível maior de abrangência. Assim, para a UEPS proposta ao 7º ano, a situação introdutória que funcionou como um organizador prévio contou com jogos digitais online, disponíveis gratuitamente, e também uma atividade de recorte e classificação de polígonos. No 8º ano, utilizou-se um texto contextualizando o assunto, seguido de uma sequência de atividades que exploraram conceitos mais gerais do estudo.

b) Mapas conceituais

Nos estratos analisados, encontrou-se um único trabalho que utilizou mapas conceituais como foco investigativo. Mesmo assim, optou-se por deixá-lo em um grupo separado em virtude das especificidades que diferem dos demais trabalhos.

Lima (2011) utilizou os mapas conceituais no estudo do conteúdo de Análise Combinatória, construídos e sistematizados pela Taxonomia de Bloom-Modificada. Tais mapas foram produzidos a partir de uma seleção de questões retiradas de diversos livros de Matemática, que subsidiaram os alunos no estudo desenvolvido. Essa construção considerou os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, o que demonstra alinhamento com a teoria da Aprendizagem Significativa que fundamentou a concepção utilizada pela autora. O autor explorou os mapas conceituais numa perspectiva diferente da proposta desta pesquisa, pois a construção não foi feita pelos alunos, mas sim pelo professor condutor da proposta. Esse dado é interessante por mostrar uma variação de trabalhos em que

o estudante é o agente construtor (BRUM; SCHUHMACHER; SILVA, 2016), sugerindo uma multiplicidade de alternativas. Em consonância, a autora apresenta estudos nos quais encontrou o mapa conceitual sendo utilizado como instrumento didático para avaliação, heurístico epistemológico, roteiro de aprendizagem e ferramenta metacognitiva. O estudo de Lima ressalta também o caráter idiossincrático dos mapas conceituais, cujos conceitos expressos retratam experiências próprias e imagens mentais representadas por signos. A autora, apoiada em Ontoria, Gómez e Molina (2004), tece algumas considerações sobre sua construção: devem apresentar conceitos e ideias condizentes com as aprendizagens; palavras de ligação e conceitos ocupam espaços e funções diferentes; a hierarquização dos conceitos e a reformulação, com intuito de melhorá-los.

c) Unidades de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

As UEPS foram propostas nos trabalhos analisados em consonância com os princípios da Aprendizagem Significativa como sugere Moreira (2011b) ao concebê-las. Elas, segundo o autor, devem atentar ao compromisso de ajudar o aluno na compreensão de um conteúdo, respeitando um desencadeamento lógico.

Uma aproximação com o conteúdo de uma das UEPS proposta nesta pesquisa foi encontrada no estudo de Fabro (2018), que desenvolveu cinco UEPS, uma delas com foco no plano cartesiano, mas com nível de aprofundamento diferente, já que envolveu o Ensino Médio. Além disso, a organização da UEPS adotada pela autora diverge do presente estudo também nos quesitos seleção, planejamento das atividades, estratégias e recursos utilizados.

A pesquisadora teve por objetivo investigar as contribuições das UEPS, elaboradas para potencializar a ocorrência da Aprendizagem Significativa de geometria analítica, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, de uma escola pública de Farroupilha/RS. A UEPS desenvolvida para o estudo do Plano Cartesiano partiu do mapa de uma cidade e utilizou um material não digital, uma "prancha' e alfinetes para a marcação de pares ordenados e resolução de situações-problema, envolvendo deslocamentos entre alguns pontos no citado município. O recurso digital utilizado nas outras UEPS foi o *software Geogebra* e o *Grafek,* sendo o GPS abordado apenas nas situações-problema.

"Propor e avaliar uma metodologia de ensino baseada na TAS elaborando atividades no ensino e na aprendizagem de matrizes e buscando evidências de como essas atividades podem contribuir para a construção significativa dos conceitos envolvidos" foi o objetivo de Klein

(2018, p. 24). Em todo o seu trabalho, a autora define sua proposta como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa; contudo não a organiza seguindo os passos sugeridos por Moreira (2011b).

As sequências didáticas apresentadas nos estudos de Souza (2017), embora buscassem evidências da Aprendizagem Significativa, não foram elaboradas em consonância com os passos de uma UEPS sugeridos por Moreira (2011b). O autor desenvolveu três sequências didáticas baseadas na investigação do conhecimento prévio de vinte alunos de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Manaus-AM. Feita a sondagem inicial, o autor utilizou um organizador prévio expositivo, atentando para a hierarquia, generalização e abstração e abrangência dos conceitos. Os resultados das observações realizadas ao longo das sequências didáticas, da produção escrita dos alunos e da discussão de dois testes (um aplicado antes e outro depois das atividades) mostram a evolução do uso da definição de função e apontam sua definição operacional como elemento desencadeador do processo de Aprendizagem Significativa do referido conceito.

Bordin (2019) avaliou as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para promover a Aprendizagem Significativa da trigonometria aplicada ao futebol. Os estudos da autora apontam que a UEPS, planejada e aplicada aos estudantes do 9º do Ensino Fundamental, apresentou indícios de Aprendizagem Potencialmente Significativa por meio dos mapas conceituais desenvolvidos pelos pesquisados no decorrer e no término da aplicação. Para análise de tais mapas, ela optou pela adoção da taxonomia topológica elaborada por Cañas et al. (2006) e Miller (2008). Outro indício de que ocorreu a Aprendizagem Significativa foram os conceitos obtidos pelos alunos após a aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa em comparação com os obtidos em anos anteriores.

Vargas (2020) elaborou sequências didáticas, com um grupo de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola do campo, baseadas em três grandes temáticas: a) Pecuária; b) Pesca e c) Agricultura. Os resultados revelam que atividades que envolvem saberes oriundos de aspectos culturais despertam maior interesse dos sujeitos, o que pôde ser observado durante a aplicação, uma vez que, por meio da coletividade e da colaboração dos estudantes, foi possível a construção de novos conhecimentos matemáticos, além do reforço dos já trabalhados em outras oportunidades em sala de aula. A autora entende que a Aprendizagem Significativa se deu quando apresentou uma situação corriqueira da rotina dos discentes em forma de problema, pois, segundo ela, os sujeitos precisaram aprender a pensar sem a preocupação de apresentar

resultados visíveis, mobilizando, assim, aspectos afetivos, cognitivos e culturais de forma mútua, o que acarretou em um maior rendimento e ocasionou diálogos durante todo o processo.

Entre as revistas A1 analisadas, encontram-se os estudos de Laburú, Barros e Silva (2011) que buscam uma aproximação dos multimodos e das múltiplas representações com a Aprendizagem Significativa. Embora não seja uma atividade com os alunos por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa, resolveu-se incluí-la nesta subcategoria por ser com esta que suas discussões mais se relacionam. Os autores defendem que a Aprendizagem Matemática Significativa é facilitada quando associada a diferentes linguagens, símbolos, imagens e ações, o que deve ser considerado ao elaborar uma UEPS.

A análise dos trabalhos destacados nesse grupo permite inferir que a construção do jogo digital como um dos recursos facilitadores da Aprendizagem Significativa integrada a uma UEPS, conforme proposto nesta tese, pode se constituir um diferencial aos trabalhos encontrados e trazer contribuições aos pesquisadores e docentes da área, haja vista seu caráter inovador. Os estudos indicam que as UEPS precisam considerar os conhecimentos prévios e serem organizadas atentando aos pressupostos da Aprendizagem Significativa. Além disso, ficou evidente que o seu desenvolvimento favorece o diálogo e a negociação de significados, distanciando-se de uma Aprendizagem Mecânica.

2.1.3 Diferenciação progressiva e reconciliação integradora

Nesta subcategoria, tem-se a análise de um único estudo que apresenta, em sua essência, a referida temática. Em um primeiro momento, cogitou-se alocá-lo na subcategoria das Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, mas, em uma análise mais detalhada, constatou-se que o foco do estudo são os princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integradora, decidindo-se, então, colocá-lo em uma subcategoria separada.

Souza (2015) considerou, de forma substancial, os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora na elaboração de sessões didáticas que partiram de uma análise ambiental e teórica, seguindo as etapas da Sequência Fedathi (tomada de posição, maturação, solução e prova). A diferenciação progressiva, segundo o autor, é assumida como princípio norteador da elaboração das sequências didáticas quando busca construir os conceitos em estudo com base em um conceito mais geral, diferenciando-os com o auxílio de atividades desenvolvidas com o apoio do *software Geogebra.* O referido pesquisador defende que a

Aprendizagem Significativa pode ser facilitada quando os pressupostos teórico-metodológicos da referida teoria forem associados ao recurso tecnológico.

Portanto, os dois princípios foram considerados por Souza (2015) na elaboração de questões, por meio das quais esperava que o aprendiz diferenciasse os conceitos de função afim crescente, decrescente e constante, reconciliando-os ao estabelecer relações entre o significado algébrico e gráfico dessas funções. Assim, o estudo apresentado pelo autor contribuiu para esta tese por apresentar exemplos práticos de situações didáticas em consonância com os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, relevantes para a obtenção de indícios de Aprendizagem Significativa. Esta tese considerou os dois princípios, concedendo atenção à reconciliação integradora, mas também procurou investigar como a construção dos jogos digitais poderia promovê-la.

2.2 Estudos envolvendo Jogos digitais

Os trabalhos encontrados, segundo os critérios estabelecidos e com foco nos jogos digitais, constituíram uma categoria única de análise, cujos aspectos considerados relevantes são detalhados na sequência.

Silva, E. (2017) relata uma experiência docente focada no processo de criação de jogos digitais para mobile com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental II que tinham em sua grade curricular a disciplina de Jogos Digitais. O trabalho com jogos digitais surgiu como uma alternativa num contexto em que os alunos demonstravam frustração com as aulas de informática, concentradas na digitação de textos ou ferramentas pouco atrativas. O trabalho foi desenvolvido com uso do *Construct 2*, que, segundo a autora, não necessita de codificação, pois parte de um roteiro criado pelos estudantes e segue com o movimento de arrastar e soltar objetos em um cenário. Embora não em uma conjuntura específica da Matemática como neste estudo, o autor buscou realizar um trabalho interdisciplinar com as disciplinas de Português/Redação, Artes, Matemática, Inglês e História. A Matemática surgiu da necessidade de programação de movimentos, vidas e pontos que precisaram do suporte do conteúdo de funções.

Um estudo com aproximações relevantes ao estudo desta tese é encontrado em Azevedo (2017), que propôs um trabalho de construção de jogos digitais com o *software Scratch*. O autor explorou a construção de jogos num movimento dinâmico que conjugava ideias/significados de Matemática e que não partiu de conceitos formais ao longo do processo de uma produção não

linear. O pesquisador sustenta fortemente que a construção de um jogo digital se fundamenta na produção quando há participação ativa do estudante no ambiente. Ademais, salienta que a produção não se ausenta de fatores externos e influencia a forma como aluno passa a pensar, discutir e argumentar. É importante destacar que ele realizou a pesquisa no contraturno das aulas regulares e envolveu alguns alunos de uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental. Seu trabalho trouxe contribuições relevantes à presente tese embora a proposta desta foi a de integrar a construção de jogos digitais à prática pedagógica de forma contínua e não em momento pontual e desconectado da sala de aula regular.

Maziviero (2014) com base em um estudo sobre game design para o desenvolvimento de um jogo digital, com características de motivação, imersão e conhecimento, desenvolveu um game com a tecnologia HTML5 e Javascript. O jogo contempla três elementos básicos: a interface do aluno, composta de elementos jogáveis: a interface do professor, composta de elementos de análise em tempo real e o servidor de transmissão e armazenamento dos dados. O tal jogo foi aplicado a seis alunos de uma turma de 9º ano de uma escola estadual do Município de Jaboticabal. Os resultados indicam que o jogo digital proposto gerou informações suficientes para que o professor identificasse as características de seus discentes em relação a conteúdos de Matemática, melhorando seu processo de ensino.

As funções cognitivas de atenção e memória de alunos em atividade com jogos digitais online de Matemática foram estudadas por Silva, S. (2017). A investigação envolveu estudantes voluntários dos anos finais do Ensino Fundamental, de uma escola pública do Estado do Rio Grande do Sul, que participaram de oficinas interativas com os jogos digitais Cobrador de Ônibus*, Sjoelbak*, Batalha Matemática e *Space Race*. Tais oficinas foram filmadas para a coleta de dados. A autora evidencia que os jogos digitais fazem uso da memória de trabalho e processos de evocação e consolidação de memória permanente. Ademais, ressalta que a capacidade de operar com números e estimar, importantes para a Matemática, são potencializados pelos jogos digitais e atendem às expectativas de um público nativo digital que frequenta as escolas.

Gomes (2017) analisou as potencialidades do uso dos jogos digitais do sistema Android no ensino de Matemática, em duas escolas públicas, nas cidades de Catingueira-PB e Patos-PB. Ele utilizou o aplicativo Matrix, o F(x) *matematics*, *Gragher Free*, *Geogebra Graphing Calculator*, Torre de Hanoói e F(x) *Math Solver* para o estudo de matrizes e determinantes, além de funções exponenciais. O autor enfatiza a presença de dispositivos móveis funcionando

com o sistema operacional Android, que dispõem de infinitas possibilidades e que podem ser uma ferramenta para qualificar a aprendizagem.

Diante do desafio de minimizar a dispersão nas aulas e a falta de interesse por parte dos estudantes e, assim, tentar reduzir a repetência e a evasão escola, Siena (2018) defende que tecnologias de informação e comunicação, bem como os jogos eletrônicos, podem ser aliados dos docentes. Nessa perspectiva, o autor desenvolveu um protótipo de um game digital visando fornecer aos professores e aos alunos uma ferramenta opcional que pudesse auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem da disciplina Matemática. Embora tenha feito um levantamento de dados com os alunos, buscando traçar um panorama do público-alvo a respeito da temática, Siena não chegou a relatar a experiência de uso com o jogo criado.

Nascimento (2018) desenvolveu jogos pedagógicos digitais para o ensino de probabilidade, em uma perspectiva interdisciplinar, com alunos do Ensino Fundamental. O autor, em seu trabalho, não detalha como foi o processo de construção dos jogos e a plataforma utilizada; contudo, aponta notável contribuição para a formação do pensamento probabilístico dos estudantes envolvidos. Além disso, destaca o caráter inclusivo da proposta com jogos, pois esta envolveu e atingiu discentes de diferentes níveis de conhecimento matemático.

Lucchesi (2019) investigou se a experiência de fluxo em jogos educacionais digitais estava relacionada com o estado de interesse dos estudantes no ensino da Matemática. O estudo considerou três construtos: interesse; prazer; competência. O autor evidencia que o fluxo do jogo contribuiu para fomentar o interesse situacional desencadeado pela novidade e estimular o aluno a mantê-lo, bem como incentivar a prontidão e cooperação nas atividades de aula de Matemática, a compreensão de conteúdos de maneira mais rápida, influenciando a interação social. Dentre as dificuldades apontadas, o referido pesquisador destaca a mobilização das turmas para diminuir a infrequência discente; conectividade de rede (internet); disponibilidade de jogos educacionais; plataformas com jogos customizáveis.

Dentre as revistas de *Qualis A1* analisadas, Morais, Basso e Fagundes (2017) foram incluídos no escopo da análise por apresentarem uma discussão pertinente sobre como é possível a aprendizagem matemática quando se aprende a programar. Embora o enfoque não tenha sido na programação de jogos digitais, o estreito alinhamento da temática abordada com o que se propõe nesta tese justifica sua inclusão. Os autores, sustentados nas teorizações de

Resnick (2013), apontam a programação como uma extensão da escrita, haja vista ela permitir a representação de jogos, animações, simulações e outras.

Morais, Basso e Fagundes (2017) defendem a necessidade de dominar habilidades de escrita para as atividades do cotidiano, e a programação é incluída como um complemento a essa demanda. As linguagens de programação do *Scratch* e do *Etoys* são apontadas como potencializadoras de experiências físicas e lógico-matemáticas. Os autores afirmam que "[...] é fundamental que o professor de matemática vislumbre a possibilidade de promover a aprendizagem matemática aos seus estudantes quando lhes ensina a programar" (MORAIS; BASSO; FAGUNDES, 2017, p. 469). Eles complementam que é preciso considerar que, além dos conhecimentos matemáticos, a programação possibilita o desenvolvimento do raciocínio dedutivo em diferentes áreas e para variados fins, acadêmicos ou não.

Em síntese, encontraram-se apenas dois estudos que utilizam a construção de jogos digitais pelos próprios alunos, o mesmo proposto neste trabalho. Contudo, incluiu-se o diferencial de propor a construção atentando aos princípios da Aprendizagem Significativa no contexto das UEPS. Destaca-se que os demais apresentam apontamentos e discussões pertinentes e significativas para esta proposta. Assim, acredita-se que ainda existe um campo fértil para estudos nessa área e com potencial para serem explorados por pesquisadores e professores da área.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste Capítulo, relatam-se estudos e discussões relativas à Aprendizagem Significativa e dos jogos digitais e buscam-se as ideias que balizam a teoria proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) - Aprendizagem Significativa - que contribuíram para esta pesquisa, norteando a prática pedagógica efetivada, a interpretação e análise dos resultados. Em relação aos jogos digitais, prima-se por estudos atuais que forneçam subsídios de reflexão que, de igual forma, sustentaram a prática pedagógica.

3.1 Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980) é extensa; portanto, não se tem a pretensão de esgotar o assunto, mas apresentar os aspectos pertinentes e com implicações a este estudo. Na continuidade, apresentam-se as UEPS, sequências de ensino propostas por Moreira (2011b), que, fundamentadas na Aprendizagem Significativa, estruturam-se em oito etapas que atentam aos princípios detalhados pelo autor.

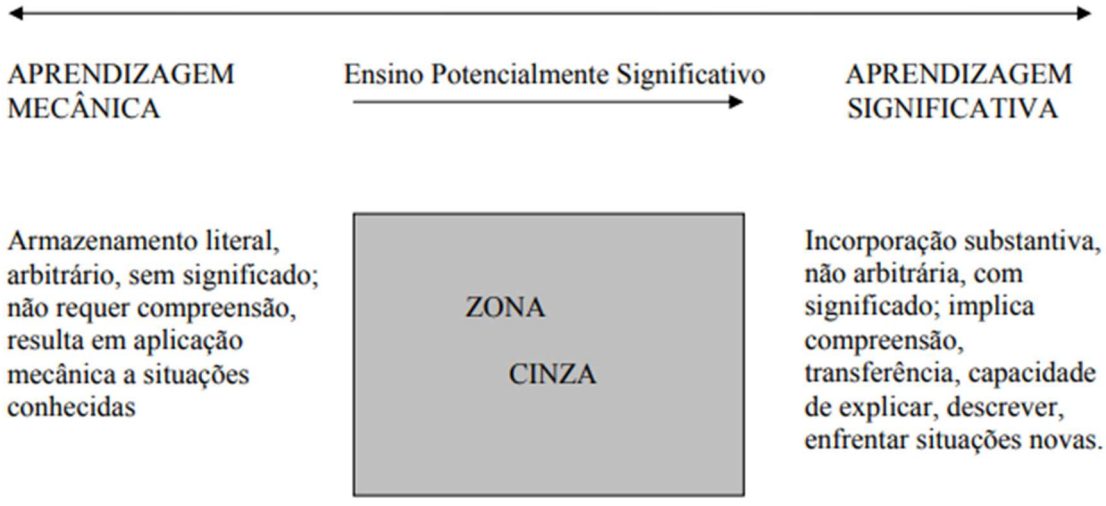
3.1.1 Elementos norteadores da Aprendizagem Significativa

David Paul Ausubel (1918-2008), filho de judeus, graduado em Psicologia e Medicina, doutor em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade de Columbia, foi o estudioso e idealizador da teoria da Aprendizagem Significativa. O autor defende a ideia de que a aprendizagem deve fazer algum significado para o aluno e, para isso, o novo conhecimento precisa se ancorar e interagir, de maneira substantiva e não arbitrária, com o que o indivíduo já tem em sua estrutura cognitiva, única em sua natureza, assim como também o são os novos significados.

Para que a Aprendizagem Significativa ocorra, Ausubel (1976) defende que duas condições básicas precisam ser atendidas: (1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e organizado numa estrutura lógica; (2) a presença de conhecimento organizado e relevante na estrutura cognitiva do aprendente que seja capaz de ancorar e se relacionar com o novo conteúdo, caracterizando a predisposição para a aprendizagem.

É importante destacar que nenhum material, do mais simples ao mais sofisticado, é significativo por si só; ele apenas pode apresentar potencialidade significativa, pois é um atributo do indivíduo ter o mecanismo de Aprendizagem Significativa e não material. Ausubel (2003, p. 1) alerta que "até mesmo o material logicamente significativo pode ser apreendido por memorização, caso o mecanismo de aprendizagem do aprendiz não seja significativo." Sendo assim, cabe ao docente desenvolver condições para que, numa negociação de significados, o aluno possa desenvolver uma Aprendizagem Significativa e aceita no contexto de ensino em foco. Este talvez seja um dos desafios no ensino da Matemática: transcender a decoreba e a memorização mecânica de fórmulas e conceitos, que nada significam aos alunos. Contudo, salienta-se que a Aprendizagem Mecânica e a Significativa não são vistas como dicotômicas, pois parte dela acontece na zona intermediária do processo conforme visualiza a Figura 1:

Figura 1 - Esquema do contínuo da Aprendizagem Significativo-Mecânica



Fonte: Moreira (2011a, p. 32).

Cumpre destacar que a transição da Aprendizagem Mecânica para a Significativa do aluno não ocorre involuntariamente, pois se faz necessário o atendimento às condições essenciais já mencionadas anteriormente, além da mediação qualitativa do docente. Pontes Neto (2001, p. 65) sustenta que a Aprendizagem Mecânica ou "[...] um certo grau de mecanicidade, não deve ser desprezada porque também conteúdos que não podem ser substantivamente modificados são necessários no dia a dia". Para o autor, o que se aprende significativamente nem sempre é um conhecimento validado em determinada área do conhecimento. Sendo assim, é preciso que os conhecimentos novos interajam com os prévios do indivíduo para a efetivação de uma Aprendizagem Significativa, mas a interação não pode ser com qualquer conhecimento prévio, mas com aqueles pertinentes à nova aprendizagem.

Os conhecimentos prévios, chamados por Ausubel (2003) de subsunçores, podem ser símbolos, conceitos, proposições, fatos, ideias, modelos mentais ou até mesmo imagens. Eles possibilitam, por meio da interação, que novos conhecimentos que são apresentados ou descobertos por um indivíduo tenham significado. De acordo com o autor, não são estáticos e imutáveis, mas dinâmicos e definidos no movimento, em que tanto o já existente como o novo se modificam no processo que se estabelece da relação entre ambos. Nesse movimento, a incorporação do novo conhecimento na estrutura cognitiva do indivíduo ocorre de maneira peculiar e, ao consumar a Aprendizagem Significativa, adquire mais estabilidade, obtendo um caráter idiossincrático. Assim, conforme Moreira (2011a), o subsunçor mais estável facilita novas aprendizagens e, à medida que vai se fortalecendo por meio de novos significados que se acomodam, cada vez mais é capaz de servir de ideia-âncora para novos conhecimentos.

Um aprendiz que tenha conhecimentos prévios sobre números naturais usará essa base quando se deparar com situações em que esse campo numérico for ampliado até o universo dos números inteiros, por exemplo. Os conhecimentos que já tem (características e propriedades) o ajudarão a entender os demais conjuntos. Sendo assim, ao ampliar o conhecimento dos conjuntos numéricos, a concepção sobre número se torna mais inclusiva e generalista.

Construir Aprendizagens Significativas de conhecimentos matemáticos pressupõe que se possa transcender os manuais didáticos e, assim, valorizar, reconhecer e estabelecer conexões que o aluno construiu em suas vivências anteriores. A teoria não deixa dúvida quanto à relevância que atribui ao conhecimento prévio na aprendizagem. Ausubel (2003) afirma que, se a psicologia educacional fosse reduzida a um único princípio, um fator singular que mais influenciaria a aprendizagem seria aquilo que o aprendiz já conhece e que, ao descobrir tais

conhecimentos, deve-se, então, ensinar, considerando tais saberes (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137). Contudo, cabe a ressalva de que isso não significa dizer que o conhecimento prévio, necessariamente, é um elemento facilitador, pois também pode ser uma barreira ao novo (conhecimento). Por exemplo, isso acontece quando um conhecimento prévio do aluno não é aceito no contexto de ensino, ou seja, está na contramão da cientificidade. Nesses casos, é preciso que o docente proponha um organizador prévio e o reconstrua.

A relação dinâmica que o aprendiz estabelece entre os subsunçores e os novos conhecimentos considera os processos concomitantes da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A primeira é compreendida como a atribuição de novos significados a um dado subsunçor, que, progressivamente, modifica-se, tornando-se mais consistente, refinado e capaz de ancorar novos significados. A segunda, por sua vez "é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações" (MOREIRA, 2012, p. 6).

Já quando os subsunçores de um sujeito não são adequados e estáveis a ponto de se constituírem uma âncora para a atribuição de significados aos novos conhecimentos, Ausubel (2003) sugere a utilização de organizadores prévios. Estes são recursos instrucionais que poderão fazer a mediação entre o que o aprendiz já sabe e o que ainda deseja saber de uma forma mais branda. Eles "Funcionam como pontes cognitivas, na medida em que fornecem um suporte para a incorporação e retenção estáveis de novos conceitos" (TAVARES, 2010, p. 5).

A contemplação de diferentes ritmos e perfis de aprendizagem no contexto da sala de aula é um desafio que os docentes de diferentes níveis enfrentam, ficando ainda mais saliente quando detectada a fragilidade de subsunçores consistentes para a aprendizagem de novos conhecimentos. Respeitar a estrutura idiossincrática, fornecendo ou alterando ideias ancoradas em um nível subordinante de cada indivíduo, pode ser feita por meio de organizadores prévios com maior grau de abstração, generalidade e inclusividade do que os novos materiais a serem aprendidos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Os organizadores prévios ocupam espaço importante no planejamento pedagógico dos docentes, haja vista ser uma possibilidade de proporcionar aos alunos a percepção de que os novos conhecimentos possuem relações com ideias que eles já internalizaram anteriormente. Além disso, é possível que o conhecimento prévio do aluno esteja obliterado, e os organizadores

prévios, então, podem ser usados para ativá-los. Desse modo, a aprendizagem dos novos conhecimentos é facilitada pelo estabelecimento de conexões com os conhecimentos prévios de cada um.

Os organizadores prévios podem ser propostos em forma de resumos ou visões amplas, geralmente ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusão do próprio material de aprendizagem, apenas salientando os pontos mais evidentes e omitindo informações menos importantes (AUSUBEL, 2003, p. 11). É possível lançá-los também sob a forma de um enunciado, um filme, uma leitura introdutória, uma demonstração, atividades experimentais, entre outras. Reis (2015), por exemplo, destaca as potencialidades do uso de vídeos no trabalho com organizadores prévios no ensino de conceitos matemáticos. A referida autora sugere o uso do recurso no estudo introdutório de estatística, cujas informações neles contidas podem se ancorar à estrutura cognitiva dos alunos de maneira não arbitrária, influenciando consideravelmente a aprendizagem. Outrossim, salienta a construção de ligações sequenciais entre os conceitos mais abrangentes (gráficos estatísticos) e os mais inclusivos (dados e eventos). Além disso, ela propõe iniciar os estudos sobre sistemas de medidas com a utilização de vídeos sobre a história da Matemática, mais especificamente os sistemas de medidas utilizados pelos povos na Antiguidade. Assim, destaca que o discente terá subsídios para compreender a necessidade da padronização do sistema métrico decimal ainda hoje usado em nossa sociedade. Da mesma forma, Brum, Schuhmacher e Silva (2016) apresentam documentários com características de organizadores prévios no ensino de Geometria não Euclidiana como subsídios para auxiliar professores de Matemática que pretendem apresentar esse campo da geometria em suas aulas.

Como exemplificado, existem diferentes formas de utilização dos conhecimentos prévios; contudo, é importante ressaltar que a teoria ausubeliana apenas sugere a utilização de organizadores prévios como forma de manipular a estrutura cognitiva e facilitar a Aprendizagem Significativa, esta sim o foco principal do autor. Logo, é preciso ter o cuidado de não aglutinar os dois conceitos, dando a entender que se trata de uma única coisa.

A Aprendizagem Significativa não pode ser considerada aquela que nunca esquecemos, pois é uma fase da subsunção, denominada obliterante por Ausubel (2003). Nessa fase, as informações, gradualmente, tornam-se menos dissociáveis de conceitos mais gerais, estáveis e inclusivos. Contudo, de acordo com o nomeado autor, quando a Aprendizagem Significativa ocorre de fato, e o indivíduo sentir a necessidade de retomar conceitos, por ora esquecidos, ele

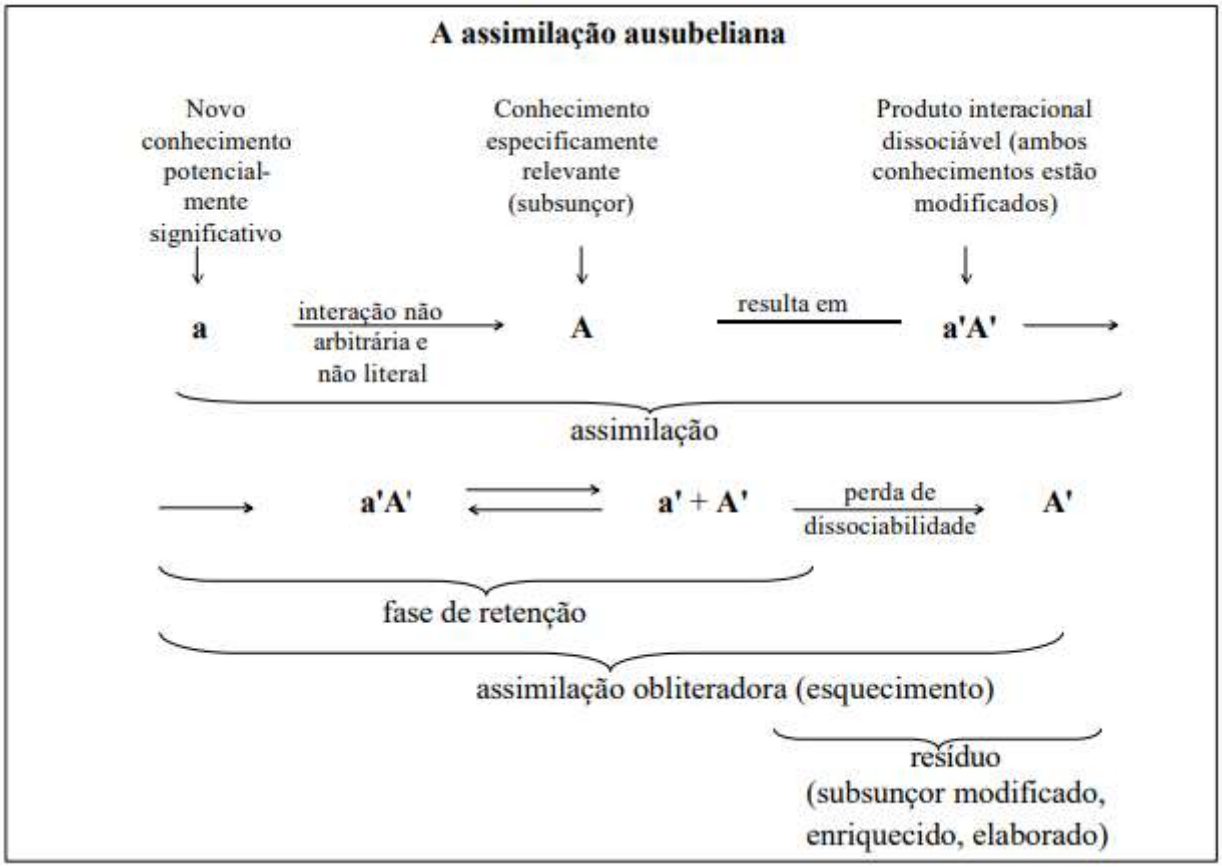
terá facilidade de reaprendê-los em um curto intervalo de tempo, pois resquícios do conhecimento esquecido se encontram na constituição do subsunçor. O mesmo não acontece quando o processo de aprendizagem ocorre por memorização, pois o esquecimento é rápido e praticamente total, não sendo viável uma reaprendizagem. Ausubel (2003, p. 60) explica que

> [...] as ideias apreendidas significativamente, que estão 'ancoradas' a ideias relevantes da estrutura cognitiva e, logo, são parte dos sistemas ideários estáveis, seriam muito menos vulneráveis a interferências pró-activas e retroactivas do que as tarefas discretas apreendidas por memorização e que também seriam protegidas de tal interferência pela estabilidade das ideias ancoradas, nas quais estão implantadas.

Moreira (2011a, p. 40) destaca a compreensão, o significado, a capacidade de transferência a situações novas, a maior retenção de conhecimentos e a capacidade de reaprendizagem como vantagens da Aprendizagem Significativa. Pontes Neto (2001) acrescenta o favorecimento do pensamento criativo pelo maior nível de transferibilidade do conteúdo aprendido, o favorecimento do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento. Em contraponto, Moreira (2011a, p. 40) afirma que na "aprendizagem mecânica o sujeito desenvolve habilidades de lidar apenas com situações rotineiras, não tendo sentido falar em reaprendizagem".

Assim, o esquecimento é tido como uma continuidade natural à Aprendizagem Significativa conforme exemplificado na Figura 2. Quando se consegue acionar um subsunçor na estrutura cognitiva do sujeito pela interação com o novo conhecimento, mesmo que esse esteja temporariamente obliterado, facilita-se a reaprendizagem.

Figura 2 - Assimilação ausubeliana



Fonte: Moreira (2006, p. 2)

A Figura 2 comprova que não apenas o novo conhecimento se modifica, mas também o subsunçor se reestrutura para reiniciar um novo processo interativo de aprendizagem. Assim, a obliteração significativa pressupõe o reconhecimento de conceitos na estrutura cognitiva do indivíduo aprendente e precisa ser considerada nos processos de ensino e de aprendizagem. Em efeito, a Aprendizagem Matemática tem algumas especificidades, haja vista a complexidade e até mesmo a abstração de alguns conceitos, sendo relevante considerar a existência de ideias subsunçoras consistentes e inclusivas de modo a ampliar a interação e fortalecer a elaboração de novos conhecimentos. Assim, faz-se necessária uma Aprendizagem Significativa e que promova a autonomia e o desenvolvimento de habilidades e competências conforme afirma Brum (2013, p. 56):

> Os conteúdos de Matemática, hoje, não podem mais ser apresentados pelo professor de modo abstrato, sem significado, sem considerar as experiências dos estudantes, mas permitir uma correlação com outras áreas de formação de pensamentos, propiciando ao aluno o desenvolvimento de competências, habilidades e a capacidade de resolver problemas, investigar, analisar e enfrentar novas situações e desafios, ou seja, ser capaz de ter uma visão ampla da realidade.

Portanto, uma prática pedagógica alicerçada nos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa pode contribuir para mudanças relevantes no ensino da Matemática. De fato, apenas a Aprendizagem Mecânica de conteúdos não tem mais espaço ante as mudanças presentes na sociedade.

3.1.2 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

Ao partir das premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que é preciso se desvencilhar de um ensino mecânico e manter o foco na participação do aluno e no aprender a aprender, Moreira (2011b) propõe as Unidades Potencialmente Significativas (UEPS) como sequências didáticas fundamentadas prioritariamente na teoria da Aprendizagem Significativa. As UEPS, segundo o autor, são "voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula" (MOREIRA, 2012, p. 45).

Dentre os princípios que fundamentam a elaboração de uma UEPS, Moreira (2012) destaca que a variável que mais influencia a Aprendizagem Significativa é aquilo que o aluno já sabe. Sendo assim, só há ensino se ocorrer a aprendizagem; o aluno precisa se predispor a aprender; cabe ao professor organizar o ensino, mediando a construção de significados; a interação social e a linguagem assumem importante papel na captação de significados; são as situações-problema que garantem sentido à construção de novos conhecimentos; a diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e a consolidação precisam ser consideradas na organização do ensino.

Para a construção da UEPS, além dos princípios anteriormente mencionados, é preciso considerar três pontos: objetivo, filosofia e marco teórico (MOREIRA, 2011b). O primeiro é o estudo de um conteúdo procedimental ou conceitual de modo a incorporá-lo à estrutura cognitiva do estudante e se tornar importante, constituindo-se como um subsunçor a novos conhecimentos. O segundo - filosofia - é a relação de autodependência entre o ensino e a aprendizagem, estando o processo embasado em materiais potencialmente significativos. O terceiro - marco teórico - é a própria teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel (2003), além da de Moreira e Masini (1982); Moreira (2006; 2010a; 2010b; 2011a; 2011b); Novak e Gowin (1996), sem desconsiderar as importantes contribuições no campo da teoria educação de Joseph D. Novak (2000, 2004) e de D.B. Gowin (1981), bem como da dos

modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a dos campos conceituais (VERGNAUD, 1990).

Com base nos princípios elencados por Moreira (2011b), o professor tem a liberdade de construir sua Unidade de Ensino Potencialmente Significativa ajustável a diferentes áreas do ensino. Com o intuito de auxiliar o professor nessa tarefa, Moreira (2011b) sugere os seguintes passos para a construção da UEPS:

Passo 1: Definir o tópico específico a ser abordado, aceito no contexto da disciplina de ensino.

Passo 2: Propor situações didáticas por meio de discussões, questionários, mapas mentais e situações-problemas e outros que permitam ao aluno reconhecer o conhecimento prévio relevante que tem acerca do novo conteúdo a ser estudo.

Passo 3: Utilização dos organizadores prévios que possam estabelecer a ponte entre o que o aluno sabe e o que deve saber, ou seja, fazer conexões entre o saber popular e o científico. A ideia é preparar o terreno para a apresentação do conhecimento que se pretende passar. Simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia e problemas clássicos da matéria são algumas das alternativas possíveis nesta etapa da UEPS.

Passo 4: Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, isto é, iniciar com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas, em seguida, exemplificar, abordando aspectos específicos. A exposição oral, seguida de atividade em pequenos grupos e, posteriormente, apresentada e discutida em grande grupo, pode ser eficaz neste momento.

Passo 5: Retomada dos aspectos mais gerais do que efetivamente se pretende ensinar; do conteúdo da unidade de ensino por meio de uma breve exposição oral; um recurso computacional; um texto e outros; porém, em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação, buscando promover a reconciliação integradora. Algumas alternativas para isso são sugeridas, ressaltando a negociação de significados e a mediação docente: *softwares* matemáticos; painéis; teatro; passeio de campo; mapas conceituais; V heurístico; manipulação de materiais alternativos.

Passo 6: Para concluir a unidade, prosseguir com o processo de diferenciação progressiva, revendo as características mais relevantes do conteúdo em questão numa ótica integradora, ou seja, buscar a reconciliação integrativa. Alguns caminhos são apontados para esta apresentação dos significados: TIC's; objetos de aprendizagem; mapas conceituais; música; material lógico estruturado; uma breve exposição oral; leitura de um texto; uso de um recurso computacional; áudio visual. Neste momento, é importante que as atividades desenvolvidas, por meio da mediação docente, tenham um nível mais alto de complexidade em relação às anteriores.

Passo 7: A busca por evidências de Aprendizagem Significativa nas UEPS precisa acontecer durante todo o processo de desenvolvimento. Os momentos de construção e colaboração coletivas devem ser equiparados aos de avaliação individual, também indicados a acontecerem, preferencialmente após o sexto passo. Indícios da captação de significados e alguma capacidade de transferência devem guiar as avaliações realizadas.

Passo 8: A avaliação da UEPS será considerada exitosa se constatadas evidências de Aprendizagem Significativa por meio da captação de significados; compreensão; capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema.

De modo geral, pode-se afirmar que deve haver uma diversidade das estratégias ao longo das UEPS mantendo a dialogicidade e incentivando a criticidade. É interessante também que alunos sejam partícipes de todo o processo, podendo, inclusive, elaborarem as situações-problema a serem desenvolvidas. Além disso, cabe salientar que, embora sejam privilegiadas as atividades colaborativas, as individuais não são descartadas, sendo necessário lhes reservar momentos específicos. Assim, na tentativa de atentar ao supracitado, busca-se elaborar as UEPS, foco da investigação proposta neste estudo. Cabe ressaltar que a integração da construção dos jogos digitais é uma constante das UEPS aqui desenvolvidas, motivo pelo qual, na sequência, discorre-se sobre essa temática.

3.2 Jogos digitais

Ao longo desta pesquisa, alternou-se a utilização dos termos jogos digitais e games, ambos sendo entendidos com conceitos similares. Dessa forma, definem-se games como jogos digitais, caracterizados por regras, metas e objetivos, resultados e feedback, conflito,

competição, desafio, oposição interação e representação (KLOPFER et al., 2009). Em consonância e como complemento, os jogos digitais devem apresentar:

> (1) liberdade, (2) regras, (3) produção de um estado de ânimo, (4) capacidade de modificação de regras durante o processo do jogo, (5) a possível existência de elementos antagônicos (conflitos) que estimulem os jogadores a superá-los, (6) objetivos intrínsecos ao jogo ou formulados pelos jogadores, (7) a circunscrição de pontos de partida e pontos de final do jogo, bem como a possibilidade da tomada de decisões por parte o jogador (PETRY, 2017, p. 40).

O crescente avanço tecnológico tem concedido espaço à indústria eletrônica e impulsionado investimentos em *softwares* sofisticados que, com perfeição, imitam cenários e situações reais, cativando e envolvendo os usuários de jogos digitais. Além disso, o acesso aos games tem sido cada mais fácil, não sendo exclusividade de um grupo com maior condição financeira ou a uma faixa etária. A associação da aprendizagem e da diversão e até mesmo do trabalho, por meio dos games, tem sido uma opção de pessoas em diferentes espaços e com finalidades variadas. Um grupo de pesquisadores de *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) utiliza a expressão *hard fun* (diversão pesada) em substituição à *hard work* (trabalho pesado) quando o assunto são os games. Aprender demanda esforço e energia, mas a mediação desse processo pode tornar mais divertida e prazerosa a caminhada, estimulando a pré-disposição do indivíduo, condição necessária à Aprendizagem Significativa. Outras pesquisas (e.g. SILVA, E., 2017; SILVA, S., 2017; GOMES, 2017; SIENA, 2018; AZEVEDO, 2017; MAZIVIERO, 2014) têm sido feitas acerca da utilização dos games na educação como potente ferramenta auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem. A utilização desse recurso tem se sustentado no fato de que os aprendizes que hoje estão em nossas escolas, notoriamente, mudaram em vários aspectos. Desde muito cedo, entram em contato com um mundo virtual, que acaba influenciando o modo como aprendem, vivem e se relacionam.

A interatividade do referido recurso em sala de aula pode colaborar para a Aprendizagem Significativa e consequentes mudanças na qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem. A interface atraente com uma multiplicidade de cores, sons, movimentos trazem um dinamismo que envolve os estudantes, podendo deixá-los mais predispostos à aprendizagem. Em consonância com esse pensamento, Mattar (2010, p. 17) sustenta que "Sem sermos forçados a aprender, e estando envolvidos com o game, temos mais probabilidade de aprender". Afinal, assim como outros recursos em uso na educação, os games não são capazes de, por si só, garantir a Aprendizagem Significativa; apenas têm potencial para tal. Em efeito, cabe ao docente utilizá-los e conduzi-los a esse fim.

Muitos jogos digitais permitem desenvolver alguns procedimentos importantes, inclusive o método científico, como a flexibilidade de regras, a tentativa e o erro, a exploração, a criação e validação de hipóteses. Além disso, o envolvimento com enredos nada triviais e cada vez mais complexos é um atrativo ao jogador, que precisa ser multitarefado e trabalhar de maneira cooperativa e colaborativa, habilidades essenciais para o mercado de trabalho. Embora o foco deste estudo seja os jogos digitais na educação, cabe mencionar que eles têm conquistado espaço, até mesmo em muitas empresas conforme afirma Prensky (2012, p. 38) "A aprendizagem baseada em jogos digitais já está germinando - e em alguns casos, fincando raízes - em uma ampla variedade de empresas e em outros lugares [...]".

James Paul Gee (2003; 2004; 2005), estudioso da utilização dos games na educação, elencou trinta e seis princípios de aprendizagens incorporados por bons games. Dentre eles destacam-se: a aprendizagem por meio da identidade de diferentes personalidades virtuais assumidas pelos jogadores; a interatividade proporcionada pelos feedbacks e problemas resolvidos ao longo do jogo; a produção, haja vista possibilitar aos jogadores definirem percursos, ações e tomar decisões personificando as jogadas; o risco em que o erro é tomado como parte do processo e encarado como novo aprendizado, diferentemente do que a escola faz em muitos casos; a customização, que permite considerar o nível de dificuldade e o ritmo individual de cada jogador, evitando a padronização e estimulando o avanço; a contextualização, que se dá por meio de imagens, ações, diálogos; a frustação prazerosa no sentido de propor um nível de dificuldade que estimula sua superação; o pensamento sistemático na medida que estimula o pensar nas relações e não apenas em fatos ou eventos isolados, habilidade tão necessária no contexto de globalização em que estamos inseridos; o pensar lateralmente e não apenas linearmente antes de qualquer atitude; o espírito de equipes transfuncionais, pois cada jogador deve focar habilidades específicas em harmonia com os demais e com foco no objetivo comum ao jogo. Assim, fica o desafio às escolas e aos docentes: aproximar a aprendizagem escolar aos princípios que os bons games utilizam.

Ademais, os jogos digitais têm se mostrado uma alternativa em potencial para superar a aprendizagem de conteúdos de forma desconexa e pautada na passividade, decoreba e individualidade. Mattar (2010, p. XV) afirma que "[...] dentre os vários gêneros novos de mídia, os games talvez sejam o mais ameaçador para os métodos da escola tradicional". De acordo com o autor, eles permitem que o aluno se envolva de forma ativa e colaborativa, motivando-o para desafios cada vez mais complexos. Nessa perspectiva, reconfiguram-se os papéis dos envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem, em que o docente deixa de ser o detentor

do conhecimento, e os alunos, imersos num mundo digital e familiarizados com a tecnologia, passam a partilhar conhecimentos em igualdade com colegas e professores. Além disso, a gamificação facilita o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de aprendizagem constante, haja vista que "Uma das características dos games é que os jogadores determinam como aprendem. Nos ambientes de games, os próprios usuários são livres para descobrir e criar arranjos de aprendizado que funcionem para eles" (MATTAR, 2010, p. 19). Essa característica pode ser acentuada quando é o estudante o criador do jogo, ultrapassando a função de mero consumidor desse recurso.

A interatividade proporcionada pela tecnologia se torna ainda mais evidente nos jogos digitais com um aumento significativo de pesquisas que buscam investigar o uso desse recurso como um apoio ao fazer pedagógico do professor. As vantagens de utilizá-lo no ensino são reconhecidas por vários pesquisadores, como exemplificado na sequência. Maziviero (2014, p. 24) afirma que

> [...] além das características lúdicas e de entretenimento, os jogos proporcionam o desenvolvimento de diferentes habilidades para seus jogadores, como: procurar diferentes estratégias para a resolução de problemas, superação de dificuldade, compreensão de atuação em ambientes com regras e noções de utilização.

Barbosa Neto e Fonseca (2013) corrobora essa ideia ao sublinhar que os jogos facilitam o acesso às informações de forma divertida, complementando a aprendizagem e podendo ser utilizada na introdução ou fixação de um conteúdo, além de ressaltar a questão motivacional do recurso. Por sua vez, Mendes e Silva (2017) destacam o desenvolvimento e/ou aprimoramento de habilidades de leitura e produção textual por meio das narrativas dos jogos digitais, com possibilidade de progressos significativos na capacidade de comunicação. Ademais, no contexto da disciplina de Matemática, os jogos digitais são apontados como uma possibilidade de despertar o interesse dos jogadores e desenvolver habilidades fundamentais na compreensão de conteúdos afins (SANTOS; SILVA JUNIOR, 2014).

Em efeito, a construção de jogos digitais transcende o ato de jogar, propiciando ao indivíduo construtor a imersão em narrativas e cenários, criando enredos próprios. Conceber o computador como uma máquina a ser ensinada possibilita a construção do conhecimento e favorece a resolução de problemas. Assim, "a linguagem de programação permite reflexão de resultados obtidos e a depuração de ideias por meio do uso de novos conteúdos e estratégias" (MOTA et al., 2014, p. 378). Entende-se que, ao construírem jogos digitais, os alunos utilizam a tecnologia não apenas como consumidores, mas se tornam ativos no processo, pois criam,

produzem e disseminam conhecimentos. Nesse sentido, Sobreira, Takinami e Santos (2013, p. 127) sustentam que

> O trabalho com programação desde a infância vem atender a mudança no perfil da sociedade atual, considerada "sociedade midiatizada", a qual requer também um novo perfil de cidadão, que possa interagir, transformar, protagonizar e atuar diante dos recursos tecnológicos de forma consciente e ativa. Já não basta o simples consumo ou manuseio mecânico dos produtos disponíveis no mercado: esta sociedade necessita de indivíduos que sejam capazes de se deparar com a diversidade de situações do cotidiano e possam agir sobre elas, solucioná-las, transformá-las.

Embora os alunos presentes hoje nas salas de aulas são os que Prensky (2001) denomina "nativos digitais", ou seja, uma geração que se movimenta com desenvoltura nos meios virtuais, sendo consumidores natos dos recursos tecnológicos nas suas mais diferentes formas - jogos, vídeos, *softwares* -, mas são poucos os que vão além disso, isto é, que têm capacidade de criar e produzir. Resnick et al. (2009) corrobora essa ideia ao destacar que essa fluência precisa transcender o uso das mídias para conversas, navegações e interação social, pois é necessário que o aluno seja capaz de criar, projetar e inventar de forma mais ativa e em colaboração com o outro, produzindo, dessa forma, seu próprio conteúdo. Papert e Resnick (1995, p. 54) já comentavam que,

> Para ser fluente em uma língua, você precisa saber articular uma ideia complexa ou contar uma estória, em outras palavras, você precisa saber 'fazer coisas' com essa língua. Fazendo a analogia, ser digitalmente fluente envolve não apenas saber como usar ferramentas tecnológicas, mas também saber como construir coisas significativas com essas ferramentas.

Sendo assim, a criação de jogos digitais possibilita que o aluno ressignifique sua aprendizagem e as ferramentas digitais em si. Nesta perspectiva, é importante que as instituições escolares criem espaços em que os estudantes possam se tornar proativos, dinâmicos e autores de ferramentas tecnológicas. Colaborar para a formação de um cidadão que atenda às novas demandas sociais é desafio de docentes, que precisam redimensionar um fazer pedagógico com a utilização de recursos que superam o uso de métodos e espaços formais. Os jogos digitais no ensino da Matemática podem se constituir possibilidades de propor estratégias que estejam relacionadas com a realidade do estudante, tendo assim mais chances de obter um aprendizado mais significativo.

Sobreira, Takinami e Santos (2013, p. 132) afirmam que o trabalho feito por meio da linguagem de programação, indiferente da plataforma base utilizada, contribui, de forma significativa, para o desenvolvimento de competências e habilidades, indispensáveis à construção do perfil do cidadão desejado, para atuar no século XXI. Nesse contexto, os autores

enfatizam a importância das escolhas, decisões, reformulações, colaboração, interação e, principalmente, as relações estabelecidas entre conhecimentos escolares e vivências cotidianas. Mattar (2010) acrescenta que os games permitem que os alunos se relacionem com o erro e as perdas numa perspectiva diferente de quando são usadas com outros métodos. Nos games, segundo o autor, os jogadores fracassam e recomeçam, encarando o fato como um aprendizado na próxima oportunidade, permitindo-se novas tentativas com afinco.

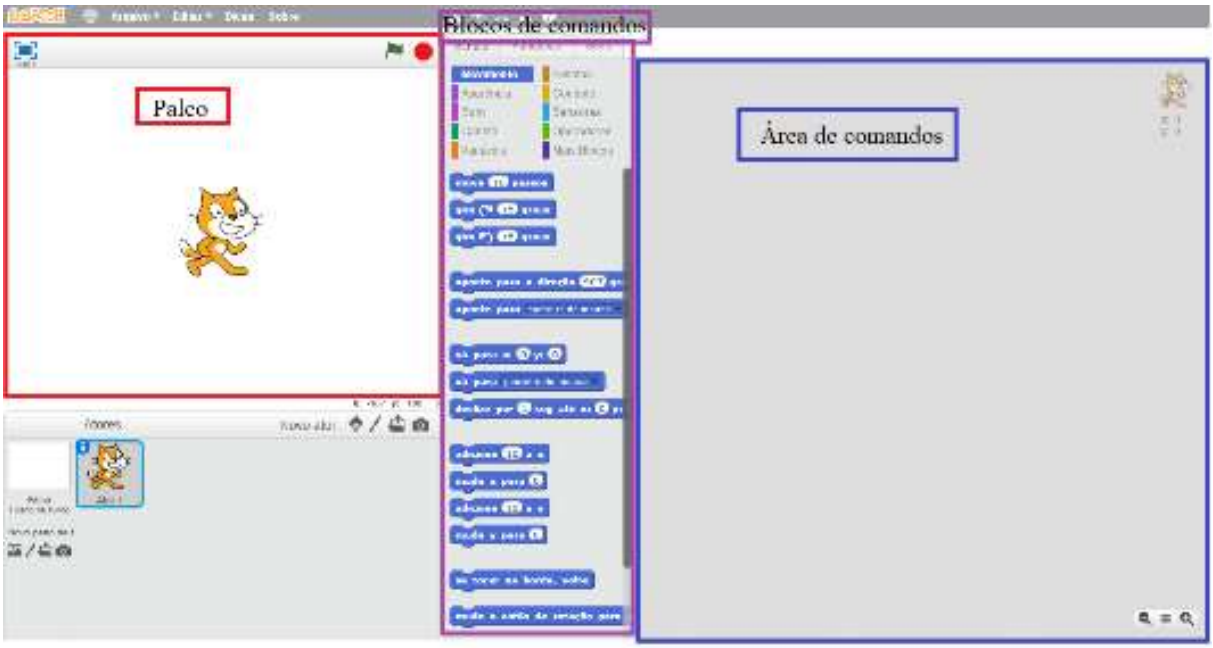
Consideradas as potencialidades dos jogos digitais, uma nova alternativa é a criação do próprio jogo sem a exigência de ser um especialista em programação. Cabe evidenciar a existência de programas tecnológicos de fácil entendimento e que não exigem do usuário um conhecimento avançado de programação para desenvolver jogos interessantes. Dessa forma, os jogos digitais, associados aos conteúdos escolares e à vida social, tornam-se acessíveis aos docentes que desejam inseri-los nas suas práticas pedagógicas. Sobreira, Takinami e Santos (2013) destacam que o desafio da linguagem de programação explorada na construção de jogo digital vai além da elaboração de um produto, pois promove a oportunidade de execução de um ciclo contínuo, autoajustável e dinâmico de construção, reflexão e apropriação do conhecimento socialmente construído.

Dentre as inúmeras possibilidades de programas que permitem o trabalho com a construção de jogos digitais, neste trabalho, optou-se pelo uso de *Scratch* em uma intervenção pedagógica com alunos da Educação Básica. *O Scratch*[2] é um *software* livre, com versão disponível também em Português, embora a Língua Inglesa não represente um empecilho na sua utilização com os alunos. Desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (do Inglês, *Massachusetts Institute of Technology, MIT),* sua base de construção teve inspiração nos princípios da linguagem de programação LOGO, criada por Symour Papert, com foco no público, para possibilitar os primeiros passos de programação. Intuitivo e de fácil manuseio, o *Scratch* pode ser usado até mesmo por crianças de uma baixa faixa etária. Ele possibilita, de forma lúdica e criativa, a construção de histórias interativas, animações, jogos, músicas, com uma disponibilidade de cenários e personagens próprios, além de permitir a importação desses mesmos itens da internet ou arquivos pessoais, bem como a criação individual.

[2] Disponível em: http://scratch.mit.edu/download

A interface é composta de três áreas principais conforme visualizado na Figura 3: o palco, no qual são visualizadas as criações; os blocos de comando, responsáveis pela programação dos objetos e a área de comandos. Os blocos de cada objeto são encaixados e editados.

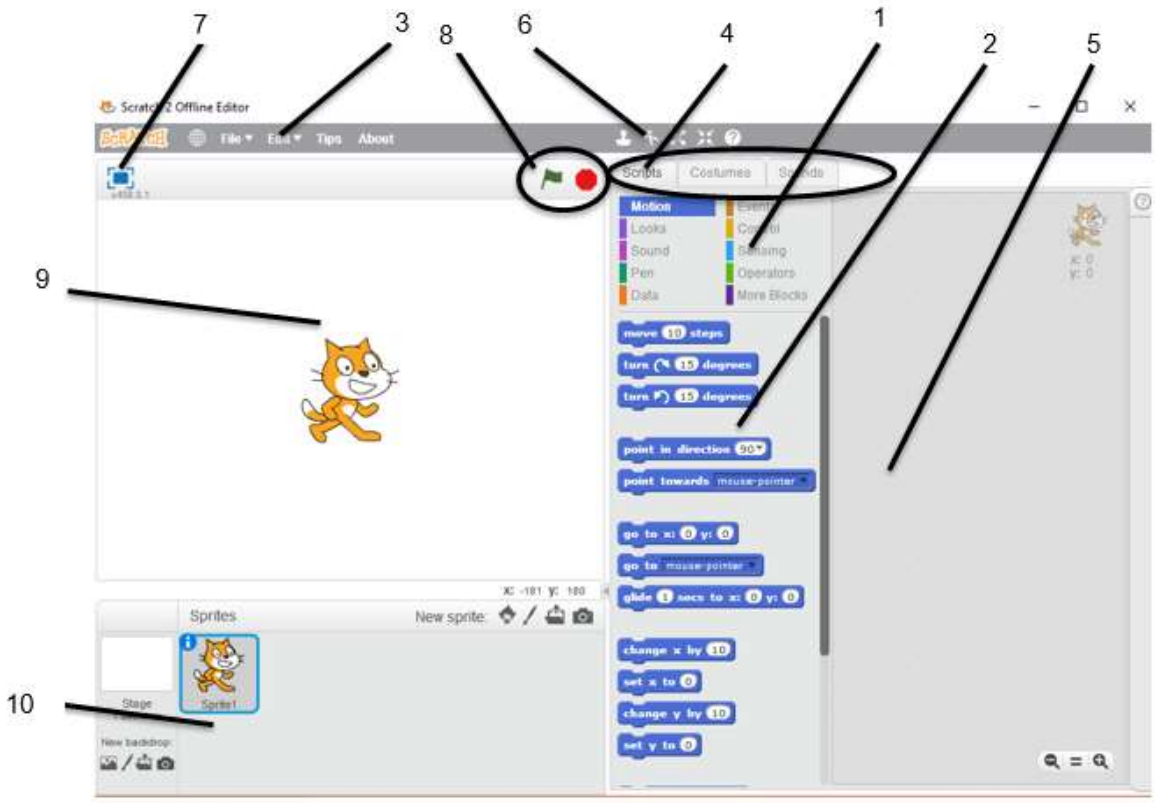
Figura 3 - Três áreas do *Scratch*



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Seus comandos são intuitivos; e sua interface, de fácil manuseio conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4 - Interface do *Scratch*



Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Na Figura 4, as numerações representam:

1) Categoria de comandos: Movimentos, Aparência, Som, Controle, Caneta, Sensores, Operadores, Variáveis.
2) Bloco de comandos: opções de comandos de acordo com a categoria escolhida.
3) Botões de atalho: salva e compartilha o projeto.
4) Abas para opções de comandos, trajes e sons.
5) Área de edição conforme seleção feita na aba do item 4.
6) Botões para editar o objeto no palco: duplicar, apagar, crescer e encolher.
7) Botão para alterar o tamanho de visualização do palco.
8) Botões para iniciar (bandeira verde) e parar o script (circuito vermelho).
9) Palco: onde de visualiza a Sprite.
10) Área que disponibiliza a seleção/criação dos Sprites e do palco.

O gato visualizado na numeração 9 da Figura 4, denominado Sprite (ator), é o personagem principal do programa, que pode ser substituído ou dividir a cena com outros escolhidos pelo jogador programador. Os atores se movimentam e agem segundo a programação feita por meio dos comandos de blocos arrastados e encaixados entre si na área

de comando como se fossem peças de lego. Nesse espaço, é possível a visualização dos comandos - Figura 5 -, facilitando o feedback para conferência e ajustes necessários caso o resultado não for o desejado.

Figura 5 - Exemplo de programação feita no *Scratch*

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

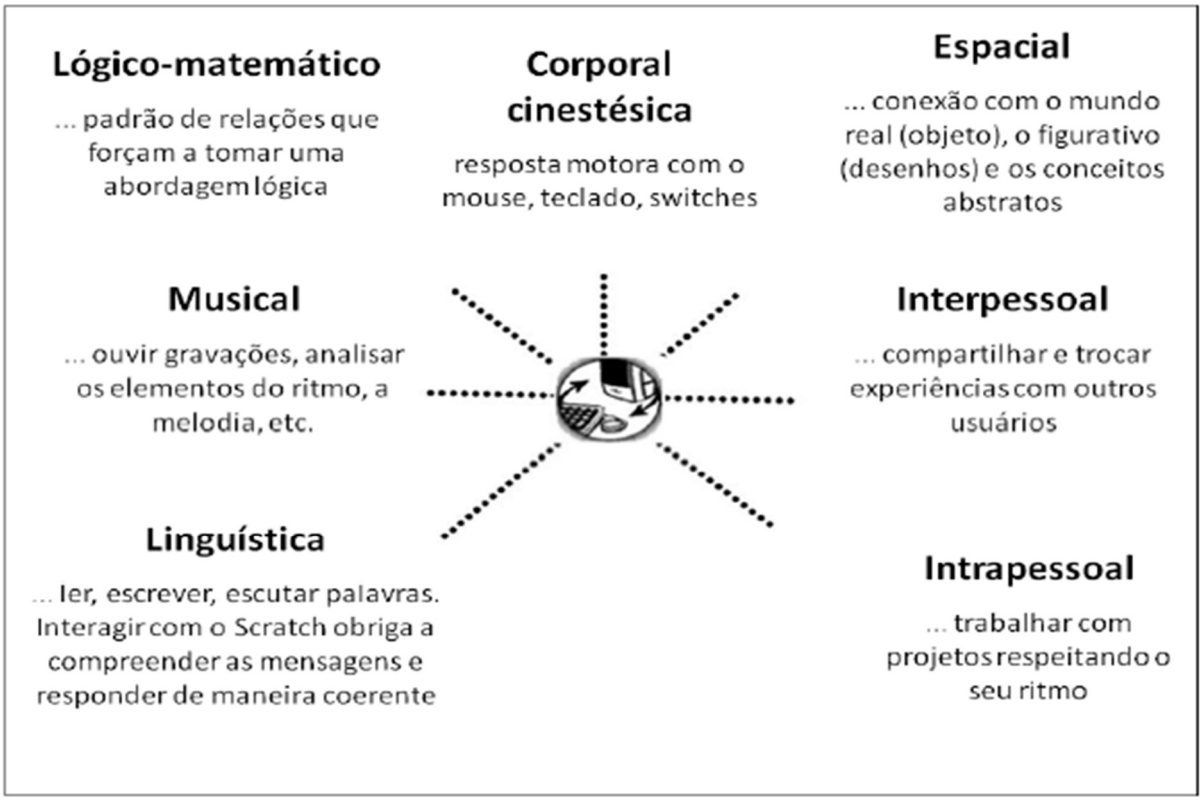
É pertinente destacar que os blocos de comandos, que são organizados em oito categorias (Movimento, Aparência, Som, Caneta, Controle, Sensores, Operadores, Variáveis), possuem cores diferenciadas que reforçam seu caráter intuitivo e de fácil manuseio. É possível movimentar os objetos e personagens no palco em passos, podendo se deslocar 480 na horizontal e 360 na vertical, na lógica do plano cartesiano. Outro aspecto interessante é que o *Scratch* permite a divulgação e a socialização de projetos criados em sua plataforma, resultando em um trabalho cooperativo e troca entre usuários de diferentes locais. O aspecto visual, a possibilidade de interação e o conceito multimídia desse *software* são apontados por Resnick (2007) como estímulos ao ciclo do imaginar, criar, praticar, compartilhar, refletir, facilitando a construção da aprendizagem de forma contínua (FIGURA 6):

Figura 6 - Ciclo de aprendizagem fomentado pelo *Scratch*

Fonte: Resnick (2007, p. 18).

As construções por meio do *Scratch* não são limitadas a uma área do conhecimento e, embora o enfoque deste trabalho seja a Matemática, a criatividade e o planejamento docente possibilitam que esse *software* seja explorado para diferentes finalidades, representando uma potente ferramenta para proporcionar um ensino mais dinâmico e versátil. Sobreira, Takinami e Santos (2013) afirmam que o uso do programa permite o desenvolvimento de diferentes inteligências conforme destacado na Figura 7.

Figura 7 - Inteligências desenvolvidas pelo *Scratch*



Fonte: Sobreira, Takinami e Santos (2013, p. 129).

Conforme a Figura 7, da diversidade de inteligências desenvolvidas por meio do uso do Scrath, destaca-se a lógico-matemática, que se alinha à proposta deste estudo. Embora o foco esteja nos conhecimentos específicos, como os quadriláteros e ângulos, o desenvolvimento do raciocínio lógico permeia todos eles, sendo uma das habilidades importantes nos diferentes setores da sociedade. Assim, o uso do *Scratch* em sala de aula favorece a contextualização dos conteúdos programáticos e outras demandas do mundo digital. Ainda em relação às suas potencialidades, Mattar (2010, p. 117) afirma que ele "[...] foi projetado com aprendizado e educação em mente. Conforme criam projetos no *Scratch*, as crianças (ou adultos) aprendem matemática, computação, programação, design, fluência em tecnologia digital e outras habilidades que serão essenciais para o sucesso no século XXI".

Posto isso, acredita-se que muitas são as possibilidades de uso dos jogos digitais no ensino da Matemática, sendo o *Scratch* uma das alternativas. Assim, espera-se que integrar a construção de jogos digitais com o citado *software* no contexto das UEPS contribua para a Aprendizagem Matemática Significativa, proposta deste estudo.

4 PERCURSOS METODOLÓGICOS

Neste Capítulo, apresenta-se a metodologia da pesquisa que norteou os encaminhamentos investigativos em função do problema e objetivos *a priori* definidos, atentando aos preceitos éticos e à qualidade científica dos dados obtidos e analisados. Tecem-se também considerações acerca do projeto piloto desenvolvido, bem como as metodologias da prática pedagógica, com a versão final das UEPS desenvolvidas, foco deste estudo.

4.1 Metodologia da pesquisa

O principal objetivo desta pesquisa, conforme se argumenta na introdução, foi investigar como o desenvolvimento de uma UEPS, aliado à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de quadriláteros e ângulos. Desse modo, a questão que norteou este estudo foi: Como o desenvolvimento de uma UEPS, aliado à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de conhecimentos matemáticos?

Diante disso, entendeu-se que uma alternativa seria desenvolver uma pesquisa de cunho qualitativo, pois a preocupação não era uma representatividade numérica, mas a compreensão do problema investigado, buscando explicações e evidências relevantes. Considerando que foram propostas aos alunos participantes da pesquisa atividades mediadas pela docente, que também é a pesquisadora, e que ambos – investigadora e pesquisados - poderiam interferir na dedução de dados e produção de conhecimento, o desenrolar dos fatos poderia ser imprevisível, fato amparado pela perspectiva qualitativa da pesquisa. Nesse viés, esta, segundo Minayo (2001), trabalha com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais aprofundado das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Assim, neste estudo, buscou-se observar as características de uma pesquisa qualitativa citadas por Silveira e Córdova (2009): objetivação do fenômeno; hierarquia das ações de descrever, compreender e explicar; relações entre dados globais e locais do fenômeno investigativo; respeito à interatividade entre os objetivos da pesquisa, orientações teóricas e aos dados empíricos coletados. Nessa perspectiva, foi desenvolvida uma investigação a partir da exploração de duas UEPS; uma, com turma de 7º; outra, de 8º ano, ambas do Ensino Fundamental, na E.M.E.F. Otto Gustavo Daniel Brands, no Município de Venâncio Aires, RS. Para atentar aos preceitos éticos, a escola e os responsáveis pelos alunos – estes menores de idade - assinaram o consentimento para a pesquisa (APÊNDICES A e B). A escolha do grupo ocorreu pelo fato de a pesquisadora também ser docente titular da disciplina de Matemática nas referidas turmas da instituição de ensino na qual a investigação aconteceu. Os conteúdos de quadriláteros e ângulos, na ocasião da realização da intervenção pedagógica foco desta pesquisa, faziam parte da grade curricular das turmas 7º e 8º ano respectivamente. Com a implementação efetiva da BNCC em 2020 esses conteúdos foram remanejados para anos anteriores.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Otto Gustavo Daniel Brands foi fundada em 12 de abril de 2000, pela Lei Municipal nº 2.693. A instituição, cujo nome é uma homenagem ao pai do doador da terra, Sr. Werner Brands, para a construção do referido prédio, está localizada no Bairro Brands, periferia do Município. A escola atende, em média, trezentos alunos, além de lá trabalharem professores, funcionárias de limpeza e merenda escolar, secretária, supervisão e orientação pedagógica, diretora e vice-diretora. A instalação física contempla sala de direção, supervisão, orientação, secretaria, cozinha, refeitório, banheiros, biblioteca, sala de informática, uma pracinha, pátio para recreação e uma área coberta. A escola também dispõe de internet e, embora o sinal não seja da qualidade necessária e desejada, é um instrumento que possibilita algumas ações pedagógicas. O laboratório de informática é precário, e muitos equipamentos não funcionam. O educandário, localizado em uma área de grande vulnerabilidade social, é uma referência às famílias, haja vista lhes oferecer a formação integral, incluindo a alfabetização digital, sendo que muitas delas têm acesso restrito a esse recurso.

Nesse contexto, a pesquisa foi desenvolvida a partir de uma construção de Unidades Potencialmente Significativas, aliadas a jogos digitais. Sendo assim, pretendeu-se contribuir para o fazer pedagógico da docente com indícios de alternativas viáveis, não como modelos, até porque não se acredita na sua existência ou que sejam eficazes, mas como propulsores de

novas práticas para outros professores e/ou investigadores que pretendem desenvolver futuros estudos que favoreçam o cenário educacional.

Os dados foram coletados por meio da construção de um mapa mental proposto aos alunos sobre as concepções que estes tinham de jogos digitais. Entende-se por mapa mental, *Mind Map´s* em inglês, a ferramenta de pensamento que permite refletir exteriormente o que se passa na mente (BUZAN; BUZAN, 1996). Para construí-lo, os estudantes foram orientados a seguirem os passos sugeridos por Buzan (2005): iniciar no centro, pois assim é possível expandir os registros de forma mais livre em todas as direções; usar a ideia central para auxiliar na concentração e inibir a dispersão; utilizar cores que, além da diversão, favoreçam a visualização; ligar a ideia central às secundárias e terciárias, estabelecendo uma estrutura básica aos pensamentos; além de imagens, usar palavras-chaves que gerem associações e conexões com potencial para desencadear novas ideias e pensamentos. Dentre as ferramentas digitais disponíveis e que facilitam a construção de mapas mentais, sem nenhum motivo específico, optou-se pelo *software* colaborativo de mapas mentais do Lucidchart[3].

O mapa conceitual também foi utilizado como coleta de dados, buscando evidências da Aprendizagem Significativa dos conhecimentos explorados por meio das UEPS. Entendem-se os mapas conceituais como diagramas que indicam relações entre conceitos ou palavras usadas para representá-los. Diferentemente dos mentais, que são livres e associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos (MOREIRA, 2012). Além disso, foi efetivada a observação participante, uma das modalidades em que o observador deixa de ser passivo e passa a interagir no ambiente do estudo, o que acontece pelo fato de a professora condutora da prática ser também a pesquisadora em questão.

Gerhardt et al. (2009) afirma que, na observação participante, o pesquisador é testemunha por estar na condição de observador e coautor, considerando a interação. Assim, a observação, segundo a autora, permite descrever o que é visto, mas também faz emergir questões que são exploradas nas coletas de dados. A participação tem como objetivo a imersão na vida da comunidade, pois "[...] estar no ambiente é uma condição necessária para acessar a fontes de informações importantes e diversas, em campos aparentemente distantes do problema estudado, mas que permitem compreender o fenômeno em toda a sua extensão" (ibid, 2009. p.

[3] Disponível em: https://www.lucidchart.com/pages/pt/mapa-mental-online

101). Desse modo, os registros das observações foram escritos em um diário de bordo da pesquisadora, que constituíram dados de análise da pesquisa.

Outro dado de análise no trabalho com o *Scratch* foi coletado com o apoio do *software iSpring Cam Pro 9*, que realizou a captura da tela, permitiu um feedback de comandos utilizados na programação do jogo, bem como a gravação de voz dos alunos durante a construção dos jogos. Além disso, no próprio *Scratch*, ficou registrado todo o percurso da construção, um dado valioso para a pesquisa, pois possibilitou que se averiguasse a compreensão dos alunos não apenas do *software*, mas dos conhecimentos matemáticos implícitos no processo. Cabe salientar que não foi objetivo da pesquisa atribuir relevância ao produto final do jogo, mas sim ao seu processo de construção.

Uma última coleta de dados foi realizada por meio de um questionário, com três questões abertas (APÊNDICE C), proposto aos alunos com o intuito de obter suas percepções quanto à UEPS desenvolvida, bem como as implicações da construção do jogo na aprendizagem. Gerhardt et al. (2009) apontam como vantagens do uso do referido instrumento como coleta de dados o fato de ele possibilitar respostas mais rápidas e precisas; mais liberdade, e segurança, expondo a pesquisa a menos riscos de distorções, haja vista não sofrer influência do pesquisador. Além disso, os autores pontuam a uniformidade na avaliação em virtude da natureza impessoal de tal ferramenta. Assim, ao coletar as múltiplas fontes de evidências, a investigação se alinhou às orientações metodológicas de uma pesquisa qualitativa. Dessa forma, os dados, ao longo do estudo, foram organizados de forma a facilitar a análise, ou seja, sistematizados de maneira a otimizar e favorecer o trabalho da pesquisadora.

A análise descritiva dos dados ocorreu de acordo com as ideias de Lüdke e André (2018), isto é, não se restringiu ao que estava explícito no material, mas, ao efetivá-la, procurou-se desvelar mensagens implícitas, dimensões contraditórias e temas sistematicamente "silenciados". Em síntese, decidiu-se aprofundá-la. Dessa forma, eles foram analisados à luz do referencial teórico estudado e com vistas ao objetivo sobre o qual debruçou-se este trabalho.

Iniciou-se com a análise da UEPS desenvolvida no 7º ano, agrupando-se as produções dos alunos conforme os passos da UEPS: investigação dos conhecimentos prévios; problemas introdutórios; situações envolvendo os conhecimentos mais gerais e inclusivos considerando a diferenciação progressiva; atividades com nível maior de complexidade; atividades que deram seguimento à diferenciação progressiva e buscaram a reconciliação integradora; avaliação da

aprendizagem e, por fim, a avaliação da UEPS; Separado os materiais dos alunos, foram transcritos os áudios identificando-se em quais momentos eles foram gravados, ou seja, a quais grupos de atividades eles pertenciam. Os registros do diário de bordo também foram alocados juntos aos grupos de atividades e áudios transcritos. Todos o material foi então analisado buscando indícios que pudessem ser relevantes ao objetivo da pesquisa. A análise foi feita à luz do referencial teórico que constituiu este estudo. De forma similar foi realizada a análise da UEPS desenvolvida com o 8º ano, sendo que, ao fim desta, buscou-se analisar possíveis convergências nos resultados de ambas as UEPS.

Em relação ao projeto piloto, ele foi desenvolvido em 2018 a partir de UEPS propostas aos alunos do 7º e 8º anos. Na ocasião, os dados coletados nortearam readequações na construção das UEPS, ressignificando, inclusive, os resultados da pesquisa.

4.2 Considerações sobre o projeto piloto

Considerada a importância do projeto piloto para as readequações necessárias à coleta e ao conteúdo dos dados, inclusive aos procedimentos que deveriam ser seguidos, desenvolveu-se um estudo piloto com cada uma das turmas que constituíram o foco desta pesquisa. O citado estudo aconteceu no segundo semestre de 2018, com o desenvolvimento das duas UEPS com os alunos, experiência a partir da qual se percebeu a necessidade de reestruturação das Unidades de Ensino e dos instrumentos de coleta de dados. Cumpre informar que não se analisou este estudo inicial, mas foram tecidas considerações que nortearam novos encaminhados à pesquisa.

A UEPS desenvolvida com os alunos do 7º ano (APÊNDICE D) foi a que mais sofreu modificações, pois a primeira proposta teve como enfoque as figuras geométricas planas de um modo geral. Dito de outra forma, ela foi organizada tentando contemplar o estudo amplo dos conceitos que envolviam as figuras, como: quadrados, retângulos, paralelogramos, losangos, trapézios, triângulos, círculos e outros. Entretanto, houve um contratempo, ou seja, não foi possível, dentro do tempo estipulado, realizar um estudo com profundidade desses conteúdos e, como consequência, caiu numa superficialidade. O momento de construção dos jogos no *Scratch* foi o reflexo dessa abordagem, pois os estudantes, embora muito empolgados e motivados com a ferramenta que lhes proporcionava a possibilidade de serem os autores dos jogos, tiveram dificuldade de mobilizar conceitos estudados em suas produções.

Além disso, as estratégias e recursos elencados para a instigação dos conhecimentos prévios eram apenas orais e coletivos, não permitindo a identificação dos subsunçores que poderiam ancorar os novos conhecimentos em estudo. Sendo assim, acredita-se que o fator oralidade foi desfavorável, pois o grupo era grande, e os conhecimentos prévios, peculiares e vinculados às vivências de cada um. Assim, os alunos que tinham menos facilidade para se expressarem oralmente; em alguns momentos, eram influenciados pelas respostas de colegas, não garantindo que o conhecimento expressado era seu.

Embora tenha ocorrido essa falha na utilização de conceitos específicos na construção dos jogos, percebeu-se que esse momento oportunizou o desenvolvimento do raciocínio lógico, importante não apenas na Matemática. Ao realizem a programação com as ferramentas do *Scratch*, os alunos testavam hipóteses que eram validadas ou não, adequando-as quando necessário para atenderem ao que tinham planejado.

Ante as percepções registradas, a UEPS do 7º ano foi reestruturada, ou seja, focada apenas no estudo dos quadriláteros, detendo-se a um detalhamento mais profundo de suas propriedades e caraterísticas. A investigação dos conhecimentos prévios, conforme se observa no detalhamento da proposta, foi organizada com questões individuais e bem pontuais, o que facilitou a investigação. Em relação à UEPS do 8º ano, poucos ajustes foram realizados, pois seu desenvolvimento, em grande parte, atendeu às expectativas. A coleta de dados para investigação dos conhecimentos prévios sofreu reformulações na mesma intencionalidade das comentadas no 7º ano. O texto que contextualizou o conteúdo em estudo foi introduzido apenas na versão final da proposta.

Quanto ao momento de construção dos jogos no *Scrach*, a reação inicial foi de insegurança e sentimento de incapacidade, mas, na continuidade, cedeu espaço ao encorajamento e empoderamento. Durante os primeiros jogos construídos, com uma base de labirinto já pronta, observou-se que houve potencialidade da proposta para a integração reconciliadora, princípio da Aprendizagem Significativa.

Embora essa retomada de conceitos estudados e perceptível nos excertos não possa ser considerada a própria reconciliação integradora, ela favoreceu sua existência. Na mobilização de vivências desenvolvidas, ao longo da UEPS, na construção dos jogos digitais, observou-se indícios de uma reorganização da estrutura cognitiva com o objetivo de obter novas estruturas de significado. Outro momento em que os alunos ressignificaram conceitos em um novo

contexto e com objetivos diferentes foi quando utilizaram as notações de 90º, 180º, 270º e 360º em suas construções.

A construção dos jogos com o *Scratch* com ambas as turmas foi relevante ao estudo. Os alunos se depararam com situações-problema inusitadas sem disporem de um manual de instruções para seguir, o que demandou organização, planejamento e execução de ações estratégicas. A capacidade de superar obstáculos e resolver problemas, incentivada pela proposta, é também uma necessidade da sociedade atual e que foi fomentada durante a construção dos jogos. Acredita-se que se permitiu aos pesquisados porem à prova os resultados que encontraram, haja vista os comandos dados carecerem de funcionalidade no jogo. Ao testarem os efeitos da programação e compararem os diferentes caminhos na busca de uma solução, precisaram estabelecer relações relevantes para o contexto, fato que expressou a essência de um processo de Aprendizagem Significativa. Esta, afirma Ausubel (1976), é mais do que acumular ou unir novas informações na estrutura cognitiva; trata-se de atribuir significado ao ponto de progressivamente transformar e ampliar os subsunçores já existentes.

Como Chizzotti (1995), acredita-se que esse movimento de reformulação de opções por novas conduções investigativas aqui relatadas esteja atrelado aos pressupostos de uma pesquisa. Esta, segundo o autor, não deve ser concebida de forma linear, estanque e mecânica, mas sim atenta às observações, análises e relações, considerando reorientações. Em conformidade com a ideia do referido pesquisador, o projeto piloto desenvolvido sustentou a necessidade de adequações e, dessa forma, apresenta-se a versão restruturada dos estudos a que se propôs esta pesquisa.

4. 3 Metodologia da prática pedagógica

Por considerar as UEPS sequências didáticas fundamentadas em pressupostos da Aprendizagem Significativa e com potencial para promover uma aprendizagem matemática que permita ao aluno atribuir relevância ao aprendizado, optou-se por sua construção neste estudo. Tendo em vista a importância que a organização das UEPS teve na investigação, relata-se, nas subseções seguintes, as que foram desenvolvidas com os alunos do 7º ano no estudo de quadriláteros e com os do 8º ano, na exploração de ângulos.

Em cada subseção, detalha-se como foi construído cada um dos passos sugeridos por Moreira (2011b) na elaboração das UEPS. Dessa forma, inicia-se pela definição do tópico

específico a ser abordado; prosseguindo-se pela investigação do conhecimento prévio; situações-problema em nível bem introdutório; conhecimento a ser ensinado/aprendido, começando com aspectos mais gerais, dando uma visão inicial do que é mais importante na unidade de ensino, para, logo em seguida, exemplificar e abordar aspectos específicos. Ato contínuo, acontece a retomada de aspectos mais gerais, estruturantes do conteúdo em nova apresentação; o seguimento ao processo de diferenciação progressiva, retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, mas com uma perspectiva integradora, ou seja, a busca da reconciliação integrativa; a avaliação da aprendizagem por meio das UEPS.

4.3.1 UEPS desenvolvida com os alunos do 7º ano

A turma do 7º ano, em 2019, era composta de vinte e dois alunos; treze do sexo feminino; nove do masculino. Destes, três eram repetentes e uma, inclusiva que necessitava de um monitor para acompanhá-la. A turma demonstrava dificuldade na aprendizagem de matemática e, por vezes, estar pouco interessada pela disciplina. Nesse contexto, a UEPS desenvolvida com esse grupo, num total de dezenove horas aula, de quarenta e sete minutos cada, ficou assim organizada:

Passo 1: Com base na grade curricular definida para a referida turma, optou-se por explorar na UEPS conhecimentos referentes aos quadriláteros. O objetivo foi construir conhecimentos referentes às características e definições de figuras geométricas planas.

Passo 2 – duas horas aula: Considera-se como conhecimentos prévios importantes para a aprendizagem de figuras geométricas planas os conceitos dos elementos primitivos da geometria euclidiana (ponto, reta e plano); o uso da régua; a diferenciação entre figuras geométricas planas e espaciais; o conceito de paralelismo e perpendicularismo entre retas e semirretas; a simetria, a ideia intuitiva de ângulo, como a abertura entre duas retas. Sendo assim, propuseram-se algumas atividades por meio das quais se procurou identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos supracitados. Cumpre frisar que elas foram entregues impressas, solicitando-se aos alunos que as realizassem com base em conhecimentos e experiências que já tinham e sem pedir ajuda ao professor, pois o objetivo era investigativo, e os resultados pautariam o trabalho pedagógico que aconteceria.

1) Assinale o elemento primitivo da geometria euclidiana, ponto, reta e plano, que mais se aproxima com a descrição de cada situação:

Quadro 3 - Investigando conceitos geométricos

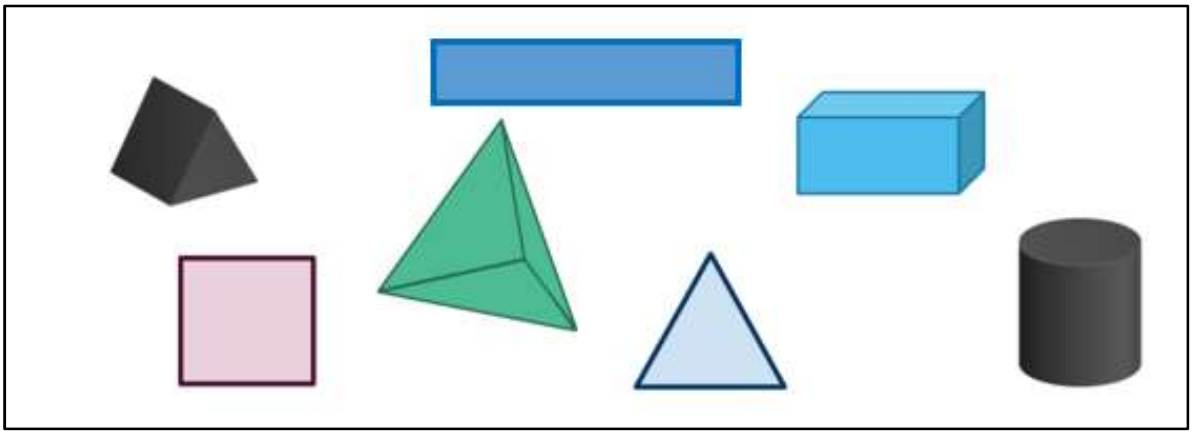
Descrição	**Ponto**	**Reta**	**Plano**
A marca da ponta do grafite no papel			
A superfície de uma mesa			
Um fio bem esticado			
Um piso de uma quadra de basquete			
O encontro do chão com a parede			
A cabeça de um alfinete			

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

2) Agora é sua vez: descreva três objetos de seu entorno que lhe dá a ideia de ponto, reta e plano.

3) Observe as figuras e classifique-as em planas ou não planas.

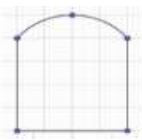
Figura 8 - Figuras geométricas

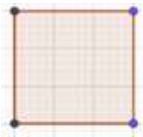
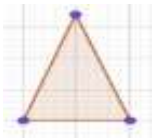
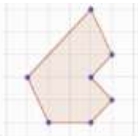


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

4) Complete os dados do quadro de acordo com cada figura:

Quadro 4 - Simetria

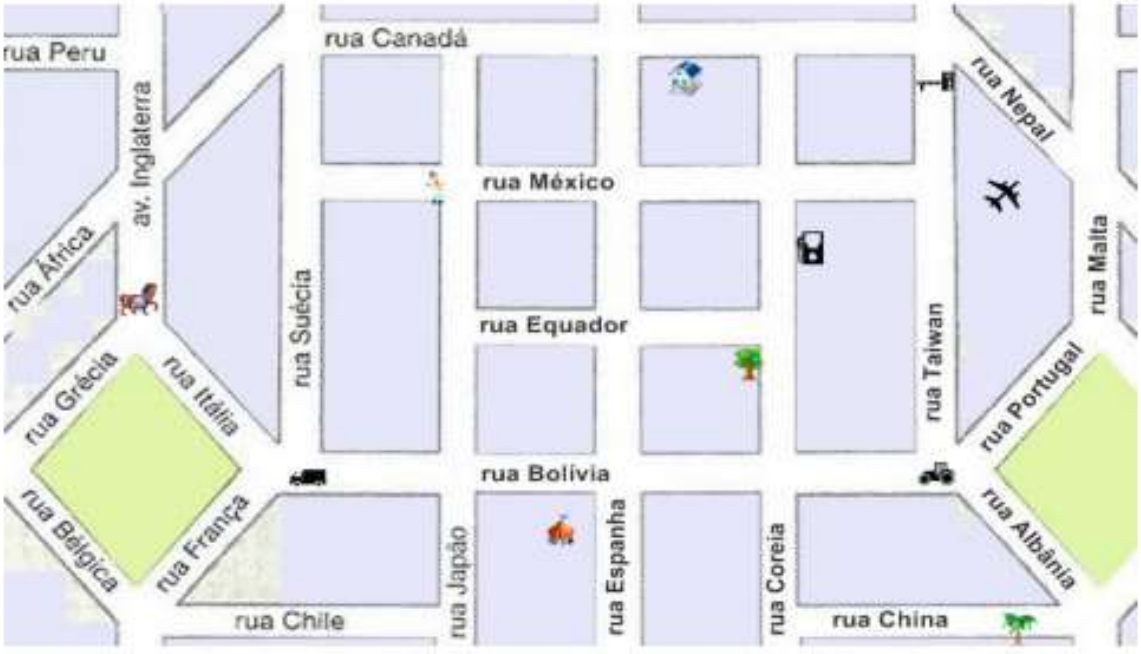
Figura	**Admite eixo de simetria?**	**Em caso afirmativo, quanto?**
		

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5) Observe a figura abaixo que representa o trecho do mapa de um bairro fictício (Adaptado de Silva (2014)):

Figura 9 - Bairro fictício

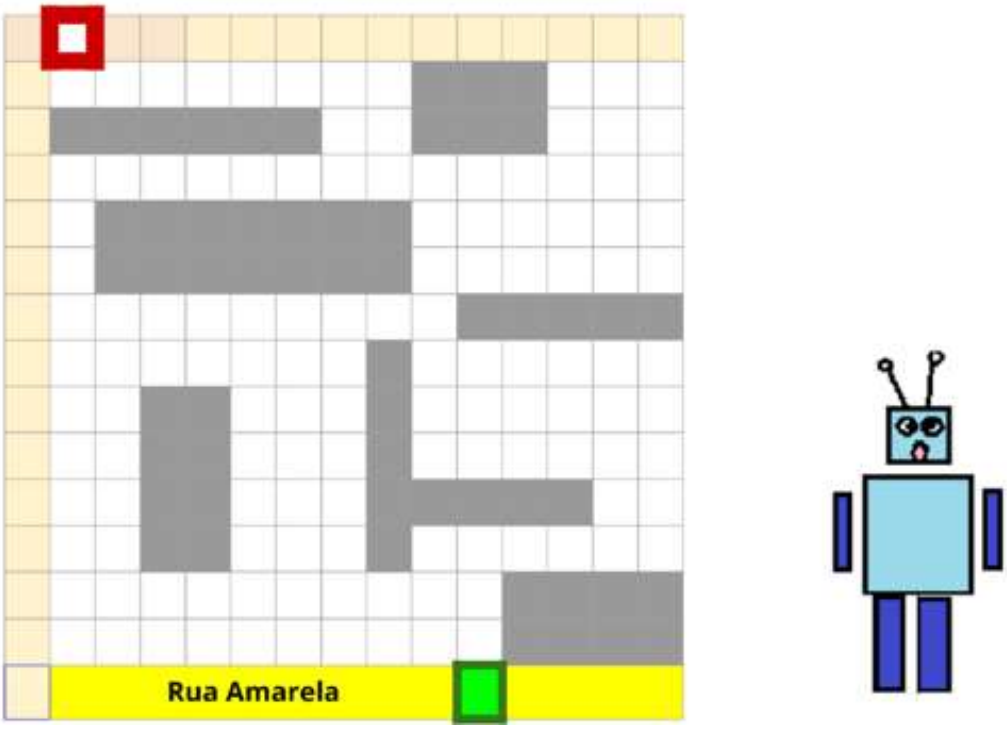


Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Souza e Pataro (2009).

- Localize no mapa a Rua Canadá e a Rua México. Imagine você caminhando pela Canadá e seu amigo pela México. Trace o trajeto de cada uma. Em algum momento se encontrariam?
- Quando duas retas não se encontram, elas recebem um nome. Qual?
- Das ruas apresentadas no mapa, quais são paralelas à rua Equador?
- Trace uma reta na Rua Suécia e outra na Rua Canadá. Qual a posição das retas? Como poderíamos chamar esta abertura, matematicamente?
- Das ruas apresentadas no mapa, quais são perpendiculares à Rua Japão?
- Das ruas apresentadas no mapa, quais são perpendiculares à Rua Japão?
- Trace uma reta na Rua Suécia e outra na Rua África. A partir do cruzamento, como chamaríamos esta abertura entre as retas?
- Cada quadra do mapa lembra uma figura geométrica. Qual é o nome dessas formas?
- Agrupe as figuras semelhantes, identificando no mapa cada grupo por uma letra diferente. Quantos grupos você formou?
- Em quais dos grupos as figuras possuem somente lados paralelos?
- Aponte uma característica do quadrado que o retângulo também tem.
- Aponte uma característica do quadrado que o retângulo não tem.

6) (Adaptado de Soares (2018)) A casa do Robô: O Robô vive na casa verde da Rua Amarela. Ele pode andar quantos quadradinhos quiser, só tem um problema: as direções que conhece estão todas relacionadas com a Rua Amarela. Se você pedir para o Robô andar 10 quadradinhos, ele vai querer saber se deve andar perpendicular ou paralelamente à Rua Amarela, se deve ir para a direita ou esquerda, para cima ou para baixo. Então um comando que ele conhece é por exemplo: (5, perpendicular, baixo). Ele vai andar 5 quadradinhos em uma linha perpendicular à Rua Amarela, para baixo. Ele está com pressa hoje. Você consegue encontrar o caminho que "gasta" o menor número de quadradinhos possível? Escreva sua solução, apontando todos os deslocamentos. O quadro com a borda vermelha é o ponto de partida,; o objetivo é chegar até a casa verde. Vamos ver se você encontra o melhor caminho para o Robô.

Figura 10 - A casa do Robô



Fonte: Adaptado de Soares (2018, p. 11-12)

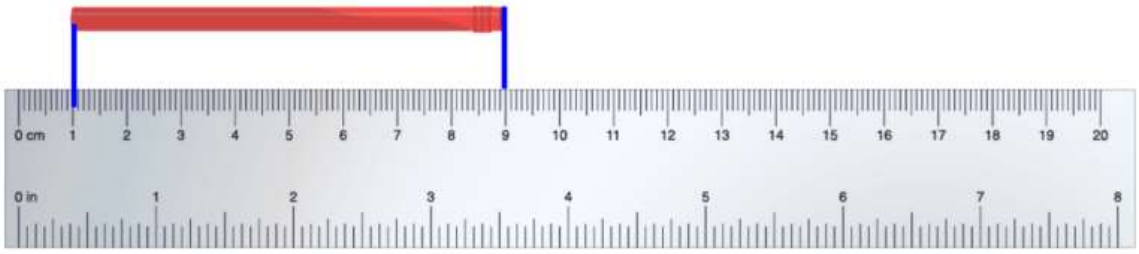
7) Desenhe, usando a régua, uma reta paralela e uma reta perpendicular à reta r e responda: o que você pode fazer para verificar se as retas desenhadas são realmente perpendiculares e paralelas à reta dada? (Não vale verificar só olhando!).

Figura 11 - Reta “r”

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

8) Quantos centímetros mede o canudo da imagem?

Figura 12 - Medindo um canudo



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Fontinele (2018).

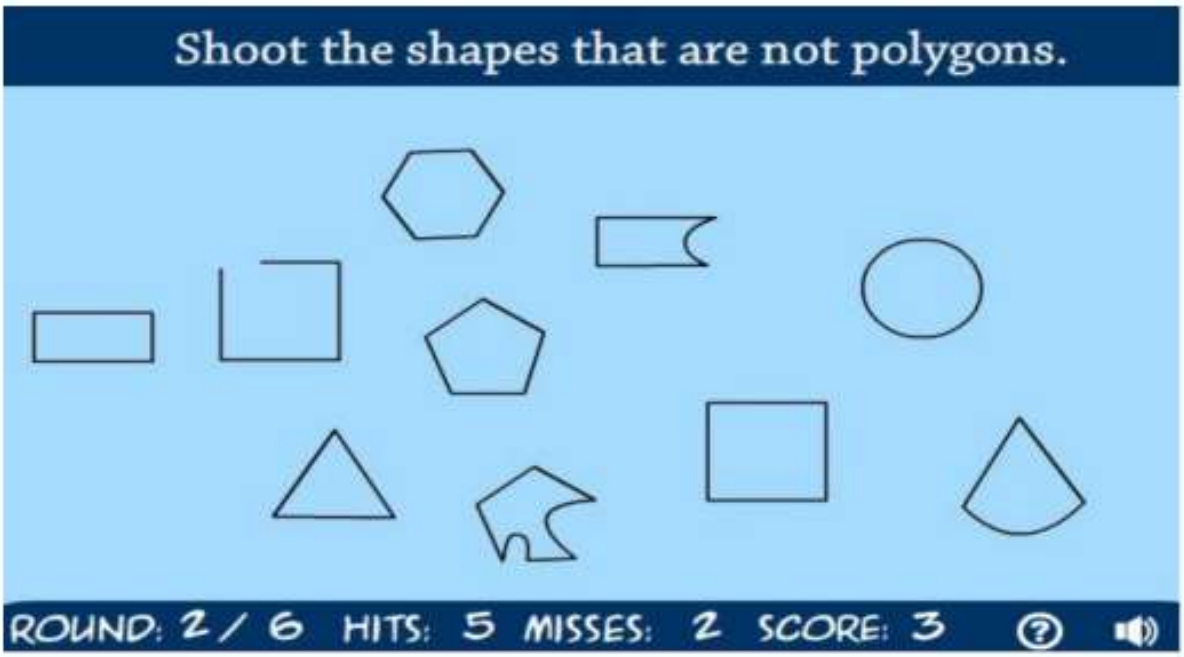
As resoluções dessas atividades foram recolhidas, pois constituíram escopo da análise da pesquisa. Contudo, os resultados foram discutidos com os alunos, haja vista a retomada de conceitos importantes no decorrer do trabalho.

Passo 3 – duas horas aula: Com o intuito de abordar uma diferenciação básica para o estudo das figuras geométricas (polígonos e não polígonos) e despertar o interesse dos alunos para uma Aprendizagem Significativa, propuseram-se situações introdutórias. No laboratório de informática, disponibilizou-se aos participantes o link do jogo para que o acessassem:

1) *Polygon Shape Shoot*[4]. Na Figura 13, apresenta-se a tela inicial do jogo.

[4] Disponível em: <http://www.sheppardsoftware.com/mathgames/geometry/shapeshoot/PolygonShapesShoot.htm>

Figura 13 - Tela do jogo *Polygon Shape Shoot*



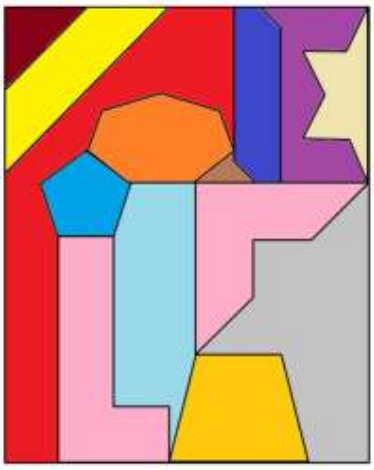
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Inicialmente, o aplicativo solicita atirar só nos polígonos e, em seguida, também nas figuras que não o são. Quanto mais o aluno acertar, consecutivamente, mais pontos serão acumulados.

a) Atividades após o uso do jogo: descreva as características de um polígono e de um não polígono.

2) Após a atividade, foi distribuída uma folha em tamanho A4 para cada aluno com o seguinte desenho:

Figura 14 - Atividade polígonos



Fonte: Casadei (2018, p. 19)

Realize as seguintes ações:

- Recorte os polígonos e separe-os de acordo com o número de pares de lados paralelos.
- Separe os polígonos de acordo com o número de lados congruentes.
- Separe os polígonos de acordo com o número de lados, nomeando-os segundo esse critério.

3) Outro jogo explorado foi o Jogo Formas geométricas[5]. O objetivo do aplicativo (tela inicial representada na Figura 15. Seu objetivo era explorar as formas geométricas, passando com um submarino sobre as formas geométricas solicitadas. Inicialmente, deveriam selecionar a figura que tem a forma geométrica solicitada no início do problema. Depois, usando as setas (cima, baixo, esquerda, direita), mover um submarino e passar sobre as formas geométricas solicitadas no início do problema.

[5] Disponível em: <http://www.sheppardsoftware.com/mathgames/geometry/shapeshoot/PolygonShapesShoot.htm>.

Figura 15 - Interface do jogo Forma Geométricas

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Após discutir os conhecimentos abordados pelo jogo, solicitou-se que os alunos nomeassem e descrevessem as formas geométricas encontradas no jogo. Em seguida, deveriam socializar os registros.

Passo 4 – quatro horas aula: A interface e os principais comandos do *Geogebra* foram explorados no laboratório de informática em virtude de a escola não dispor de um computador por aluno. Na sequência, distribuiu-se o roteiro de construção com uma sequência de atividades baseadas em Amâncio (2013). Durante as discussões, a pesquisadora circulou entre os alunos com o propósito de incentivar e provocar debates que pudessem potencializar a aprendizagem.

1) Investigar quadriláteros com o objetivo de identificar ângulos, lados paralelos e congruentes nos polígonos.

Construir um quadrilátero especial, seguindo as instruções abaixo.

- Construa uma reta AB.
- Construa um ponto C que não pertença à reta AB.

- Construa uma reta que passe pelos pontos B e C.
- Construa uma reta paralela à AB e que passa pelo ponto C.
- Construa uma reta paralela à BC e que passa pelo ponto A.
- Construa um ponto D que seja interseção das últimas duas retas que você construiu, utilizando a ferramenta “Interseção de dois objetos”.
- Construa um polígono que tem como vértices os pontos A, B, C e D.

a) Para exibir a medida dos lados do quadrilátero, clique **Editar**, **Propriedades**, **Segmentos** e selecione **valor** na opção **Exibir rótulo**.

Movimente os vértices do quadrilátero e investigue as medidas dos lados. O que você observa?

b) Para exibir a medida dos ângulos internos do quadrilátero, selecione **Ângulo** e clique os vértices no sentido horário.

Movimente os vértices do quadrilátero e investigue as medidas dos ângulos. O que você observa?

c) O quadrilátero que você investigou se chama paralelogramo. Por que você acha que essa figura tem esse nome?

d) Quais as características de um paralelogramo?

e) Tente transformar o paralelogramo que você construiu em um retângulo. O que você precisa fazer?

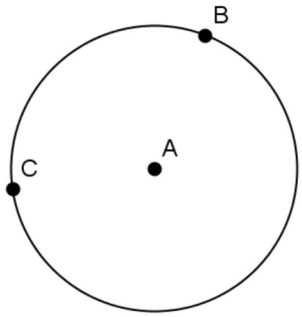
f) Abra um novo arquivo e construa um quadrilátero que seja sempre retângulo. Movimente os vértices e verifique se a figura permanece um retângulo mesmo quando é alterada. Escreva os passos usados na construção do retângulo.

g) Tente transformar o retângulo em um quadrado. O que você precisa fazer?

2) Com o objetivo de identificar as propriedades dos paralelogramos e verificar que o retângulo é um paralelogramo com ângulos retos, e o quadrado é um retângulo com lados congruentes, construa um quadrilátero especial, seguindo as orientações abaixo.

- Construa uma circunferência, utilizando a ferramenta ***Circunferência definida pelo centro e um de seus pontos.***
- Construa um novo ponto sobre a circunferência.
- Trace o segmento AB (FIGURA 16).

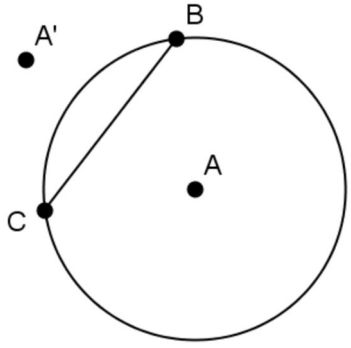
Figura 16 - Segmento AB



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Amâncio (2013).

- Selecione a opção **Reflexão em relação a uma reta** e clique o ponto **A** e o segmento **BC**. Aparecerá um ponto A' conforme mostra a Figura.

Figura 17 - Segmento BC



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Amâncio (2013).

- Para esconder a circunferência e o segmento de reta, clique com o botão direito do mouse esses objetos e desmarque a opção ***Exibir objeto***.
- Para construir o quadrilátero, selecione a opção **Polígono** e clique os pontos **A, B, A', C** e **A**.

a) Para exibir a medida dos lados do quadrilátero, clique ***Editar***, ***Propriedades***, ***Segmentos*** e selecione ***valor*** na opção ***Exibir rótulo***.

- Movimente os vértices para modificar a medida dos lados da figura. O que você observa?

b) Para exibir a medida dos ângulos internos do quadrilátero, selecione **Ângulos** e clique os vértices do quadrilátero no sentido horário.

- Movimente os vértices para modificar a figura. O que você observa?

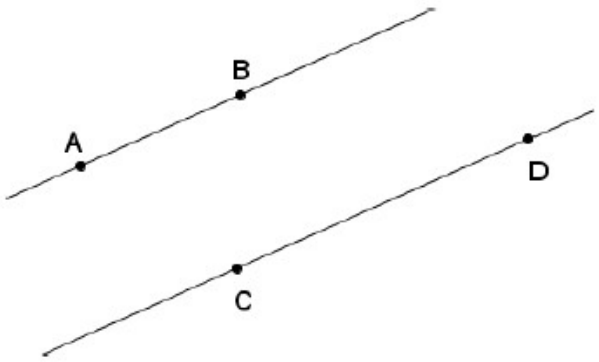
c) O quadrilátero que você investigou se chama losango. Troque ideias com seu colega e responda: quais as características de um losango?

d) Tente transformar o losango em um quadrado. O que você precisa fazer?

3) Para identificar as propriedades dos losangos e verificar que o quadrado é um losango com ângulos reto, propôs-se construir um quadrilátero especial, seguindo as orientações abaixo.

- Construa uma reta AB.
- Construa um novo ponto **C** que não pertença à reta AB.
- Construa uma reta paralela à reta AB que passe pelo ponto C.
- Construa um novo ponto **D** sobre a reta que passa pelo ponto **C** conforme mostra a Figura 18.

Figura 18 - Retas paralelas



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Amâncio (2013).

a) Construa um polígono que tem como vértices os pontos A, B, D e C. Quantos pares de lados paralelos possui esse quadrilátero?

b) Quantos pares de lados paralelos possui esse quadrilátero?

c) Para exibir a medida dos lados do quadrilátero, clique em ***Editar, Propriedades, Segmentos*** e selecione ***valo*r** na opção ***Exibir rótulo***.

Movimente os vértices do quadrilátero e investigue as medidas dos lados. O que você observa?

d) Para exibir a medida dos lados do quadrilátero, selecione ***Ângulos*** e clique os vértices da figura no sentido horário.

Movimente os vértices do quadrilátero e investigue as medidas dos ângulos. O que você observa?

e) O quadrilátero que você investigou se chama trapézio. Quais as suas características?

f) Movimente os vértices para que os dois lados não paralelos do trapézio fiquem com a mesma medida. Esse trapézio é chamado trapézio isósceles. O que você observa em relação às medidas dos ângulos do trapézio isósceles?

g) Trapézio retângulo é o trapézio que tem um par de ângulos retos. Movimente os vértices da figura para que ele seja retângulo.

O que você observa em relação às medidas dos ângulos do trapézio retângulo?

Passo 5 – duas horas aula: Para ampliar a complexidade do estudo, propôs-se:

1) Distribuir aos alunos, organizados em pequenos grupos, diferentes quadriláteros em papel e solicitar que, por meio de dobraduras, identifiquem os eixos de simetria e preencham o quadro:

Quadro 5 - Eixo de simetria

Quadrilátero	Eixo de simetria
Quadrado	
Losango	
Paralelogramo	
Retângulo	
Trapézio	
Trapézio isósceles	
Trapézio retângulo	

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Amâncio (2013).

a) Efetivar uma discussão que induza os alunos a relacionarem os eixos de simetrias às propriedades que eles já conheciam dos diversos quadriláteros, procurando incentivá-los à argumentação teórica de suas hipóteses ou interpretações.

2) Solicitar que os alunos desenhem no *Geogebra* um exemplar de cada quadrilátero, cuja simetria foi explorada na atividade anterior, e então desenhem todas suas diagonais:

A partir das construções feitas, responder em qual(is) quadriláteros têm-se:

- As diagonais congruentes, perpendiculares entre si e que se interceptam nos pontos médios.

- As diagonais congruentes, não perpendiculares entre si e se interceptam nos pontos médios.

- As diagonais com medidas diferentes, perpendiculares entre si e que se interceptam nos pontos médios.

- As diagonais que têm medidas diferentes não são perpendiculares entre si e se interceptam nos pontos médios.

3) Para discussão da atividade e sistematização, coletivamente, foi proposto o preenchimento do seguinte quadro:

Quadro 6 - Atividade diagonais

Quadrilátero	Diagonais congruentes	Diagonais que se interceptam nos pontos médios	Diagonais perpendiculares
Quadrado			
Losango			
Paralelogramo			
Retângulo			
Trapézio			
Trapézio isósceles			
Trapézio retângulo			

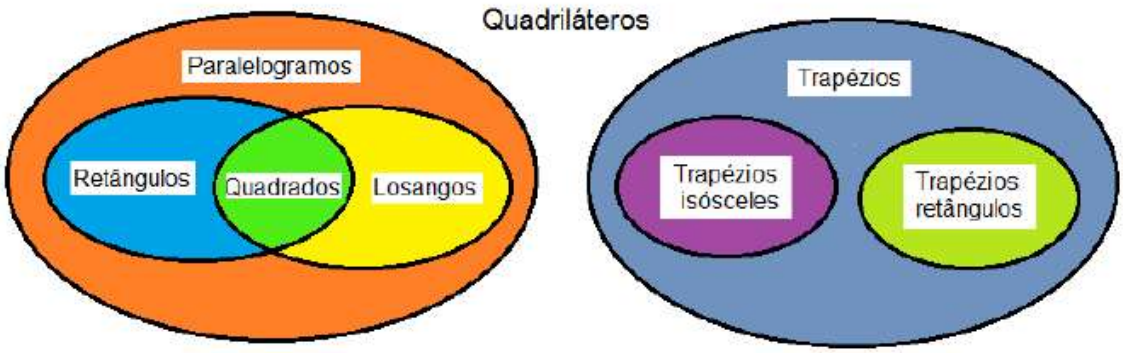
Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Amâncio (2013).

4) Utilizando régua, esquadro, compasso e transferidor, desenhe os quadriláteros solicitados:

- Um quadrado ABCD com medida dos lados igual a 44 mm.
- Um retângulo, sabendo que seus lados medem 27 mm e 53 mm.
- Um paralelogramo ABCD, sabendo que: AB= 70 mm, Â = 40° e AC= 40 mm.
- Um trapézio ABCD, sabendo que: AB = 80 mm, Â = 60°, AC= 45 mm e CD = 30 mm.
- Construa um losango, sabendo que suas diagonais medem 30 mm e 70 mm.
- Construa um losango, sabendo que seus lados medem 45 mm.

5) Explique a Figura 19 segundo as propriedades dos quadriláteros:

Figura 19 - Quadriláteros



Fonte: Amâncio (2013, p. 177).

Passo 6 – seis horas aula: Solicitou-se aos alunos as seguintes atividades:

1) Construa, individualmente, um mapa mental com a palavra jogos digitais.

2) Explore a interface e as principais ferramentas do *Scratch* e, na sequência, construa um jogo que faça uso do que aprendeu sobre os quadriláteros.

A exigência foi que um colega pudesse jogar a partir da construção da dupla e que o jogo funcionasse nessa dinâmica.

Passo 7 – uma hora-aula: O momento de avaliação individual da aprendizagem ocorreu por meio da construção de um mapa conceitual sobre quadriláteros. Orientou-se os alunos a registrarem as aprendizagens construídas ao longo da UEPS.

Passo 8 - uma hora-aula: A avaliação da UEPS ocorreu por meio da análise qualitativa de todo o processo de desenvolvimento, buscando observar evidências de Aprendizagem Significativa. Com o intuito de obter indícios das implicações da construção do jogo na

aprendizagem dos alunos, solicitou-se que eles construíssem um novo mapa mental sobre jogos digitais. Por considerar a utilização de múltiplas fontes de evidências na pesquisa, foi proposto um questionário (APENDICE C) buscando dados que sustentaram as conclusões da pesquisa aqui relatada.

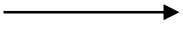
4.3.2 UEPS desenvolvida com o 8º ano

A turma do 8º ano, também foco deste estudo, no ano de 2019, era composta de vinte e dois alunos, sendo nove do sexo feminino, treze do masculino, um repetente e um incluso que necessitava de um monitor para o acompanhar. Com dificuldades na aprendizagem, a turma demonstrava ter muito união e empatia uns com os outros, pois o diálogo e a colaboração se faziam presentes nas atividades. Nesse contexto, a UEPS, desenvolvida com o grupo, em vinte e uma horas-aula, foi assim organizada:

Passo 1: Em conformidade com a grade curricular, decidiu-se que a UEPS desenvolvida teria como objetivo a compreensão do conceito de ângulo com uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental.

Passo 2 - duas horas-aula: Os alunos com os quais a UEPS foi desenvolvida já haviam estudado, em sua trajetória educacional, algo sobre ângulos ou experienciado situações em que seu conceito foi utilizado. Em vista disso, investigou-se se eles tinham os seguintes conhecimentos prévios: conceitos geométricos, como ponto, reta, semirreta, segmento de reta e plano; elaboração do conceito, mesmo que intuitivo, do que seja ângulo e conseguir identificá-lo em situações cotidianas; identificação da unidade e do instrumento utilizado para medi-lo. Sendo assim, para a investigação, foram propostas as seguintes atividades, que foram resolvidas individualmente e entregues à pesquisadora:

1) Associe os nomes às respectivas figuras:

a) Ponto ( )
b) Reta ( ) 
c) Semirreta ( )
d) Segmento (pedaço) de reta ( )
e) Plano ( )

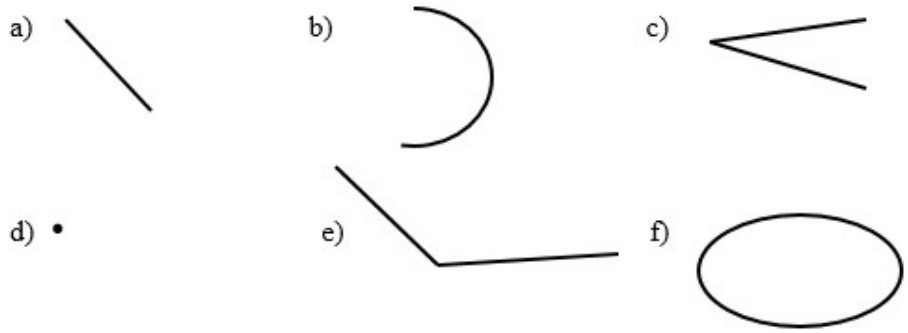
2) Enumere os conceitos geométricos que mais se aproximam com as situações descritas.

a) Segmento (pedaço) de reta
b) Plano
c) Semirreta
d) Ponto
e) Reta

( ) A trajetória de um foguete
( ) Uma quadra de basquete
( ) Uma régua
( ) Uma estrela no céu
( ) A linha do horizonte

3) Quais das situações abaixo representam um ângulo?

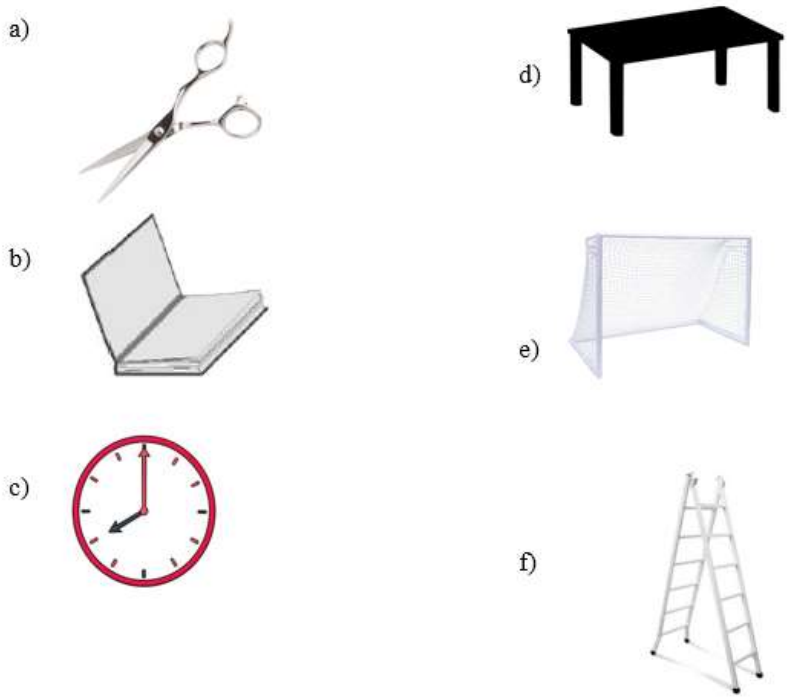
Figura 20 - Possível localização de ângulos



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

4) Marque em cada uma das figuras abaixo os ângulos que podem ser observados:

Figura 21 - Identificação de ângulos



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

5) Qual das unidades de medidas abaixo relacionadas é a mais adequada para medir ângulo?

a) Litro (L)

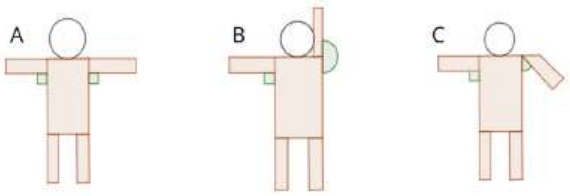
b) Grama (g)

c) Grau (º)

d) Metro (m)

6) (SANTOS, N., 2018) Uma pessoa, ao se alongar, faz diversos movimentos. Podemos observar na imagem que os braços formam ângulos em relação ao corpo da pessoa. Qual dos bonequinhos abaixo têm maior flexibilidade ao fazer os movimentos? Qual é o tamanho das aberturas dos ângulos formados pelos braços deles? É possível medir essas aberturas? Que unidade de medida posso utilizar?

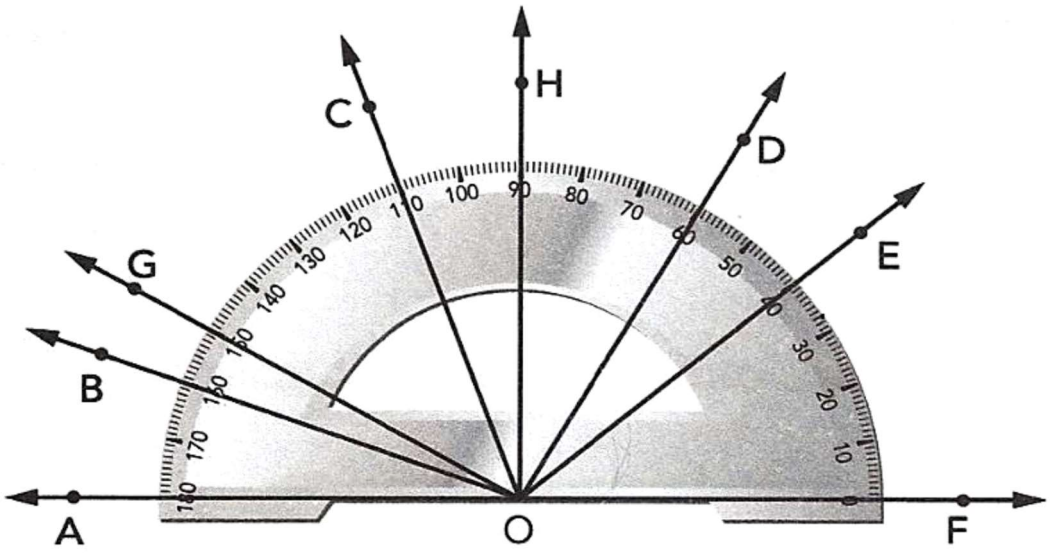
Figura 22 - Ângulo nos movimentos do corpo



Fonte: Santos, N. (2018, p. 5)

7) (VIEIRA, 2010) Observe a figura e responda às perguntas abaixo:

Figura 23 - Instrumento de Medida



Fonte: Vieira (2010, p. 117).

a) Qual o nome do instrumento, representado na Figura 23, utilizado para medir ângulo?

b) Qual a medida do ângulo AÔF?

c) Qual a medida do ângulo FÔH?

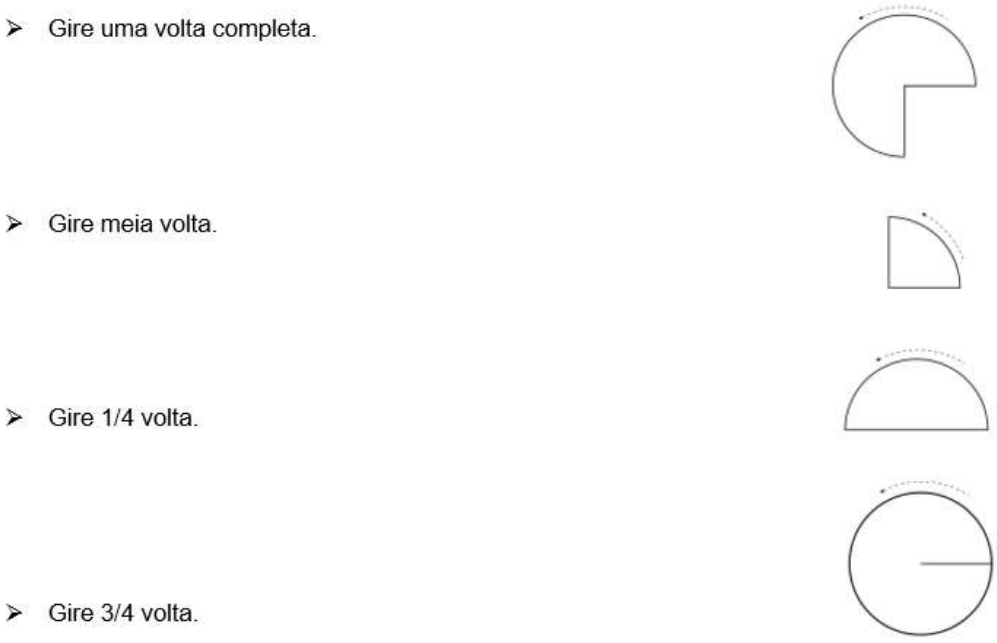
8) (VIEIRA, 2010) Faça de conta que você está no lugar da criança da Figura 24 com o braço direito levantado para frente, sem dar passos adiante, nem para trás ou para os lados. Agora se imagine girando de acordo com o que é pedido pelo professor nas frases da 1ª coluna.

Figura 24 - Criança

Fonte: Vieira (2010, p. 118)

Depois de imaginar os giros que você daria, ligue as frases da 1ª coluna às figuras da 2ª coluna.

Figura 25 - Instruções do professor

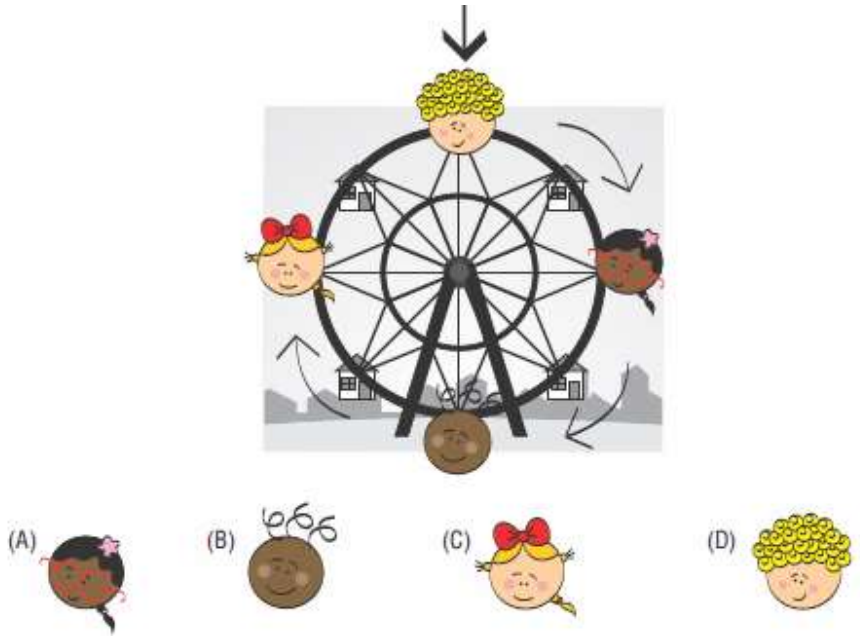


Fonte: Vieira (2010, p. 118)

9) (BRASIL, 2017, p. 23) A roda gigante de um parque de diversões gira em torno de um eixo. Uma volta completa corresponde a um movimento de 360°. Neste momento, quatro

personagens estão posicionados na roda gigante. Em relação à posição indicada pela seta ↓ o personagem que está a 270° é:

Figura 26 - Roda gigante



Fonte: Brasil (2017, p. 23)

10) (Adaptado de SANTOS, N. (2018)) Silas gosta muito de andar de bicicleta. Ele conhece algumas manobras e percebeu que muitas delas tinham nomes com números como “180” e “360”. Então, ele percebeu que esses números correspondiam aos giros a serem feitos.

- Quando a manobra era de “180”, ela correspondia a que giro?
- Quando era de “360”, correspondia a que giro?
- Que números poderiam representar manobras de um giro e meio?

Passo 3 – três horas-aula: Considerando os conhecimentos prévios dos alunos investigados anteriormente, ou mesmo buscando ofertar situações que possam funcionar como organizadores prévios, foi proposta a seguinte sequência de atividades:

1) Apresentação aos alunos do texto de Lellis, Jakubovic e Imenes (1992, p. 36-39), (APÊNDICE F) que, embora antigo, suscita discussões interessantes acerca da importância deste conteúdo no cotidiano. Trata-se de uma história real da queda de um Boeing em plena selva amazônica, ocorrida em 1989, que aconteceu por erro de um registro de ângulo na sua

rota. O texto possui um caráter interativo, haja vista que convida o leitor a realizar as medições dos ângulos feitas na ocasião e observar o equívoco cometido que desencadeou a tragédia.

Finda a discussão do texto, solicitou-se que os alunos realizassem uma pesquisa sobre outras aplicabilidades dos ângulos em situações cotidianas. Em seguida, ocorreu um momento de socialização dos resultados encontrados.

2) Explorar os movimentos do corpo, relacionando-os com o conceito de ângulo. Para isso, solicitar que os alunos fiquem em pé e atentem para as orientações dadas, movimentando-se e/ou respondendo às perguntas:

- Identificar objetos que giram.

- Após uma posição definida, girar com o corpo 360^0, 180^0, 90^0, 45^0 e identificar o que encontram em suas frentes após cada giro.

- *Pisar sobre uma marca feita no chão e fixar o olhar em algo que esteja na frente. Solicitar que o aluno, na mesma posição, gire no sentido horário até avistar o mesmo objeto novamente, perguntando-lhe quanto da volta precisou girar para atender ao solicitado. Repetir as instruções no sentido anti-horário.

- Imaginar um brinquedo gira-gira e uma criança sentada, avistando à sua frente um dado objeto. Sabendo que ela, ao girar o brinquedo onde está sentada, vê o mesmo objeto à sua frente três vezes mais, quantas voltas completas serão necessárias para isso?

- Considerando um caderno em espiral cuja página fora virada para trás, quantas voltas a folha precisa dar para que isso aconteça?

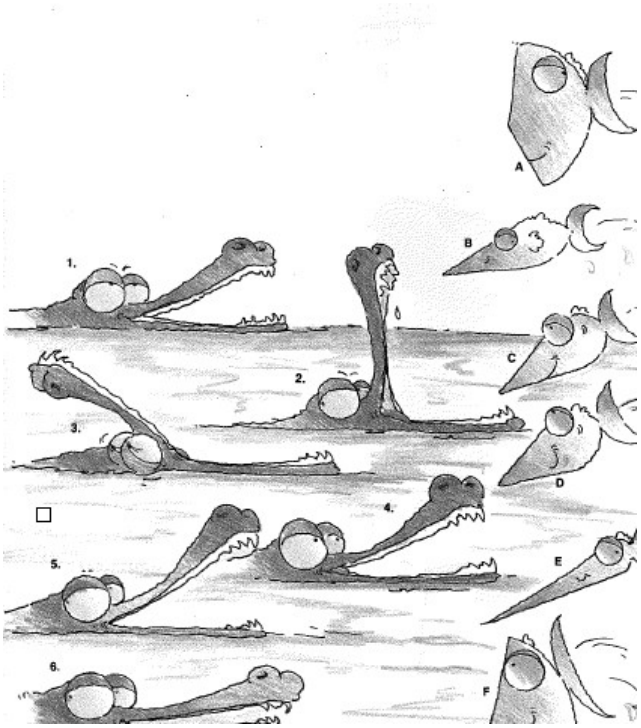
- Quantas voltas dá o ponteiro dos relógios em diferentes intervalos de tempo? (exemplificar alguns).

- Ficar de pé com os braços junto ao corpo e realizar diferentes comandos, identificando o giro feito em cada uma destas situações: levantar um dos braços até a altura do ombro na posição vertical, voltar o braço junto ao corpo e apontar para cima até a posição vertical.

- Traçar um labirinto no chão no qual um aluno caminha segundo as orientações de giro e passos fornecidas por um colega.

3) (SMOOTHEY, 1997) Está na hora do jantar do Gilberto. Ele é muito preguiçoso. Cada vez que come um peixe “ângulo” ele abre a boca apenas o necessário. Veja se você consegue selecionar o Ângulo da boca de Gilberto com o peixe “ângulo” que ele está prestes a devorar.

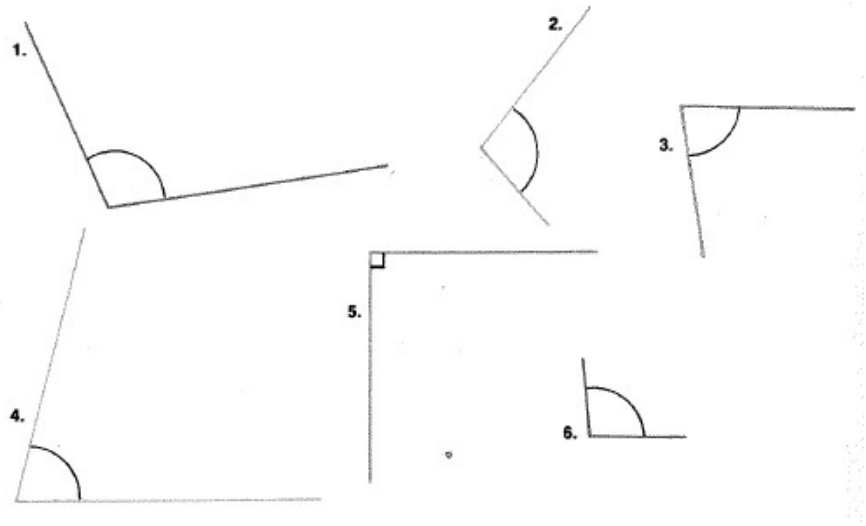
Figura 27 - Peixe ângulo



Fonte: Smoothey (1997, p. 18).

4) (SMOOTHEY, 1997) Quais desses ângulos são menores do que um quarto de volta e quais são maiores?

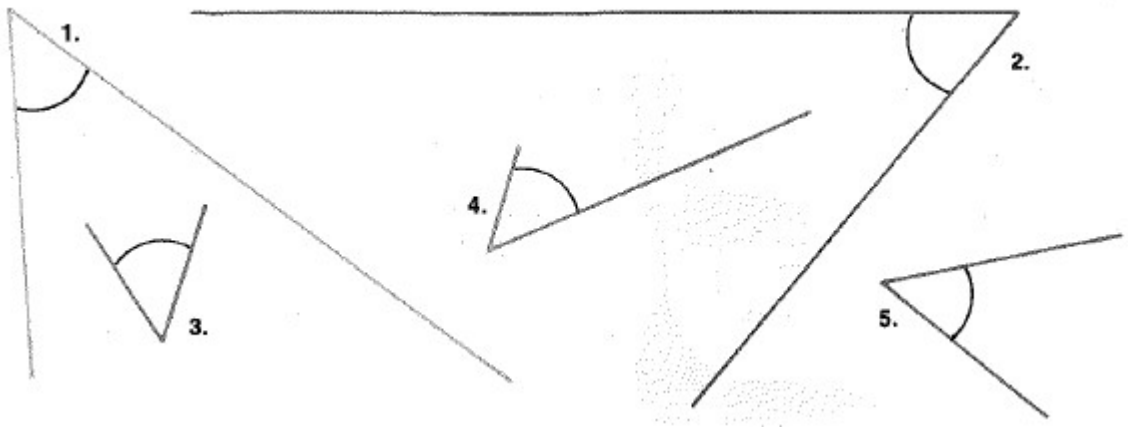
Figura 28 - Ângulos



Fonte: Smoothey (1997, p. 19).

5) (SMOOTHEY, 1997) Qual destes ângulos é o maior?

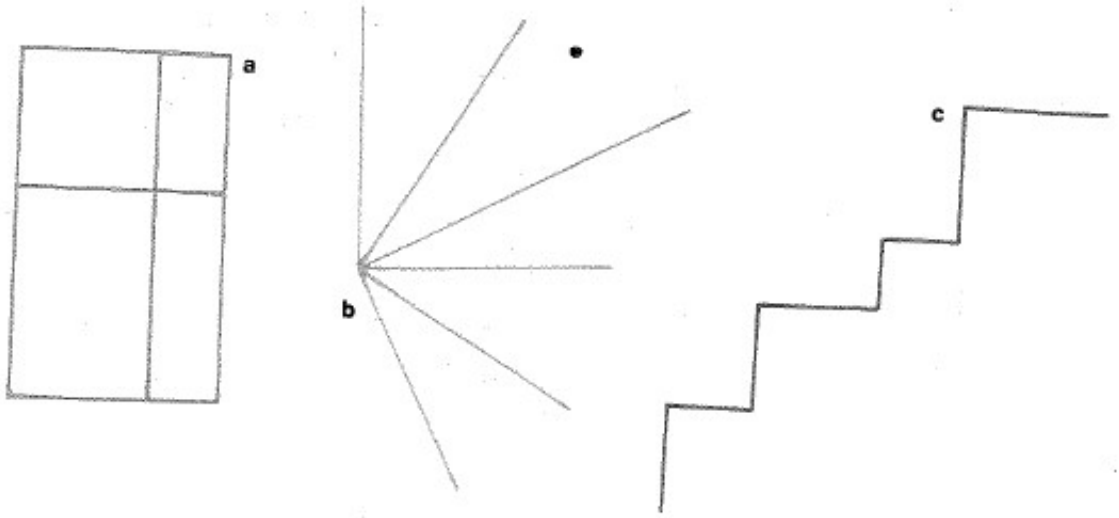
Figura 29 - Ângulos - comparação



Fonte: Smoothey (1997, p. 19).

6) (SMOOTHEY, 1997) Quantos ângulos de um quarto de volta há em cada uma das imagens apresentadas na Figura 30?

Figura 30 - Ângulos de um quarto de volta

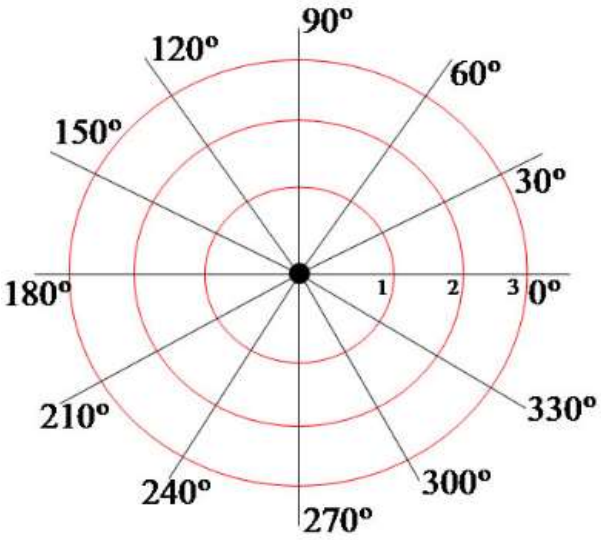


Fonte: Smoothey (1997, p. 19).

Passo 4 – duas horas-aula: Socializados e discutidos os exercícios do Passo 3, propôs-se o desenvolvimento das seguintes atividades:

1) Jogo Batalha Naval: O jogo possibilita que o aluno estabeleça conexões entre os conceitos de coordenadas no plano e ângulo, estimando o valor deste. Cada jogador recebe um tabuleiro (FIGURA 31), no qual deve marcar doze embarcações que correspondem a doze pontos (três de cada tipo): submarino, destroyer, cruzador e porta-aviões. O tabuleiro com as marcações não deve ser visto pelo adversário. Cada jogador, alternadamente, dá um "tiro" com o objetivo de afundar a embarcação do adversário. O jogador escolhe um ponto do tabuleiro, dizendo o número que identifica a circunferência a que pertence o ponto e a medida que dá a amplitude do ângulo. Ele deve informar ao seu adversário, dizendo *afundou* se o tiro acertou a embarcação; *água*, se o tiro não acertou. O vencedor é o primeiro que afundar a tropa do adversário.

Figura 31 - Tabuleiro do jogo Batalha de Ângulos



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Smole, Diniz e Milani (2007).

Depois do jogo, responder:

a) Quais ângulos do tabuleiro:

- Representam um quarto de volta:
- Representam meia volta:
- Representam uma volta completa:
- São menores que um quarto de volta:

Passo 5 - duas horas-aula: Solicitou-se que os alunos realizassem as seguintes atividades:

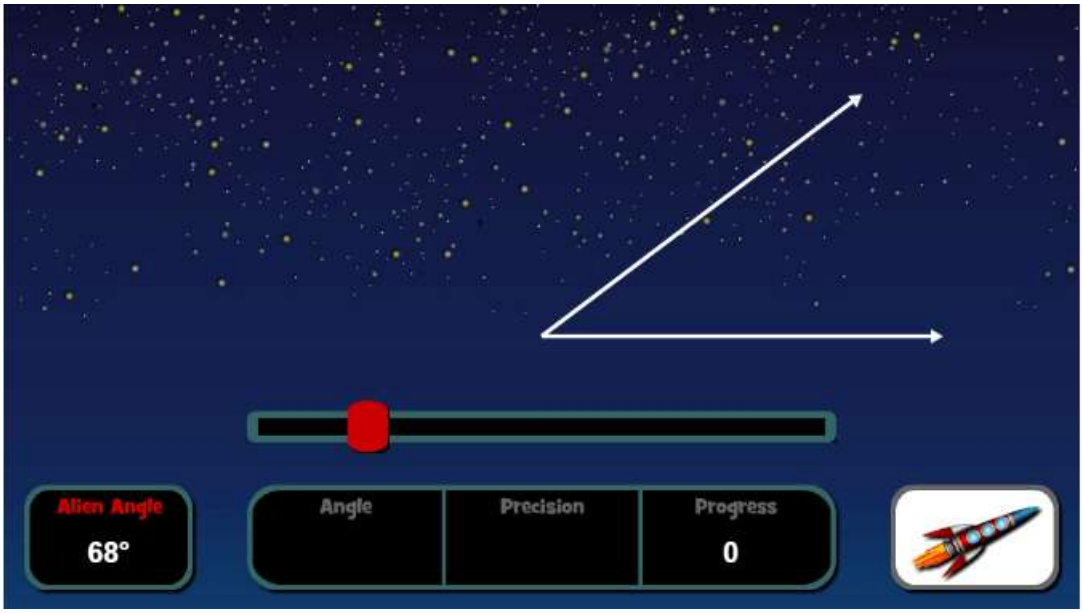
1) Individualmente, crie um mapa mental a partir da ideia central Jogos Digitais.

2) Explorar os seguintes aplicativos:

a) *Alien Angles*[6]: O objetivo deste aplicativo, cuja interface pode ser visualizada na Figura 32, é estimar os ângulos que são solicitados, tentando chegar próximo do valor solicitado, por meio de uma ferramenta que, ao mover duas retas, aumenta ou diminui o ângulo.

[6] Disponível em: < http://www.mathplayground.com/alienangles.html>.

Figura 32 - Interface do jogo *Alien Angles*



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Paralelo ao jogo, é proposta aos alunos a seguinte atividade:

Anotar o ângulo solicitado e o que foi estimado. Em seguida, escrever qual foi a precisão em cada tentativa.

Quadro 7 - Atividade sobre o jogo "*Alien Angles*"

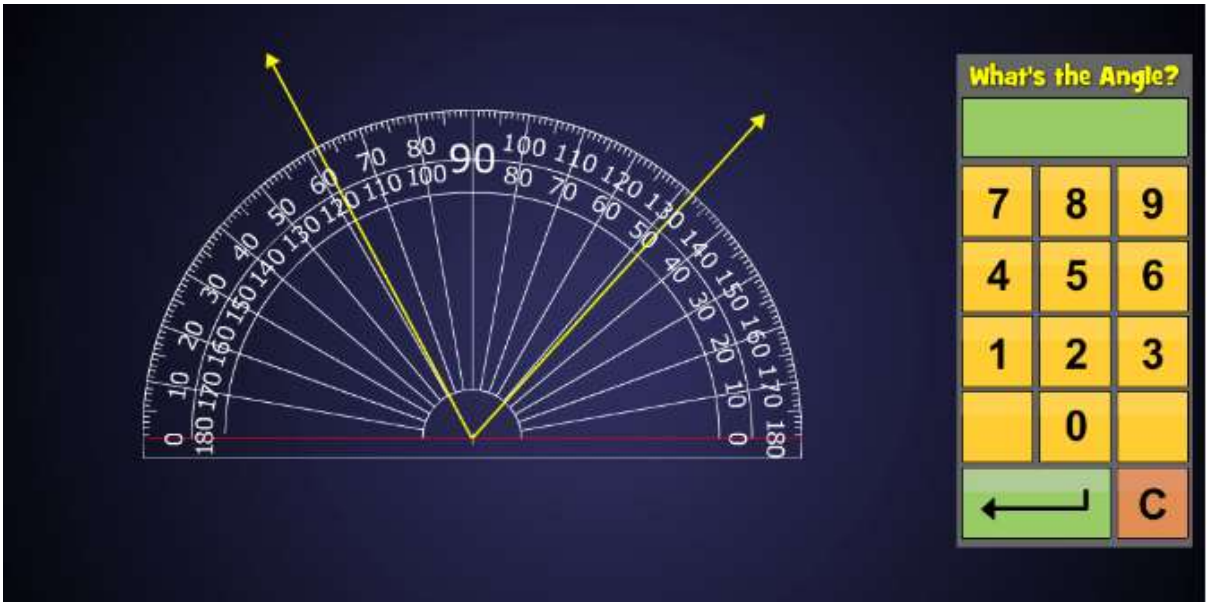
	Ângulo solicitado	Ângulo estimado	Precisão
A			
B			
C			
D			

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Quartieri, Kristines e Dullius (2014).

b) *Measuring Angles with a Protractor*[7]: Neste aplicativo, o objetivo é medir o ângulo formado pelas duas retas vermelhas conforme visualizado na Figura 33.

[7] Disponível em: < http://www.mathplayground.com/alienangles.html>.

Figura 33 - Interface do jogo "*Measuring Angles with a Protractor*"



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Paralelo ao jogo, os alunos realizaram a seguinte tarefa:

- Anotar a medida do ângulo estimado, a medida real do ângulo e o valor do erro em graus.

Quadro 8 - Atividade sobre o jogo "*Measuring Angles with a Protractor*"

	Ângulo estimado	Valor real do ângulo	Erro (em graus)
A			
B			
C			
D			

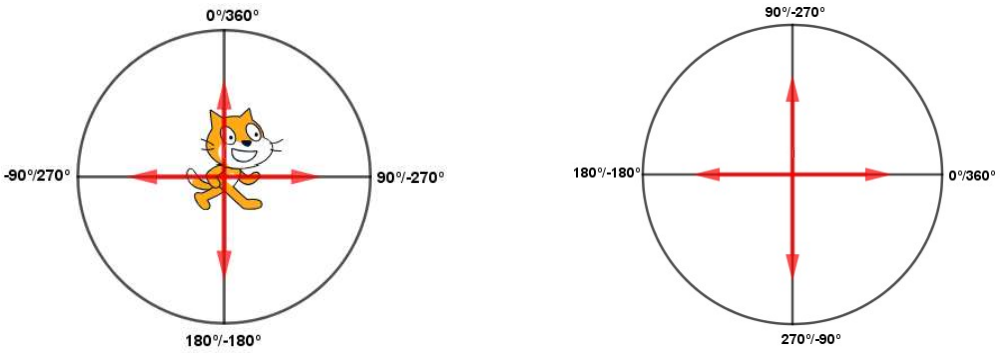
Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Quartieri, Kristines e Dullius (2014).

Passo 6 – nove horas-aula: No laboratório de informática, explorou-se a interface do *Scratch*.

1) Conhecimento do *Scratch*: Apresentar o *Scratch* aos alunos e explorar suas ferramentas e algumas possibilidades de construção, utilizando-as. Propor questionamentos sobre a forma como os personagens se movem no palco, estabelecendo a relação dos giros com o conceito de ângulo. Localizar no palco do aplicativo as convenções de direção utilizadas,

estabelecendo um comparativo com o transferidor, instrumento de medida comumente utilizado conforme Figura 34.

Figura 34 - Convenções de direção



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

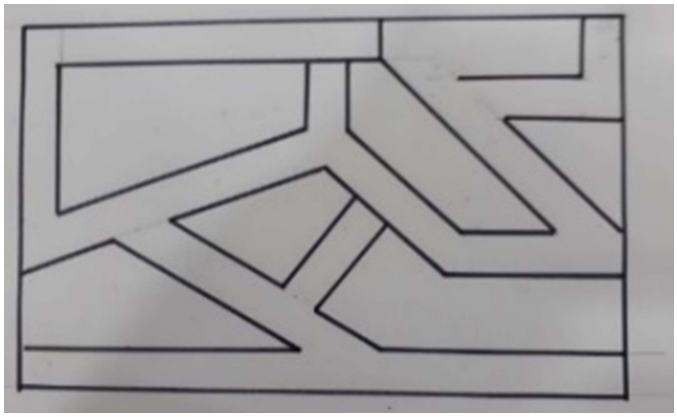
2) Construção de um jogo de labirinto: Propor que os alunos, em duplas, construam um jogo de labirinto no *Scratch* envolvendo ângulos. Inicialmente, solicitar que encontrem a base de um labirinto pronto e, a partir dele, criem os personagens, o trajeto, as regras e o configurem de modo que seja possível que outro colega jogue. Num segundo momento, os estudantes são desafiados a construírem seu próprio labirinto.

Por meio dessa atividade, várias situações-problema, envolvendo tais conceitos, surgiram como desafio a ser superado para a realização do jogo. É importante destacar que não foi dada ênfase demasiada ao produto final do jogo, mas sim ao seu processo de construção, em que se fez necessário o estabelecimento de relações de forma a buscar a reconciliação integradora.

3) Disponibilizar aos alunos um labirinto (FIGURA 35), cujo caminho alterne ângulos de diferentes inclinações e solicitar que programem um personagem para que ele percorra esse caminho e encontre a saída.

Essa atividade foi proposta por considerar que a maioria dos labirintos disponíveis para *download free* exploram ângulos com medidas de 90º. Dessa forma, esperava-se que os alunos fizessem outras explorações.

Figura 35 - Labirinto disponibilizado aos alunos

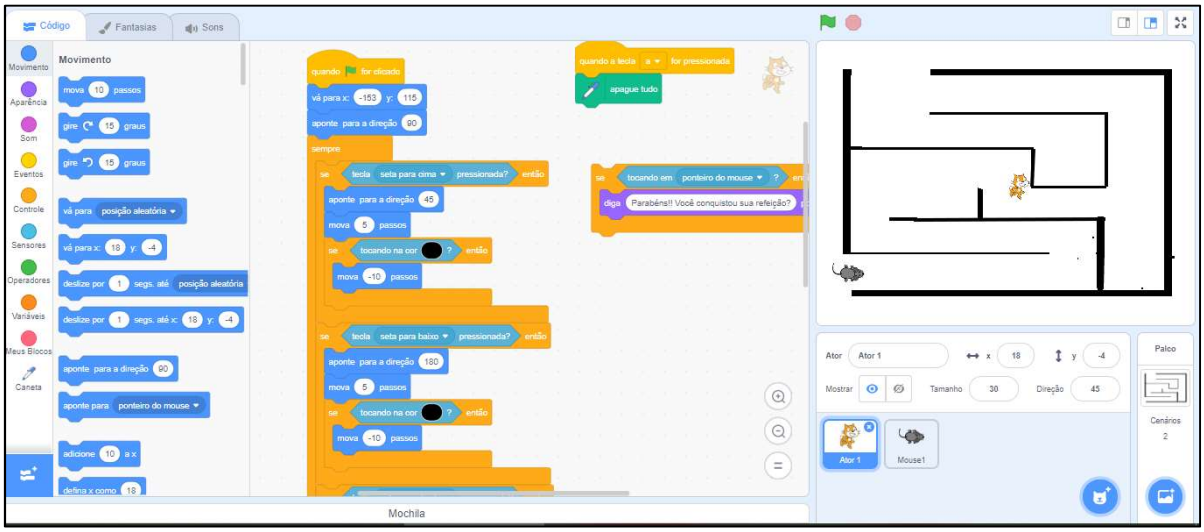


Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Passo 7- três horas- aula: O momento individual de avaliação descrito nos itens a e b, buscou reforçar possíveis indícios de aprendizagens e foi realizado em mais dois momentos.

a) Primeiro, foi disponibilizado aos alunos um link com acesso a um jogo de labirinto (FIGURA 36), construído no *Scratch* com um problema em sua configuração. Em seguida, solicitou-se que eles, em duplas, acessassem o jogo, identificassem o bug em sua programação, corrigindo-o e testando-o de modo que fosse possível concluir a jogada conforme instruções dadas.

Figura 36 - Jogo com bug



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

b) Um segundo momento avaliativo envolveu a construção individual de um mapa conceitual com registros dos conhecimentos sobre o conteúdo de ângulos.

Passo 8 – uma hora- aula): A avaliação da UEPS ocorreu por meio de uma análise qualitativa de todo o processo de desenvolvimento, em que se buscou observar evidências de Aprendizagem Significativa. Com o intuito de obter indícios das implicações da construção do jogo na aprendizagem dos alunos, solicitou-se a construção de um novo mapa mental sobre jogos digitais. Em função da importância da utilização de múltiplas fontes de evidências na pesquisa, foi proposto um questionário (APÊNDICE E), buscando dados que pudessem sustentar as conclusões da pesquisa aqui relatada.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

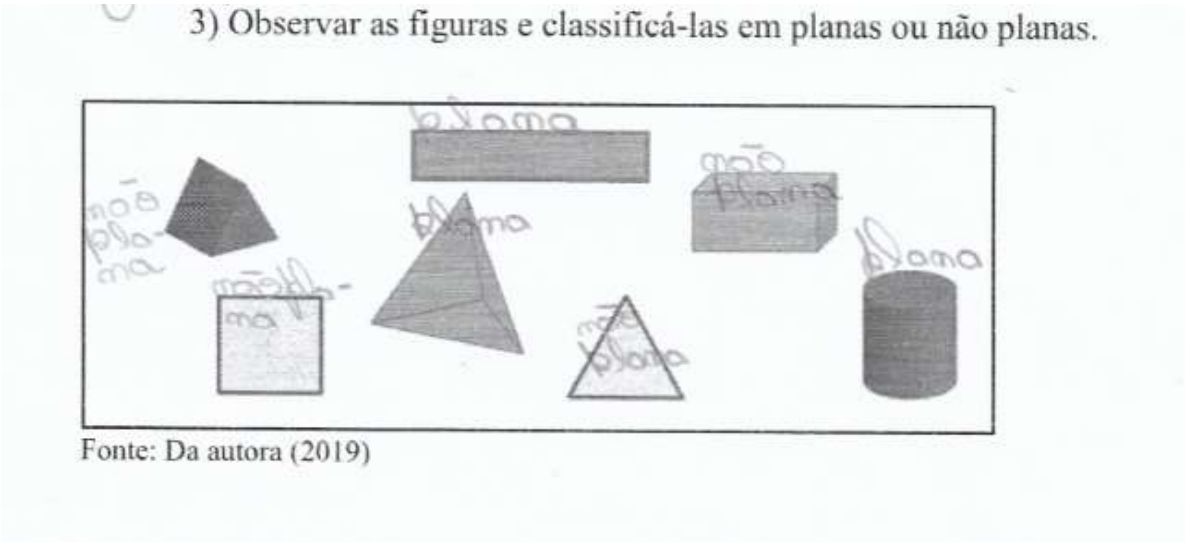
Neste Capítulo, descrevem-se a análise e a discussão dos resultados a partir do desenvolvimento das UEPSs com estudantes do 7º e 8º anos. As produções dos alunos, as transcrições de áudio, o questionário e os registros da observação participante constituíram escopo da análise. Os estudantes pesquisados são identificados por A1, A2... e os do 8º ano, por B1, B2, B3... para manter o anonimato das respostas e a ética em pesquisa. Ao final de cada seção, sintetizam-se os dados analisados por meio de um mapa conceitual,

5.1 Análise da UEPS desenvolvida com o 7º ano

A UEPS desenvolvida com a turma do 7º ano, que se encontra na íntegra no Capítulo da Metodologia, teve como objetivo estudar quadriláteros, suas características e definições **(Passo 1 da UEPS).** Para tanto, investigou-se com os alunos os seguintes conhecimentos prévios **(Passo 2 da UEPS):** os conceitos dos elementos primitivos da geometria euclidiana (ponto, reta e plano); o uso adequado da régua; a diferenciação entre figuras geométricas planas e espaciais; o conceito de paralelismo e perpendicularismo entre retas e semirretas e a simetria. Sendo assim, propuseram-se algumas atividades que buscaram identificar tais conhecimentos.

A investigação dos conhecimentos prévios permitiu inferir que a maioria dos alunos da referida turma identificava os elementos primitivos da geometria euclidiana (ponto, reta e plano), conseguindo associar a ideia intuitiva dos citados elementos a objetos do entorno. A exceção envolveu três discentes, isto é, não tinham esses conhecimentos consolidados. Em relação à classificação das imagens das figuras em planas ou não planas, a discrepância aumentou, ou seja, sete demonstraram não ter clareza dessa classificação como se exemplifica na Figura 37.

Figura 37 - Classificação das figuras[8]



Fonte: Produção do aluno A18 (2019).

A resposta do aluno A18 demonstra que ele não conseguiu distinguir a representação de figuras planas de não planas, conhecimento esperado para alunos de 7º ano do Ensino Fundamental, haja vista ser abordado desde os anos iniciais, inclusive, na Educação Infantil. Efetivamente, esse tipo de lacuna não pode passar despercebida, sendo necessário trabalhá-la para que não seja corriqueira, como apontam Proença e Pirola (2011). Ao realizarem estudos com alunos do Ensino Médio, os citados autores constataram que eles (os discentes) apresentavam dificuldades semelhantes à acima citada na identificação de polígonos e poliedros, considerando a inexistência de diferenciação entre uma figura plana (bidimensional) e uma não plana (tridimensional). Reforça-se, portanto, a necessidade de investigação dos conhecimentos prévios dos estudantes, evitando partir do princípio de que alguns assuntos já sejam do conhecimento de todos e que se pode dar seguimento ao que prevê o cronograma curricular. Ademais,

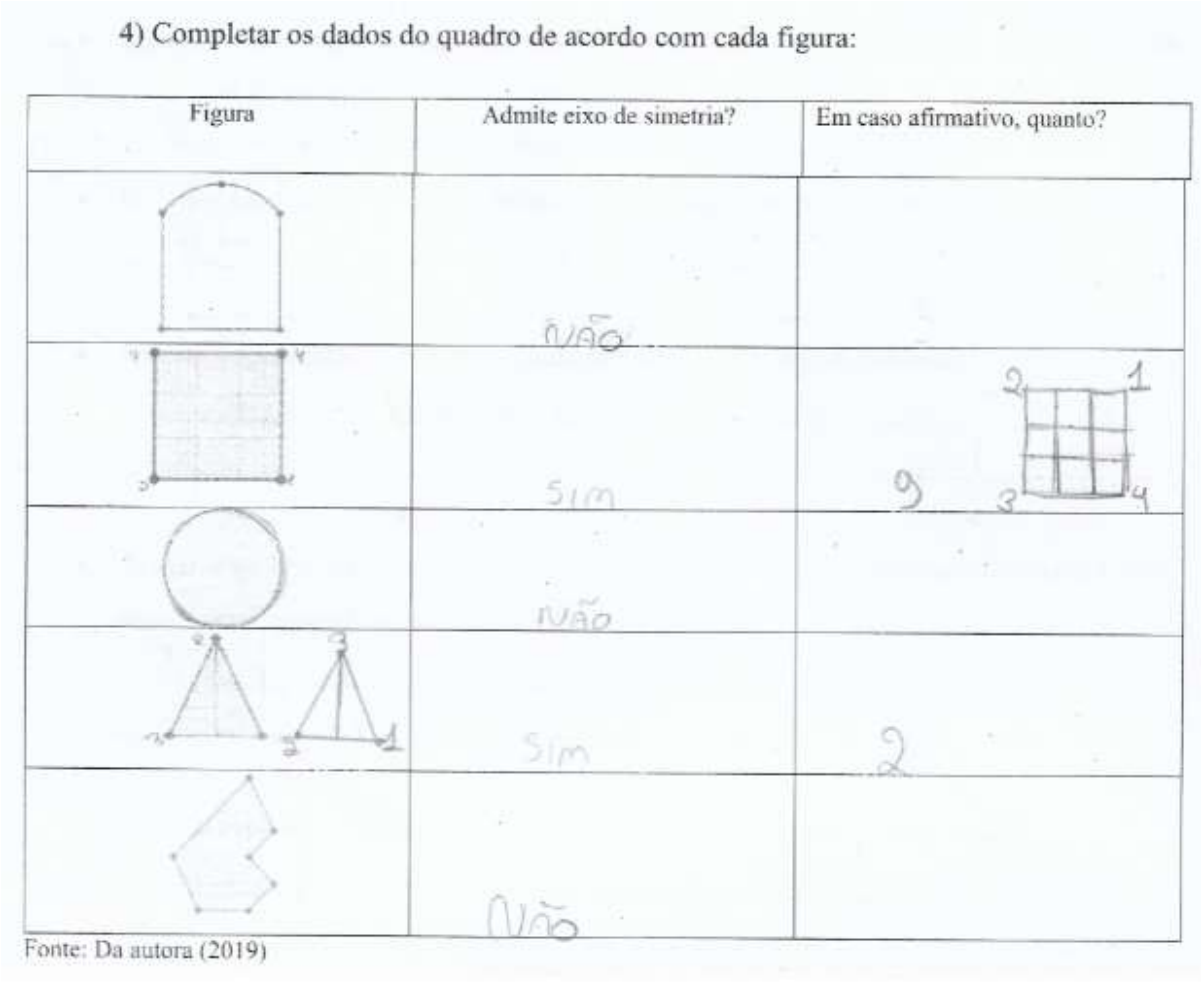
> [...] quando se ensina o conceito de polígono, é de fundamental importância haver um trabalho com as figuras planas e não planas para que os estudantes não façam inferência de forma equivocada de que uma pirâmide é um triângulo e vice-versa. Se, na formação do conceito de triângulo, são apresentados, como exemplos, apenas triângulos equiláteros, o aluno pode, também, generalizar incorretamente o conceito por meio de um único tipo de exemplo (PROENÇA; PIROLA, 2011, p. 204).

[8] Cumpre salientar que foi feito uma exploração oral desta atividade, visto as figuras estarem todas desenhadas no plano. Assim, discutiu-se com os alunos que eles considerassem quais das figuras desenhadas representariam figura plana ou não plana.

De fato, trabalhar com uma diversidade de recursos e estratégias que explorem a identificação de atributos relevantes à classificação das figuras contribui para que os alunos consigam fazer generalizações de forma correta. Em consonância com esse pensamento, a UEPS desenvolvida buscou atender a uma multiplicidade de abordagens na construção das aprendizagens.

Na sequência, observou-se que a maioria dos alunos conseguiu identificar nas figuras apresentadas a existência de algum eixo de simetria embora não tenham contabilizado todos. Apenas um deles informou um número infinito no caso do círculo; os demais alternaram entre um e dois. Cabe a ressalva de que a resposta correta sobre existir ou não um eixo de simetria nas figuras não garante que o discente tenha construído o referido conceito para si. Assim, foi necessária uma análise da atividade como um todo. Considera-se que o conceito de simetria está relacionado à dimensão ou disposição que um objeto apresenta com um eixo, ponto ou plano, ela não é "um número nem um formato, é um tipo especial de transformação – uma maneira de mover um objeto. Se o objeto parecer o mesmo depois de movido, a transformação aí presente é uma simetria" (STEWART, 2012, p. 9). Giovanni J.R. et al. (2002) classifica a simetria como central quando ela é determinada a partir de um ponto e axial quando é obtida a partir de uma reta, o que é feito neste estudo. Assim, por exemplo, na Figura 38, a representação feita por A4 sugere que ele tentou dividir a figura em partes iguais, aproximando-se do conceito de fração e não de simetria.

Figura 38 - Investigando a simetria



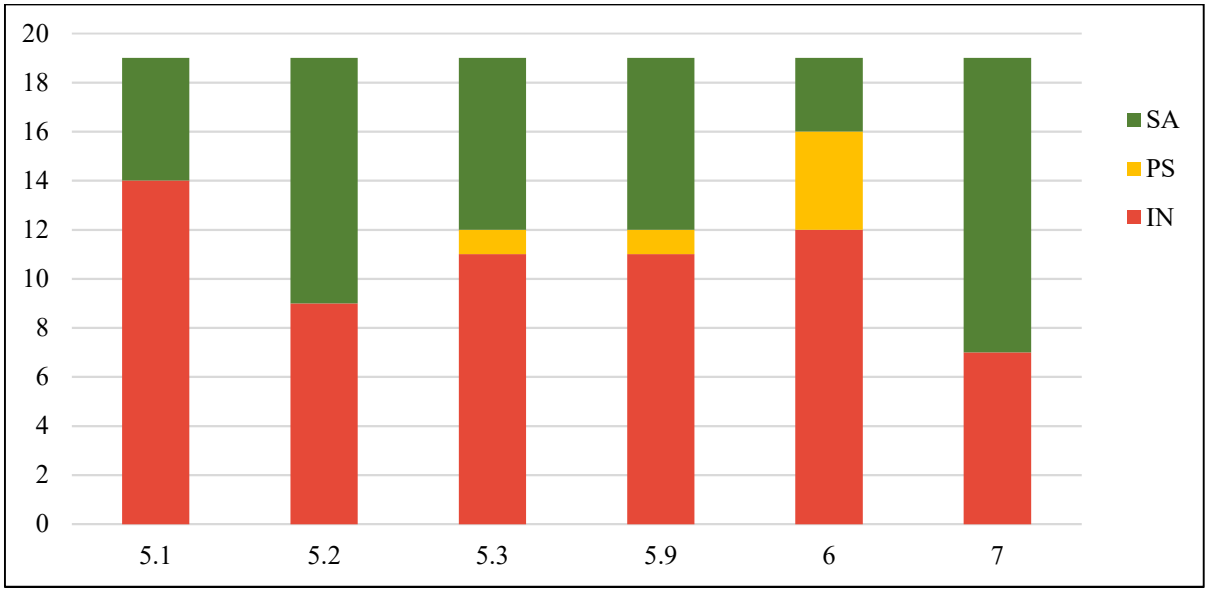
Fonte: Aluno A4 (2019).

Na questão 5, subdividida e numerada para efeito de melhor tabulação, e na 6, entre outros aspectos, era investigar se os alunos estavam aptos a mobilizar os conhecimentos sobre o paralelismo e perpendicularismo de forma contextualizada. Já na 7, eles precisavam desenhar uma reta paralela a outra dada, descrevendo os atributos que permitiam tal classificação. As respostas foram categorizadas em Parcialmente Satisfatória (o estudante apresentou vestígios de conhecimento prévio), Insatisfatória (o estudante não demonstrou possuir conhecimento prévio) e Satisfatória (o estudante demonstrou possuir o conhecimento prévio). Como parâmetro para esta análise considerou-se o perpendicularismo o conceito indicativo de dois objetos que fazem um ângulo de 90º entre si. Considerando que os casos de paralelismo entre retas, estas não podem ter pontos em comum, já para dois planos diferentes entre si serem paralelos, um deles precisa possuir duas retas concorrentes, ambas paralelas ao outro plano. Já

para uma reta ser paralela a um plano, essa não pode estar contida nesse plano e precisa ser paralela a uma reta dele (MACHADO, FERRAZ, 2019).

Cumpre esclarecer que, para ser considerado conhecimento prévio satisfatório, não se exigiram respostas corretas em sua plenitude, mas demonstrações de que os pesquisados possuíam conceitos relevantes capazes de ancorar novas aprendizagens, um pré-requisito necessário. Um exemplo de respostas que se encaixou nessa categoria é o registro da atividade de A13, que, ao ser indagada sobre a posição de duas retas perpendiculares, identificou a condição de perpendicularismo entre elas, nomeando-as corretamente, mas sem descrever essa posição, salientando o ângulo de 90º como condição para a classificação: "*A reta na rua Suécia está na posição vertical e na rua Canadá está na horizontal, poderíamos chamar a posição de perpendicular*". Os dados da análise das respostas estão expostos no Gráfico 1:

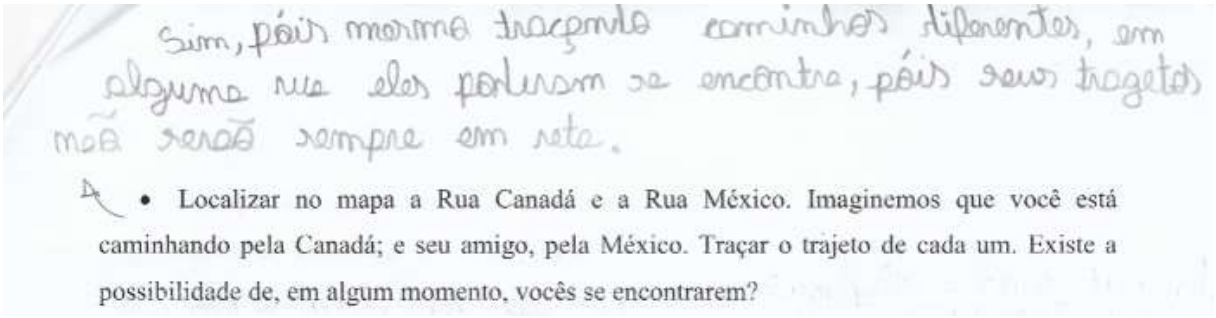
Gráfico 1 - Análise do conhecimento prévio relativo ao paralelismo



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Acredita-se que o número elevado de conhecimento insatisfatório na questão 5.1, em parte, deveu-se ao fato de muitos alunos terem tido dificuldades de interpretação como se observa na resposta de A1 (FIGURA 39):

Figura 39 - Resposta à questão 5.1

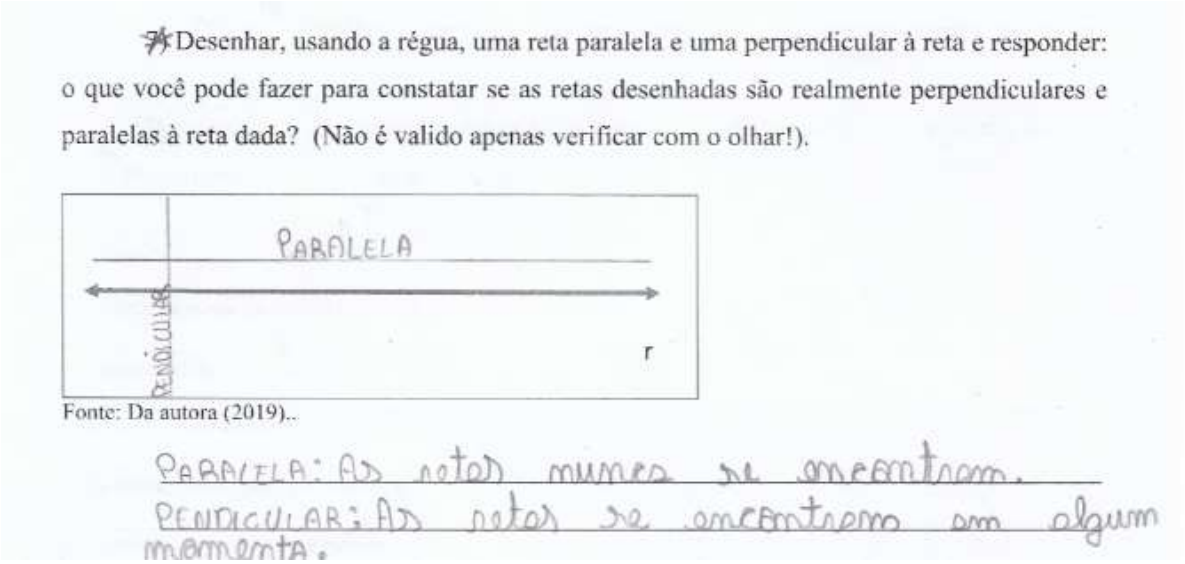


Fonte: Produção da aluna A1 (2019).

A referida resposta confirma que o aluno deduziu que havia chance de os personagens se deslocarem, em algum momento, para outra rua que não as mencionadas. Esse fato se repetiu no excerto de A11: *"Sim, há possibilidade de nos encontrarmos na rua Taivan"*, referindo-se a uma das transversais nas Ruas Canadá e México. Dessa forma, evidencia-se que eles entenderam, pelo enunciado, que poderiam não permanecer nas ruas mencionadas; por isso, uma melhor redação à questão, talvez, teria evitado essa interpretação equivocada. Ademais, considera-se que os respondentes não partiram do princípio de que as ruas fossem paralelas, o que impossibilitaria de se encontrarem. Neste caso, demonstra-se uma inconsistência do referido conhecimento prévio.

A questão 7 solicitava que os alunos, com o uso de uma régua, desenhassem uma reta paralela e justificassem a classificação. Os argumentos apresentados e o maior número de acertos mostram que a maioria deles compreendeu o conceito, conforme explícito na resposta de A1 (FIGURA 40).

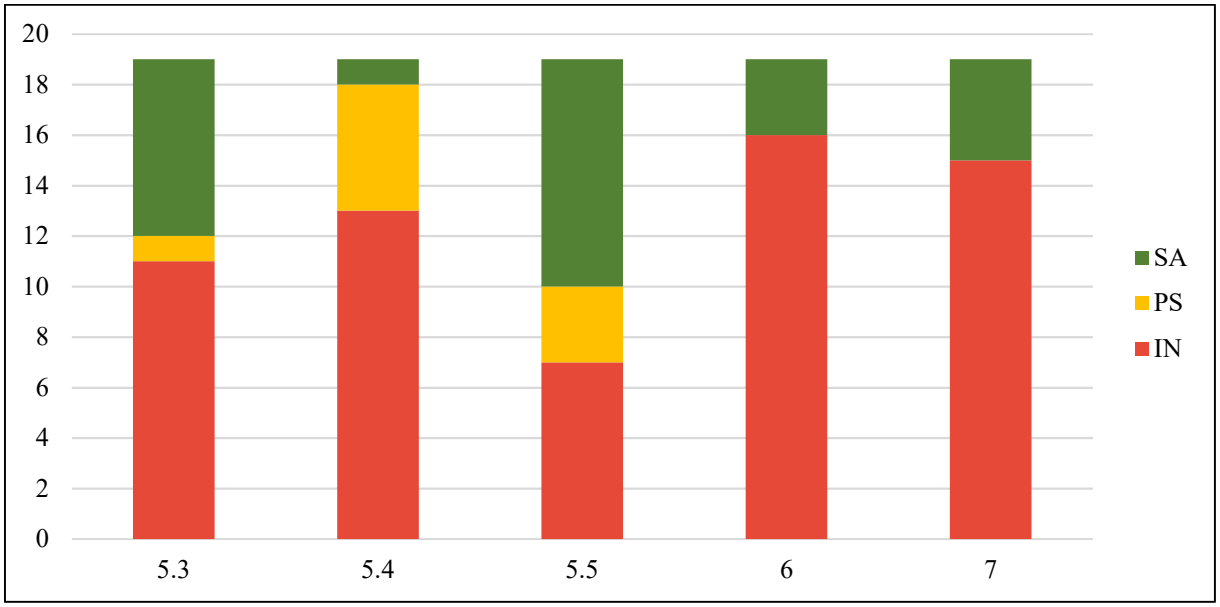
Figura 40 - Resposta à questão 7



Fonte: Produção da aluna A1 (2019).

De maneira geral, constatou-se que grande parte dos alunos apresentou dificuldades de exemplificar uma situação de paralelismo. Esse dado remete a uma reflexão sobre o próprio ensino da Matemática, que, segundo Reis e Nehring (2017), costuma ser pautado na apresentação do conteúdo a partir de definições e exemplos, seguidos de extensas listas de exercícios. As autoras ainda ressaltam que o trabalho contextualizado de conceitos matemáticos deve acontecer alicerçado em problematizações. Quanto às questões envolvendo o perpendicularismo, os resultados foram insatisfatórios como se observa no Gráfico 2:

Gráfico 2 - Análise do conhecimento prévio referente ao perpendicularismo

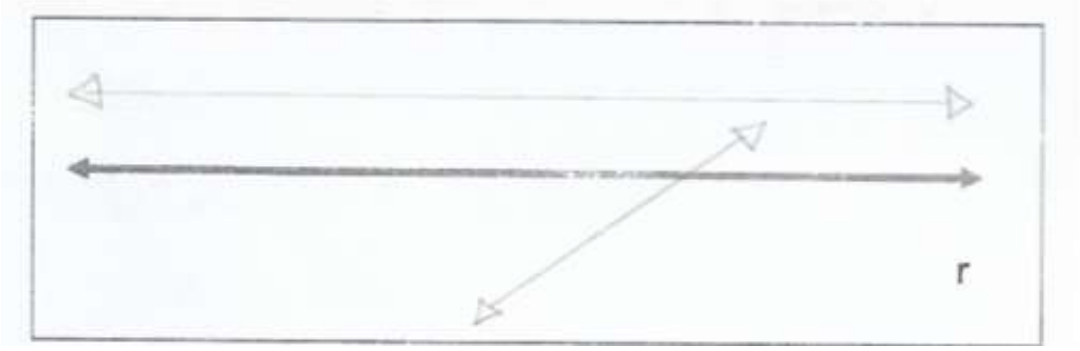


Fonte: Elaborado pela autora (2020)

As respostas às questões representadas no Gráfico 2 demonstram que os alunos não tinham conhecimentos nítidos acerca dos conceitos de perpendicularismo, confundindo-os com o paralelismo. Contudo, não apresentaram respostas aleatórias ou que não contivessem alguma relação com os dois conceitos. É relevante citar que, embora não tenham se apropriado das terminologias específicas ao nomearem duas ruas perpendiculares, usaram termos, como "cruzamento (A5)" ou "um ele "L" (A15)", o que indica que estavam concedendo algum atributo à posição entre as ruas.

Cabe sublinhar que, em casos como o do aluno 1 (FIGURA 40) que, embora tenha feito o desenho de forma correta, sua resposta indica que ele não se apropriou dos referidos conceitos, fato percebido com frequência no grupo, pois poucos reconheceram a necessidade do ângulo de 90º entre as retas para a existência do perpendicularismo. A resposta de A11 corrobora a afirmação: *"Você pode utilizar a régua, se uma das linhas estiver reta com a outra e não houver chances das retas se encostarem são paralelas, se a reta encostar na outra são perpendiculares*". O desenho construído pelo mesmo aluno reforça o descrito (FIGURA 41):

Figura 41 - Exemplo de retas desenhadas por aluno A11

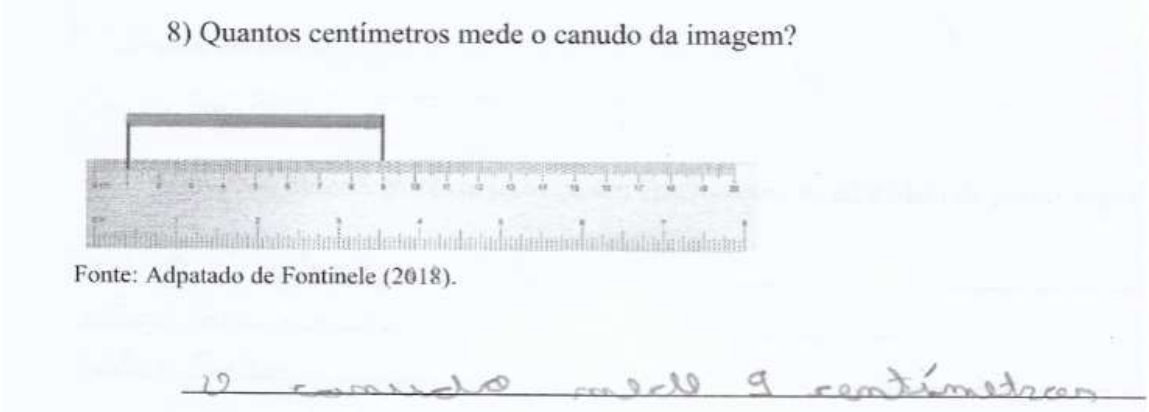


Fonte: Produção do aluno A11.

Assim, a análise das questões para investigação dos conhecimentos prévios indica que os alunos tiveram dificuldades de mobilizar conceitos de perpendicularismo e de paralelismo nos exercícios propostos, demonstrando limitações e fragilidade na aprendizagem de tais conhecimentos. Embora as noções dos referidos conceitos façam parte do repertório de conhecimentos de uma parcela de estudantes, geralmente eles não são compreendidos em termos práticos, mas apenas em sua feição abstrata, garantida por uma definição. Diante disso, fez-se necessário resgatar esse estudo para dar seguimento ao proposto pela UEPS.

Em relação à questão 8, que investigou os conhecimentos prévios referentes à utilização de uma unidade de medida de comprimento, associada ao sistema métrico padrão, especificadamente o uso da régua como instrumento de medida, os resultados quase se igualaram, ou seja, 47,4 % apresentaram conhecimentos considerados satisfatórios enquanto 52,6% foram insatisfatórios. Estes foram unânimes em responder que o canudo media 9 cm, conforme mostra Figura 42.

Figura 42 - Resposta referente à medida



Fonte: Produção do aluno A8 (2019)

Embora pareça óbvio para quem está acostumado a utilizar diferentes instrumentos de medida, a aquisição dessa habilidade não é tão simples. Saito (2014) afirma que a operação matemática de medir é complexa, e a compreensão exige a manipulação do instrumento de medida e a mobilização de conhecimentos geométricos para além da destreza e treino. Explorar o uso correto da régua e de outros instrumentos de medida de forma contínua nos processos de ensino e de aprendizagem pode ser uma alternativa para superar tal dificuldade. O referido autor relaciona ainda a dificuldade de medição a uma ideia disseminada e compartilhada de que a medida é dada no instrumento e não por meio dele.

Concluída a etapa de investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, as produções foram recolhidas de modo a constiuirem a base para análise e continuidade dos estudos. As questões foram discutidas uma a uma com a turma, buscando sucitar estudos que trouxessem à tona os conhecimentos que as envolviam.

Na etapa seguinte **(Passo 3 da UEPS),** foi proposto o jogo *Polygon Shape Shoot* com o intuito de abordar uma diferenciação básica para o estudo das figuras geométricas (polígonos e não polígonos). O jogo despertou o interesse dos alunos para uma Aprendizagem Significativa, o que favoreceu a pré-disposição à aprendizagem defendida por Ausubel (2003).

As descrições das características de um polígono e de um não polígono, após o jogo, mostram que os alunos foram capazes de construir um conceito satisfatório, fato observado nas respostas: *"Polígonos são figuras geométricas que não possuem curvas, são retas e são fechadas. Já os não polígonos são figuras geométricas que possuem curvas e/ou são abertas (A3)"*. De forma similar, A4 definiu polígono como sendo uma "*forma geométrica que é composta só por linhas retas, que se ligam sem deixar nenhuma abertura entre as linhas"*. Ele acrescentou que *"uma figura geométrica que possui curvas ou aberturas, independentemente de ter uma curva só ou uma mísera abertura não será polígono*".

A elaboração dos referidos conceitos indica que os alunos foram hábeis em organizar uma "informação ordenada sobre as propriedades de uma ou mais coisas – objetos, eventos ou processos – que torna qualquer coisa ou classe de coisas capaz de ser diferenciada ou relacionada com outras coisas ou classes de coisas (KLAUSMEIR; GOODWIN, 1977, p. 312)". Assim, pode-se afirmar que, por meio do jogo, de forma lúdica, os pesquisados necessitaram diferenciar características de cada figura para classificá-las em polígono ou não. Concomitantemente, ao conseguirem visualizar um conjunto de figuras com características

comuns que as tornavam pertencentes a um grupo de polígonos ou não, estavam vivenciando o processo da reconciliação integradora.

Cumpre enfatizar que as intervenções feitas durante o jogo, seguidas da sistematização de conceitos, potencializaram a aprendizagem em construção. Sendo assim, acredita-se que a experiência do jogo favoreceu a mobilização de diferentes habilidades de forma a considerar a neuroplasticidade do aprendiz. Mattar (2009) alerta que práticas pedagógicas lineares podem retardar o aprendizado dessa nova geração, que possui mentes hipertextuais (MATTAR, 2009).

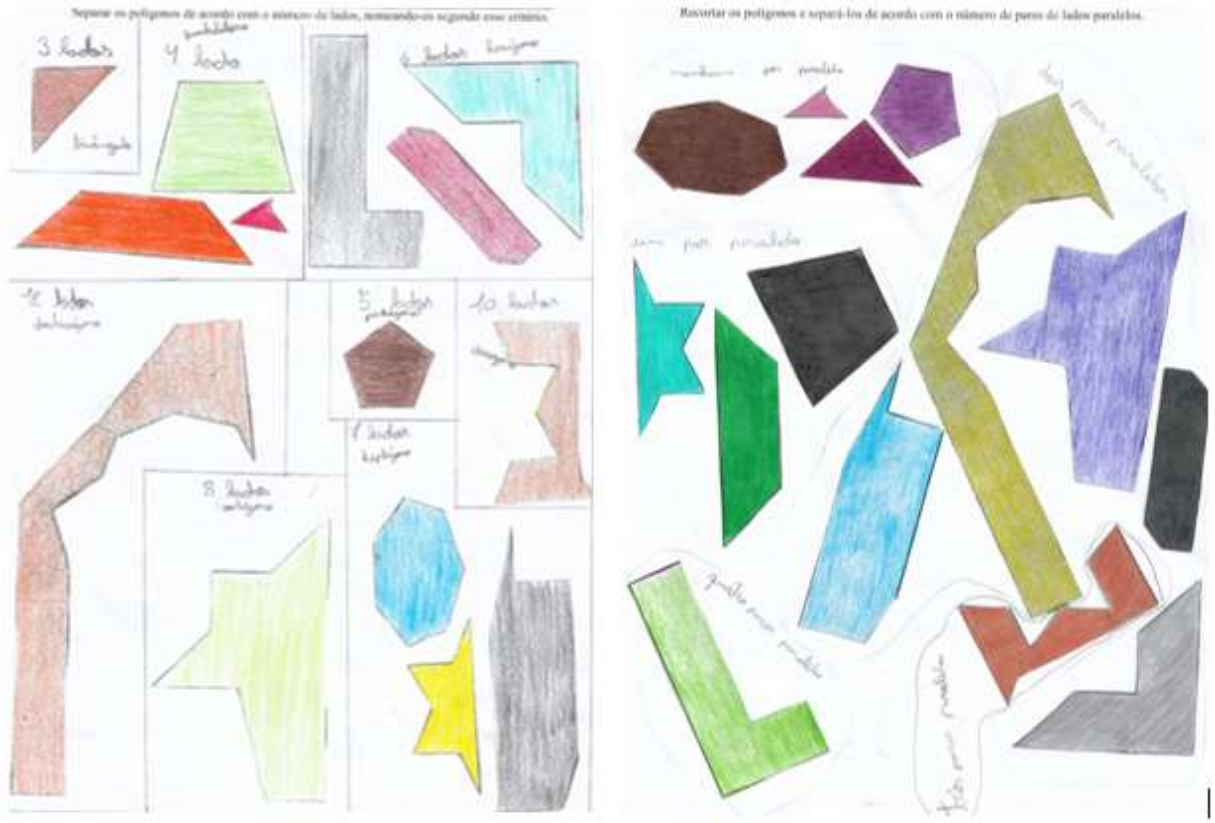
Na sequência, os alunos recortaram polígonos para, em seguida, separá-los de acordo com o número de pares de lados paralelos; número de lados congruentes e de lados; nomeá-los segundo esse critério. Nessa atividade, eles não tiveram dificuldades, já que precisavam atentar a um único atributo por vez na hora da classificação. Alguns conceitos identificados como aprendizagem insatisfatória na etapa de investigação dos conhecimentos prévios foram retomados pelo fato de o processo não ser estanque ou centrado em apenas uma etapa da UEPS. Uma evolução natural na construção dos conceitos foi sendo percebida, quando, por exemplo, o mesmo aluno que anteriormente não conseguiu desenhar uma reta paralela disse a uma colega: *"Pega a régua e confere a distância dos lados para saber se é paralelo (A9)"*.

Os registros e enunciações dos alunos permitem inferir que, ao longo da UEPS, eles foram se apropriando de termos específicos do conteúdo explorado. Um exemplo foi a congruência de que, embora seu entendimento não fosse problema, o termo lhes era desconhecido, levando-os a procurar seu significado no dicionário. Quando o aluno A5 verbalizou *"Ah...é só isso, mesma medida"* e passou a inserir a terminologia em seu vocabulário, percebeu-se que conseguiu estabelecer relações com ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e com o novo termo presente na atividade. Assim, ao inserir uma nova palavra, como a exemplificada, em diferentes contextos, anunciando que a compreendera e estava apto a fazer generalizações e abstrações de forma voluntária e sistematizada, não apenas ampliou seu vocabulário, mas alcançou uma aprendizagem de conceitos ou conhecimento.

Durante o desenvolvimento da atividade, exemplificada na Figura 43, os alunos, inicialmente, contavam os lados paralelos e não os pares de lados paralelos. Em vista disso, fez-se necessária uma intervenção para retomar o conceito de par que parecia apenas obliterado,

pois a utilização de exemplos familiares, como o par de calçado, que foi facilmente “resgatado”, “ativado” ou mesmo “recuperado”, sendo possível a relacionabilidade com a tarefa.

Figura 43 - Classificação de polígonos



Fonte: Produção A7 (2019).

As terminologias referentes à classificação quanto ao número de lados dos polígonos também demandou pesquisa, pois nem todas eram de conhecimento do grupo. Embora alguns alunos as desconhecessem, o número de lados, possivelmente, é uma das características comumente usadas para classificação dos polígonos desde o início dos estudos escolares. As conjecturas e exploração dos elementos de cada figura possibilitaram que os pesquisados diferenciassem os polígonos em grupos, elaborando conceitos inclusivos que evidenciaram a reconciliação integradora.

Outro jogo explorado foi o Formas Geométricas, em que era preciso selecionar a figura que tinha a forma geométrica solicitada e, na sequência, usando as setas do teclado (cima, baixo, esquerda, direita), mover um submarino que capturava as formas geométricas indicadas no início do problema. Além da habilidade motora da personagem, foi necessário identificar a figura, o que favoreceu as conexões entre os conceitos abordados. Já a descrição das

características das figuras em uso no jogo demonstrou que o conhecimento que os alunos tinham sobre as figuras geométricas era mínimo, abrangendo, razoavelmente, o número de lados e paralelismo, abordado em atividade anterior conforme estes exemplos:

A3: "Quadrado: figura de quatro lados iguais e dois pares de lados paralelos".

A5: "Retângulo: figura de quatro lados, nem todos iguais, tem dois pares de lados paralelos".

A10: "Triângulo: figura de três lados".

A12: "Paralelogramo: figura de quatro lados com dois paralelos".

Observa-se que não houve menções aos ângulos, eixos de simetria, diagonais ou outras características que definem cada figura geométrica, sinalizando que o conhecimento que tinham sobre o assunto era limitado. É importante salientar que, das quatro figuras exemplificadas nas definições dos alunos, três são quadriláteros, ou seja, são figuras planas com quatro lados. Podem-se classificar os quadriláteros segundo a posição relativa entre os seus lados em paralelogramos quando tiverem lados opostos paralelos e, em trapézios, ao apresentarem um par de lados opostos paralelos.

Os paralelogramos são quadriláteros que apresentam lados opostos paralelos, o que acarreta uma série de propriedades particulares: têm lados e ângulos opostos congruentes; ângulos adjacentes suplementares; as diagonais de um paralelogramo se cruzam em seus pontos médios. Assim, eles (os paralelogramos) podem ser classificados em retângulos, losangos, quadrados ou nenhum deles (MACHADO; FERRAZ, 2019). Vê-se nas classificações o quão complexas são essas definições que, por vezes, não são compreendidas na integralidade, o que reforça a importância das atividades subsequentes que exploraram com maior profundidade o assunto. Brunheiras (2012, p. 3) chega a afirmar que "Vários estudos sobre a aprendizagem dos quadriláteros, envolvendo alunos, professores e futuros professores, mostram que frequentemente os indivíduos conhecem as definições, mas não raciocinam de acordo com tais definições".

Cumpre salientar que este estudo considerou a definição de quadriláteros apresentada por Machado e Ferraz (2019), ou seja, figuras planas com quatro lados, duas diagonais, quatro vértices, quatro ângulos internos, quatro ângulos externos e soma dos ângulos internos de 360º. Os autores definem os paralelogramos como quadriláteros com lados opostos paralelos e

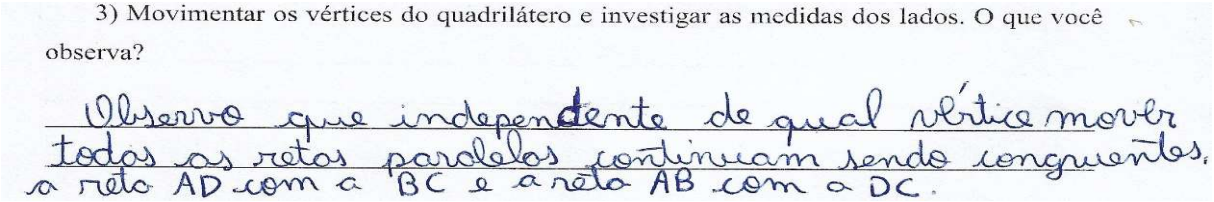
congruentes, ângulos opostos congruentes, possuem ângulos adjacentes suplementares e diagonais cruzando-se em seus pontos médios.

Os paralelogramos por sua vez, podem ser, segundo os autores, retângulos, losangos e quadrados. Os retângulos são, por eles, definidos como quadriláteros que possuem ângulos internos e diagonais congruentes. Já os losangos possuem os lados congruentes e diagonais perpendiculares. Os quadrados, segundo os autores, possuem todos os lados congruentes, ângulos internos retos e diagonais perpendiculares e congruentes, assim todo quadrado pode ser também considerado como um losango ou um retângulo, contudo nem todo losango é um quadrado, pois o losango não precisa necessariamente ter os ângulos internos retos. Da mesma forma que nem todo retângulo é um quadrado, pois ele não precisa, necessariamente, ter todos os lados congruentes. Os trapézios são definidos pelos autores como quadriláteros de apenas um par de lados paralelos, denominados base, sendo que aqueles que têm os lados não paralelos iguais são denominados de isósceles.

Na continuidade **(Passo 4 da UEPS),** utilizaram-se as ferramentas da interface do *Geogebra*, o que possibilitou a exploração de vários conceitos geométricos, a começar pelos elementos primitivos da geometria. Com a construção de pontos, retas e planos, identificou-se como, costumeiramente, esses entes são nomeados, ou seja, os pontos por letras do alfabeto maiúsculas, as retas por letras minúsculas e os planos por letras do alfabeto grego. Além disso, foi possível explorar uma definição informal para reta, semirreta e segmento de reta a partir da representação visual da ferramenta.

A construção, embora orientada, foi desafiadora aos alunos, que precisaram desenvolver a habilidade de interpretação dos comandos e a respectiva ação. A análise das respostas permite inferir que, de forma natural, os alunos foram se apropriando de um vocabulário específico de conceitos, envolvendo os conhecimentos geométricos abordados, conforme consta no registro do aluno A11 (FIGURA 44):

Figura 44 - Resposta à questão 3


3) Movimentar os vértices do quadrilátero e investigar as medidas dos lados. O que você observa?

Observo que independente de qual vértice mover todas as retas paralelas continuam sendo congruentes, a reta AD com a BC e a reta AB com a DC.

Fonte: Produção A11 (2019).

Pela resposta, constata-se que A11 identificou os lados paralelos; portanto, compreendeu que o paralelismo é uma condição estabelecida a partir de um parâmetro de comparação, pois indicou os pares, nomeando-os, inclusive. As regularidades também foram facilmente identificadas pelo grupo conforme declaração de A16: *"Não importa o quanto eu mova, [referindo-se aos vértices dos quadriláteros] os ângulos opostos serão congruentes".*

O conceito de paralelogramo, após a atividade no *Geogebra,* foi consideravelmente melhor elaborada, como podemos observar na definição do aluno A12, que, durante a sistematização do jogo Formas Geométricas, proposta na **Etapa 3 da UEPs**, fez alusão somente aos lados paralelos e, na sequência, ampliou o conceito: *"Paralelogramo é um polígono que possui quatro lados, destes dois pares paralelos e os ângulos opostos congruentes.".*

Outras definições foram mais consistentes após as construções e investigações no *Geogebra*, tais como:

A3: Quadrado: *"Todos os lados congruentes e todos os ângulos internos de 90 graus".*

A5: Retângulo: *"Quatro lados, sendo dois pares paralelos e congruentes, com ângulos opostos congruentes".*

A7: Losango: *"Polígono que possui os lados e os ângulos opostos congruentes".*

A14: Trapézio: *"É um polígono que possui um par de lados paralelos, não possui nenhum lado congruente e não possui nenhum ângulo congruente".*

É oportuno destacar que, embora os alunos tivessem avançado nas definições das referidas figuras geométricas, elas ainda não podiam ser consideradas completas. A5, por exemplo, não mencionou que os ângulos apostos congruentes precisam ser de 90º; A7 não quantificou na definição os quatro lados que o losango necessita ter para ser assim classificado. Além disso, o referido aluno dá a entender que, em um losango, há os quatro lados e também os quatro ângulos congruentes, quando, na realidade, ele tem os quatro lados congruentes, mas não os quatro ângulos; apenas os dois pares de ângulos opostos, que devem atender à condição de congruência.

As fragilidades nas definições como as exemplificadas não desmerecem o progresso dos alunos, pois eles trouxeram novos elementos que demonstraram avanço na aprendizagem. Assim, evidencia-se que os seus conhecimentos prévios incorporaram novas informações mais

amplas e inclusivas, que lhes permitiam não apenas classificar, mas também definir os quadriláteros, tarefa que pode ser considerada complexa. Nesse sentido, Mariotti e Fischbein (1997) afirmam que classificações formais normalmente fazem uso de critérios estruturais não tão claros por se distanciarem de critérios percentuais com os quais tem-se maior familiaridade nas atividades de classificação espontânea. Embora a percepção da complexidade dessas definições mais amplas e específicas no contexto das figuras geométricas; neste caso, os quadriláteros, acredita-se ser válido proporcionar ao aprendiz tais explorações como uma forma de distanciar o ensino da Matemática de uma ciência absoluta.

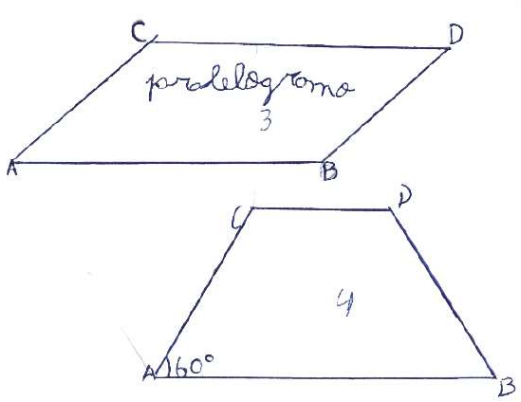
Ainda a respeito das definições expostas anteriormente pelos alunos, é válido enfatizar que A14 descreveu o trapézio escaleno construído em aula no *software,* não fazendo referência à existência das demais classificações, fato recorrente nos registros da turma de modo geral. Assim, ao discutir com o grupo as questões propostas, apresentaram-se exemplos dos três tipos de trapézios, buscando evitar uma construção errônea do conceito que, segundo Klausmeier e Goodwin (1977), pode ocorrer pela unicidade de exemplos trazidos pelo professor que favorecem uma super ou subgereneralização.

Também cumpre frisar que as questões investigativas foram muito importantes para instigar nos alunos a manipulação intencional associada à reflexão, o que potencializou as aprendizagens. Não fosse a intervenção docente por meio de questões orais e escritas, eles dificilmente atentariam aos casos específicos, como o de o paralelogramo se transformar em um retângulo, ou um retângulo num quadrado, pois, quando conseguiam observar isso por intermédio dos movimentos dos lados e/ou ângulos na interface do Geogebra, consideravam o fato apenas uma coincidência.

Ao identificarem o eixo de simetria por meio das dobraduras **(Passo 5 da UEPS),** os alunos conseguiram, com relativa facilidade, contabilizar praticamente todos os eixos de cada quadrilátero. As discussões em grupo facilitaram o êxito da atividade, pois utilizaram argumentos de convencimento como se observa na enunciação do aluno A7*: "Veja,... você ainda pode dobrar o trapézio assim e fica certinho os dois lados, é mais um eixo".* Nesse sentido, Cohen e Lotan (2017, p. 79) afirmam que, nos trabalhos em grupos, "os estudantes analisam, sintetizam e avaliam; discutem causa e efeito, exploram temas controversos, planejam experimentos e constroem modelos, se esforçam para obter consenso e retiram conclusões". É importante destacar que, ao se pronunciar, A7 aludiu a um trapézio isósceles e que o eixo de simetria a que ele se referiu não existe nos demais trapézios.

Na continuidade do trabalho com o *Geogebra,* exploraram-se as características das diagonais, como congruência, interceptos e posições de perpendicularismo, aspectos manipuláveis por meio da dinamicidade da ferramenta. Já no traçado das figuras com régua, esquadro, compasso e transferidor, houve dificuldades no uso preciso das medidas solicitadas. Na Figura 45, aparecem quantos traços auxiliares e tentativas foram feitas para desenhar o paralelogramo e o trapézio, fato recorrente nas demais construções do mesmo aluno e dos demais da classe. Ao encontro com essa constatação, Teixeira e Mussato (2020, p. 457) sustentam que "os alunos, por meio da visualização e a manipulação de objetos na tela do computador, podem conjecturar as variedades de construções, as quais consequentemente não conseguiriam apenas utilizando o modo estático, ou seja, lápis e papel". Salienta-se, assim, que a interação possibilitada durante as construções permitiu testar hipóteses e inferir conclusões.

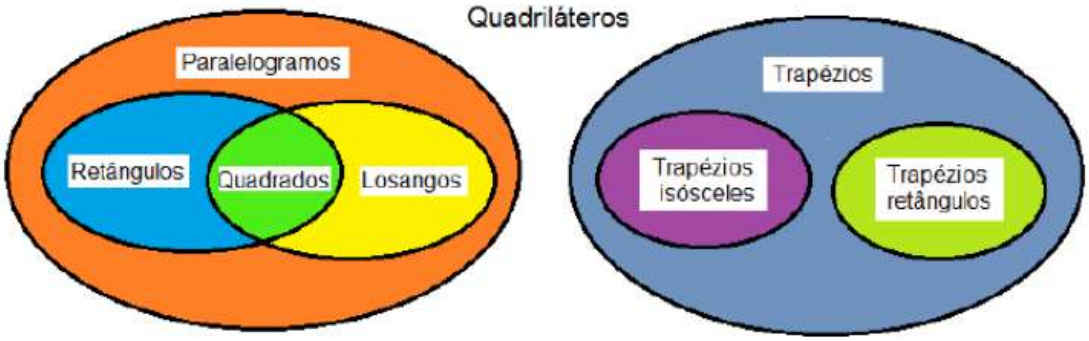
Figura 45 - Construções de quadriláteros em papel



Fonte: Produção do aluno A12 (2019)

Na questão em que se recorreu à análise do diagrama de *Ven* (FIGURA 46) para representar os quadriláteros, os alunos foram instigados a refletirem sobre atributos inclusivos e exclusivos, sintetizando, assim, o estudo até esse momento.

Figura 46 - Diagrama de *Ven*



Fonte: Amâncio (2013, p. 177)

De fato, o diagrama favoreceu a sistematização e a organização das aprendizagens. Como exemplo, A4 apresentou uma riqueza de detalhes, definindo, inclusive, alguns quadriláteros, como o trapézio em suas especificidades:

> A4: *Todos são quadriláteros porque todos tem 4 lados. O quadrado também é um losango e retângulo, mas nem todo retângulo é um quadrado e nem todo losango é um quadrado. Todos nesse grupo são polígonos de 4 lados e 2 pares de lados paralelos. No grupo dos trapézios os polígonos tem 4 lados, 1 par de lados paralelos, mas os trapézios são diferentes, o trapézio-isósceles tem um par de paralelo e outro par congruente, mas os outros não apresentam lados congruentes. São diferentes os trapézios, podem ser isósceles e retângulos, mas nunca um paralelogramo, não pode ser nenhum do outro grupo.*

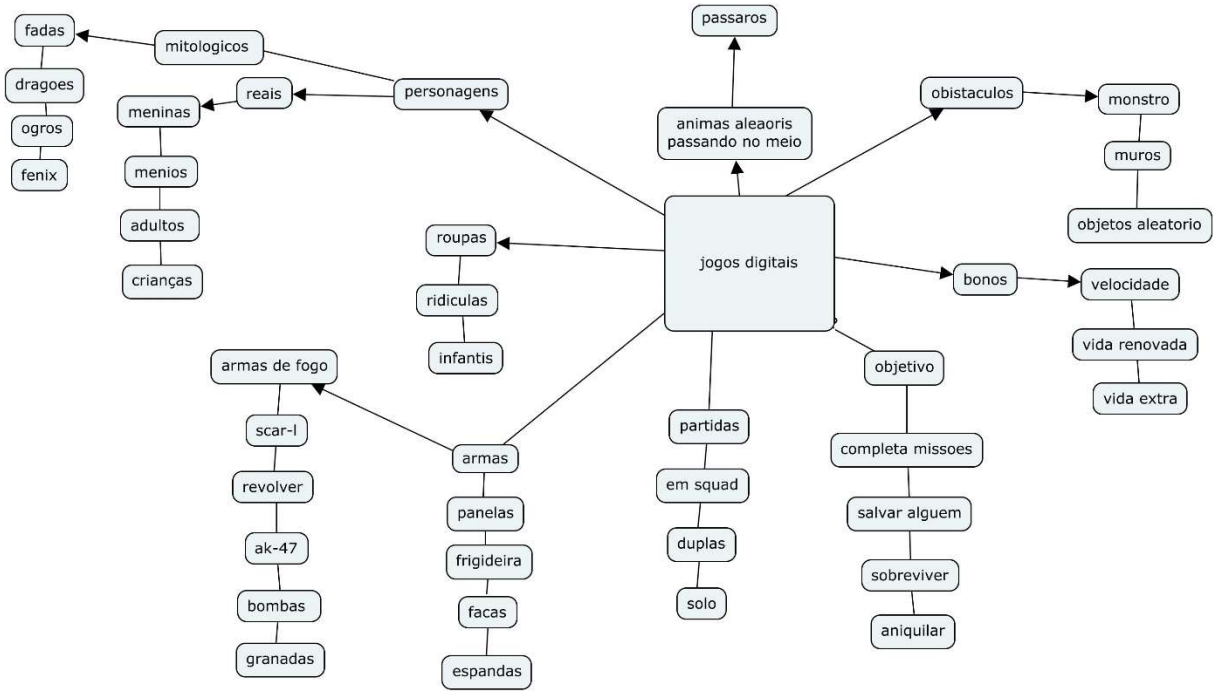
A análise das explicações dadas ao diagrama permite inferir que os alunos foram capazes de ampliar o conceito de quadriláteros, desmistificando questões como a de que todo quadrado é também um retângulo e um losango. É pertinente ressaltar que as definições apresentadas se originaram de um processo de exploração e investigação e não de uma explanação que concebe a ciência num viés absolutista. Brunheira (2017, p. 33) sustenta que "no caso da aprendizagem das figuras geométricas, a investigação em educação matemática tem mostrado evidências que nos levam a questionar a adequação de uma abordagem que parte das definições para a organização das figuras em classes".

Nessa atividade, o processo da diferenciação progressiva foi percebido quando os alunos conseguiram identificar características que diferenciavam as figuras geométricas. Já a reconciliação integradora ocorreu quando abarcaram, num mesmo grupo, figuras que, embora diferentes entre si, possuem atributos de uma classificação mais abrangente, como no caso dos quadriláteros, paralelogramos e trapézios. Assim, observou-se que os estudantes, ao explicarem a figura, apresentaram indícios de sua capacidade de diferenciar e integrar conceitos referentes

à classificação dos polígonos. Um exemplo é a compreensão de que paralelogramos e trapézios pertencem ao grupo dos quadriláteros por terem quatro lados.

Para dar continuidade à proposta **(Passo 6 da UEPS),** os alunos, organizados em grupos, foram orientados a construírem um mapa mental sobre jogos digitais. Na Figura 47, um exemplo de tal mapa:

Figura 47 - Mapa mental sobre jogos digitais



Fonte: Produção dos alunos A3 e A16 (2019).

No mapa mental da Figura 47, a exemplo dos demais construídos pela turma, as palavras apresentadas têm relações com os elementos, personagens e animações que envolvem os jogos. Vale ressaltar que, diferentemente de quando criaram o mapa conceitual, os alunos não se preocuparam com os termos de ligação, pois apenas registraram o que ocorria quando a temática de jogos digitais lhes era posta. Com o intuito de identificar recorrências que pudessem sugerir algum indicativo relevante, construiu-se uma nuvem de palavras no site *WorArt*[9]. Primeiramente, foi produzida uma planilha com a compilação das palavras que surgiram em todos os mapas construídos e, após inserida na interface da referida ferramenta, ela criou a

[9] Disponível em: https://wordart.com/create

nuvem automaticamente, destacando os vocábulos mais frequentes com uma fonte maior como se observa na Figura 48:

Figura 48 - Nuvem de palavras a partir do primeiro mapa mental sobre Jogos Digitais no 7º ano

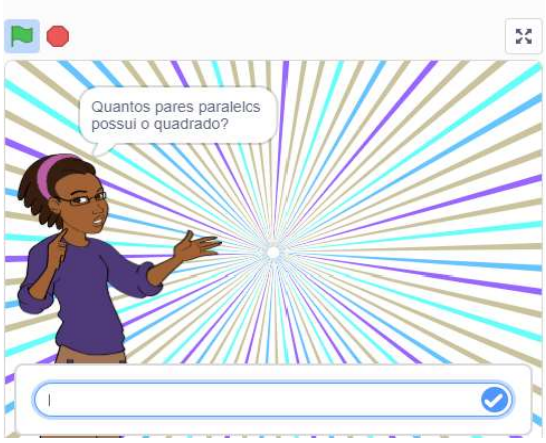
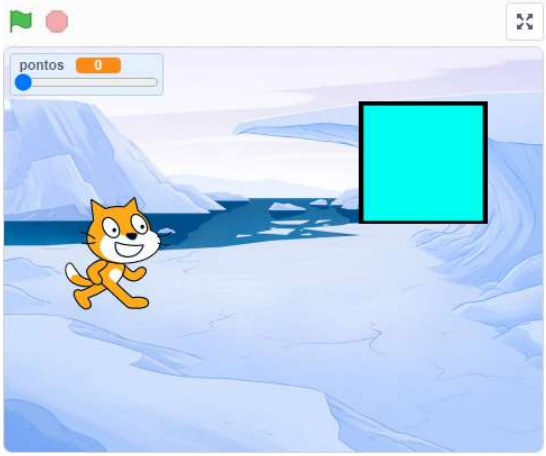
Fonte: Elaborado pela autora (2020).

As palavras “armas” e “atirar” salientam a relação estabelecida pelos alunos entre os jogos digitais e a violência, fato que mostra o contato com jogos de enredos agressivos. Entretanto, não se pretende discutir uma possível relação entre a utilização de tais jogos e violência, até mesmo porque estudos, como os de Alves (2004) e de Fernandes et. al. (2017), apontam a inexistência de indícios que permitam afirmar que jogos, eletrônicos ou não, possam incitar comportamentos violentos. Para esses autores, o interesse ocorre pelo desafio, podendo, inclusive, constituir-se espaço de elaboração de conflitos, medos e angústias. Nesse sentido, é adequado informar que, quanto aos mapas mentais construídos, não houve registros de alguma relação dos jogos digitais com os processos de ensino e de aprendizagem. Diante desse fato, deduz-se que esse recurso não fazia parte da caminhada estudantil do grupo respondente.

Concluído o mapa mental, houve o primeiro contato dos alunos com o *Scratch*, em que foram exploradas as ferramentas e algumas possibilidades de uso. Em seguida, foram desafiados a construírem, em grupos, um jogo que envolvesse o conteúdo de quadriláteros explorados. Eles também ficaram incumbidos de planejá-lo, discutir objetivos e desenvolver a programação adequada para atendê-los. De maneira espontânea e divertida, mobilizaram

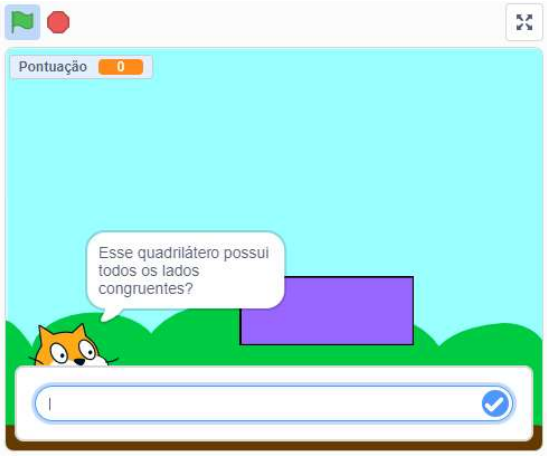
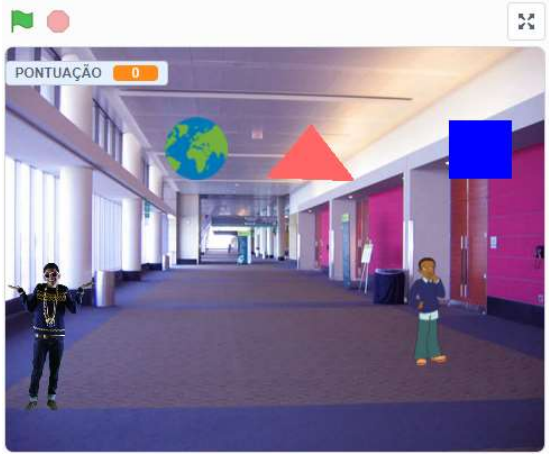
conhecimentos matemáticos estudados, aplicando-os em um contexto diferente. Cumpre informar que não lhes foi disponibilizado nenhum roteiro de construção; ao contrário, precisaram estabelecer conexões entre as estruturas da programação e os conhecimentos a serem abordados. Os jogos construídos foram *quizes,* envolvendo perguntas relativas às características de quadriláteros como mostra o Quadro 9:

Quadro 9 - Jogo x conhecimento matemático explorado

Relação de jogos construídos	Questões que envolviam conteúdo matemático nos jogos
Jogo 1  Fonte: Autoria dos alunos: A4, A5, A2.	• Quantos pares de lados paralelos possui o quadrado? • Qual é o ângulo interno exato que o quadrado precisa ter? • Em um paralelogramo, todos os lados precisam ser congruentes? • Como são chamados os quadriláteros que possuem lados opostos paralelos? • O retângulo é um quadrilátero? • O triângulo é um quadrilátero?
Jogo 2  Fonte: Autoria dos alunos: A6, A18, A3.	• Quantos vértices tem esta figura? • Qual o ângulo interno desta figura? • Quantos pares de lados congruentes tem esta figura? • O que define esta figura como um quadrilátero? • Esta figura é um polígono? • O que define esta figura como um polígono?

(Continua...)

(Continuação...)

Jogo 3 Fonte: Autoria dos alunos: A10, A8, A9.	• Os trapézios se dividem em três classificação. Quais são? • O quadrado tem diagonais congruentes? • Os trapézios isósceles têm diagonais congruentes? • É possível transformar um paralelogramo em um quadrado? • Quanto medem os ângulos de um quadrado? • Depois de construirmos um paralelogramo e movermos suas vértices, está correto afirmar que os ângulos da figura mudam? • Todo o losango é um quadrado? • Todo losango é um paralelogramo? • Um losango é um quadrilátero equilátero?
Jogo 4  Fonte: Autoria dos alunos: A11, A1, A13.	• Qual é o nome desse quadrilátero? • Todo retângulo é um paralelogramo, mas nem todo paralelogramo é um retângulo. Essa afirmação é verdadeira ou falsa?
Jogo 5  Fonte: Autoria dos alunos: A12, A19, A14.	• Qual dessas figuras têm ângulos internos igual a noventa graus? • Qual dessas figuras geométricas é um quadrilátero? • Qual dessas figuras tem arestas? • Qual dessas figuras não é um polígono? • Quantos pares de lados congruentes essa figura tem? • Qual a medida dos ângulos internos desta figura? • Quantos eixos de simetria tem o trapézio retângulo?

(Continua...)

(Conclusão.)

Jogo 6 Fonte: Autoria dos alunos: A15, A16.	• O círculo pode ser um polígono? • O losango tem lados congruentes? • O triângulo é um quadrilátero? • Quantas arestas têm os quadriláteros? • Responda em numeral qual o ângulo interno do quadrado • Quando o trapézio tem dois pares de 90 graus, como ele se chama? • Todos os quadriláteros têm 2 pares de lados iguais?
Jogo 7 Fonte: Autoria dos alunos: A7, A17	• Qual o nome desta figura? • Esta figura geométrica é um quadrilátero? • Quantos pares de lados congruentes esta figura tem? • Qual a medida dos ângulos internos desta figura? • Quantos eixos de simetria tem o trapézio retângulo?

Fonte: Elaborado pela autora (2020).

Observa-se que no jogo 1 os alunos A4, A5 e A2 questionaram o número de pares de lados paralelos e não apenas quantificaram os lados como no relatório do Jogo Forma Geométricas (Atividade 3 do passo 3) proposto no início da UEPS. Quando destacaram, por exemplo, o valor exato do ângulo interno do quadrado, forneceram indícios de que estavam aptos a diferenciar os ângulos internos e externos da figura. Essa percepção, embora pareça irrelevante, foi essencial para uma "abordagem classificatória dos ângulos sob a perspectiva da mensuração, da medida, da comparação, como se vê claramente nas definições de: ângulo agudo, ângulo obtuso e de como se decide quando um ângulo é maior (ou menor) que outro" (ALBUQUERQUE, 2017, p. 39).

Quando os alunos que construíram o jogo 1 perguntaram se o retângulo é um quadrilátero e, na sequência, questionaram o triângulo, eles fizeram uso de um exemplo e, na

sequência, um contraexemplo, evidenciando que os diferenciaram. Na medida em que mobilizaram esse conhecimento para programarem o jogo, contexto que desconheciam até esse momento, demonstraram, mesmo que de maneira implícita, que estavam atentos às diferenças e similaridades das referidas figuras, compreendendo a diferenciação progressiva da aprendizagem.

Por intermédio da construção do jogo, os alunos retomaram diversas propriedades dos quadriláteros, selecionando as que seriam contempladas. Ao abordar, por exemplo, a congruência e o paralelismo dos lados, identificaram propriedades invariantes do paralelogramo. Essa questão pode ser pensada com um exemplo rotineiro: uma mesa não deixa de ser uma mesa se a mudarmos de posição ou for retirada da sala e posta na garagem; a princípio, contrariar essa afirmação é um absurdo; contudo, quando o contexto são as figuras geométricas, para os discentes, nem sempre isso é imediato. Assim, a referida abordagem, por meio das questões e diálogos, durante a construção como a do aluno A2, que comentou com seu colega de dupla*: "O que podemos perguntar sobre o paralelogramo? Vamos lembrar do que fizemos no computador, volta lá...*", demonstra que os estudantes não memorizaram simplesmente os conceitos, mas estabeleceram conexões com representações visuais e experiências de estudo ao longo da UEPS.

Para exemplificar a sequência de passos para uma dada ação, que reflete, além de um algoritmo de programação, um cenário de aprendizagem dinâmica, que não segue receitas e permite ao aluno planejar, executar, errar, readequar, remanejar e prever, destaca-se um excerto da programação do Jogo 1. Ressalta-se que o processo de construção do algoritmo (FIGURA 49) perpassou por uma multiplicidade de estratégias, depuradas pelo princípio de tentativa e erro, mas sustentadas pelo conhecimento matemático envolvido.

Figura 49 - Excerto da programação do jogo 1

Fonte: Produção dos alunos A4, A5 e A2 (2019)

Na Figura 49, verifica-se que os questionamentos propostos no jogo foram previamente respondidos pelos algoritmos da programação representados pelos blocos sequencialmente organizados. A análise do excerto da programação não se centra no produto final, mas no processo de construção que possibilitou aos alunos ressignificarem o conhecimento e mobilizar conteúdos, relacionando-os aos comandos de programação, diferenciados segundo os objetivos e funcionalidades do jogo. Novak e Gowin (1996, p. 115) afirmam que "[...]os conceitos nunca são finalmente aprendidos, mas sim permanentemente enriquecidos, modificados e tomados mais explícitos e inclusivos à medida que se foram progressivamente diferenciando".

O grupo 2, ao contrário do 1, escolheu um quadrilátero específico para explorar em seu jogo, o quadrado. As questões propostas averiguaram desde sua classificação como polígono às características que o definem como quadrado, como o número de vértices, valores de ângulos internos, quantidade de lados e números de pares paralelos. Não mencionaram as diagonais, mas demonstraram ter incorporado novas informações à definição da referida figura, que, no início da UEPS, restringia-se à quantidade de lados, arestas e vértices. Assim, obtiveram-se

indícios de que os subsunçores se ampliaram e se tornaram mais elaborados, estáveis e diferenciados, delineando, portanto, uma modificação da estrutura de conhecimentos.

Nas etapas iniciais das UEPS, percebeu-se que os alunos, teoricamente, tinham conhecimentos básicos, mas limitados referentes aos polígonos. Por exemplo, foi uma novidade conceber que um quadrado pode ser um retângulo; ou um losango ser considerado um paralelogramo. Quando um conteúdo é aprendido, e o discente consegue estabelecer relações de inclusão e exclusão, têm-se indícios de uma Aprendizagem Significativa, fato percebido nas perguntas propostas pelo Grupo 3, que transcenderam as características triviais dos polígonos. Ao questionarem se todo o losango é um quadrado ou um paralelogramo, conseguiram ir além do que Hershkowitz (1989) denomina efeito protótipo, restrição de conceitos a partir de exemplos ou de casos específicos, ou ainda acréscimo de atributos desnecessários ou falsos que podem induzir a uma classificação errônea das figuras.

Na programação do grupo 4 (FIGURA 50), ressalta-se o enunciado “todo o retângulo é um paralelogramo, mas nem todo paralelogramo é um retângulo”. Embora pareça trivial, não o é, pois, ao considerarem a afirmativa verdadeira, seus integrantes admitiram que um retângulo pode ter lados consecutivos iguais. Brunheira (2017) afirma que não só alunos, mas alguns professores assumem, inclusive, uma posição convencional do retângulo com dois lados horizontais e outros dois verticais, considerando até mesmo que os primeiros devam ser maiores. A autora sublinha que “os alunos podem enunciar corretamente uma definição para paralelogramo sem admitir que o retângulo pertence a essa classe” (BRUNHEIRA, 2017, p. 3).

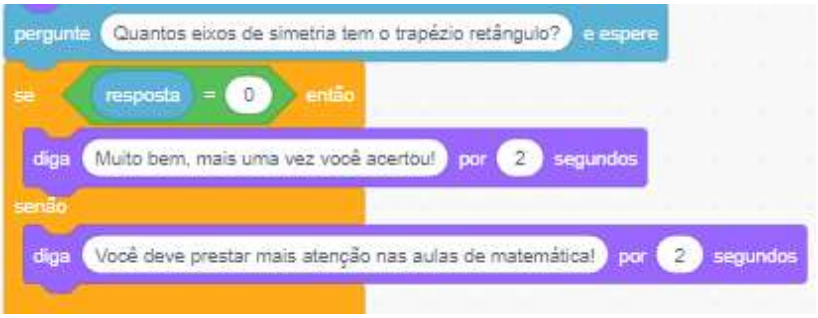
Figura 50 - Excerto de programação do grupo 4

Fonte: Produção dos alunos A11, A1, A13 (2019).

O excerto da Figura 50 evidencia o uso dos blocos com conectivos lógicos, demonstrando que, para além dos conteúdos relativos aos quadriláteros, os alunos construíram uma sequência lógica, concatenando ideias e estabelecendo relações de causa e consequência. Acredita-se que, por meio desse raciocínio, eles possam desenvolver autonomia diante de novos desafios e se desvencilharem de um modelo a ser seguido. Lira e Silva (2004) atribuem a dificuldade de compreensão de problemas envolvendo conectivos, como os exemplificados na programação, ao desconhecimento das inferências representadas por sentenças condicionais, como as estruturadas por se p, então q, semelhantes às funcionalidades dos blocos da Figura 50.

O grupo de alunos que construiu os jogos 5 e 7, além de referência a congruências dos lados, medida dos ângulos internos e arestas, abordou a simetria, até então não contemplada pelos jogos aqui analisados. Embora uma primeira análise possa sugerir que a pergunta induz a uma resposta errônea, que quantifica os eixos de simetria em um trapézio retângulo quando eles não existem, diferentemente do trapézio isósceles que possui um, a programação (FIGURA 51) demonstra o contrário.

Figura 51 - Simetria na programação



Fonte: Produção dos alunos A11, A1, A13 (2019).

Os subsunçores relevantes para a compreensão da simetria são construídos por meio da manipulação de elementos do entorno nos primeiros anos de vida quando a criança é capaz de perceber que objetos geométricos não alteram a forma após movimentos de rotação. Contudo, Silveira (2008) sublinha que esse conteúdo nem sempre recebe a devida atenção nos materiais instrucionais e no ensino, sendo considerado uma matemática abstrata de difícil conceitualização. No entanto, quando os alunos utilizam esse conhecimento na construção do jogo, sem a interferência do professor nessa abordagem, evidenciam ser esse um novo subsunçor em suas estruturas cognitivas capaz de ancorar novas aprendizagens que nele se sustentam conforme destaca Ausubel (2003).

No jogo 6, o grupo fez alusão ao círculo, buscando diferenciá-lo de um grupo de figuras geométricas planas, com características específicas como as dos polígonos, já que, no momento da programação, eles precisaram construir uma resposta aceitável ao contexto de estudo. Quando partiram de um conceito mais amplo, generalista e chegaram a uma análise de características mais específicas, excluindo o círculo do grupo das demais figuras, percebeu-se a diferenciação progressiva. Praticamente de maneira simultânea e contínua, a reconciliação integradora ocorreu quando os pesquisados conseguiram abarcar paralelogramos e trapézios no grupo de quadriláteros. Já nos paralelogramos, distinguiram características espefícicas do retângulo, do losango e do quadrado, o que demonstrou sua capacidade de elencar pecularidades dos trapézios que permitem classificá-los em retângulos e isósceles.

Outro aspecto que merece destaque é o vocabulário utilizado pelos alunos na construção dos jogos, que mostra a apropriação de conceitos relacionados aos quadriláteros, como a simetria, medidas dos ângulos internos, paralelismo e diagonais. Ausubel (2003, p. 2) define conceitos “como objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos

específicos comuns e são designados pelo mesmo signo ou símbolo". Assim, o autor refere que a memória semântica, como a aqui observada, decorre de uma Aprendizagem Significativa por ser baixa a probabilidade de que ocorra a incorporação intencional de informações se estas forem triviais ou frívolas em um conjunto de conhecimento existente e rigoroso. Neste sentido, na construção dos jogos, observou-se que os estudantes mobilizaram conceitos que lhes foram relevantes em um contexto diferenciado, o que demonstra a sua apropriação.No Quadro 10, retomam-se excertos de descrições de algumas figuras feitas no início do trabalho que, numa análise anterior, já foram apontadas como rasas ou pouco consistentes num contraponto com as ideias apresentadas nos jogos construídos.

Quadro 10 - Conceitos de polígonos

Polígono	Definição apresentada no início da UEPS	Conceitos envolvidos na programação do jogo
Quadrado	Possui quatro lados congruentes, 4 arestas e quatro vértices (A5).	É um quadrilátero, possui ângulo interno de 90º, possui 4 arestas, possui lados congruentes (A5).
Trapézio	É uma figura geométrica que possui dois lados congruentes, quatro vértices e quatro arestas (A8).	Os trapézios se dividem em retângulos e isósceles. Os trapézios isósceles tem diagonais congruentes (A8)
Retângulo	É um polígono, apresenta 2 pares de lados paralelos, 4 arestas e 4 vértices. (A11).	Concebe que todo retângulo é um paralelogramo, mas nem todo paralelogramo é um retângulo (A11).

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Embora pareça sutil, o avanço nos jogos construídos por alunos participantes da pesquisa, implicitamente, produziram conceitos mais amplos e não apenas lados, arestas e vértices, estabelecendo relações de exclusão e inclusão, que dependem de elaborações conceituais consistentes. Salienta-se que as definições apresentadas no início da UEPS não são consideradas incorretas; apenas vagas e que se ampliaram, indicando interação de novos conhecimentos com subsunçores, tornando-se mais consistentes.

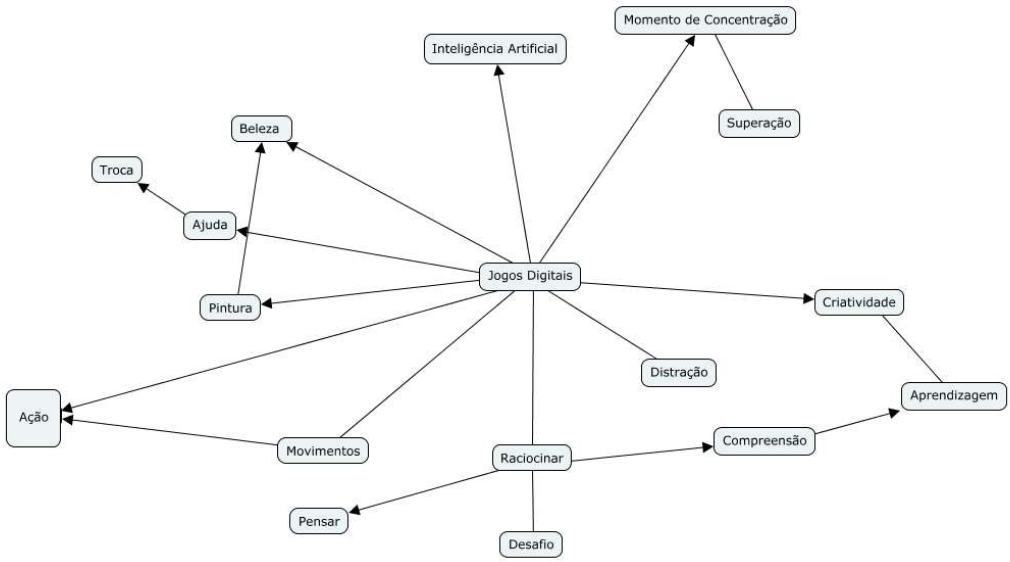
Outro aspecto a enfatizar é a repetição multicontextual do estudo de quadriláteros por meio da construção dos jogos na interface do *Scratch* que, segundo os pressupostos da Aprendizagem Significativa, contribuiu para a consolidação do conteúdo na memória dos estudantes, indo além de meras repetições em um mesmo contexto. A programação do jogo elevou a atividade de um simples exercício de fixação a uma experiência criativa, autônoma e potente na aprendizagem dos conteúdos desenvolvidos Assim, a invariante multicontextual

promovida pelo jogo diferenciou a tarefa de aprendizagem de exercícios comuns das formações de conceitos semelhantes.

Posto isso, é relevante salientar que o processo de programação possibilitou aos alunos desenvolverem aspectos relacionados à criatividade, autoria e fluência digital, aflorando um interesse espontâneo pela tarefa. O fato de estarem na condição de "produtores" de um jogo e não apenas de consumidores, colocou-os num patamar de autores do próprio processo de ensino e aprendizagem. Outro fator motivador na proposta desenvolvida se deveu à necessidade de os colegas testarem a exequibilidade dos jogos construídos. Segundo Ausubel (2003, p. 23), "Os factores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sem dúvida, o processo de aprendizagem de forma concomitante e é provável que interajam mutuamente de várias formas". O autor acrescenta que a motivação estimula e apressa o processo de aprendizagem, aumentando o esforço, a atenção e a prontidão imediata para a aprendizagem.

Ao concluírem e compartilharem os jogos, os alunos produziram um novo mapa mental sobre "Jogos Digitais" conforme Figura 52.

Figura 52 - Mapa Mental Jogos Digitais



Fonte: Produção alunos A4, A5 e A2 (2019).

Na construção dos mapas mentais, os alunos foram convidados a registrar o que os lembrava a expressão "jogos digitais", uma espécie de *brainstorming*. A Figura 52 permite inferir que o grupo estabeleceu relações com termos que remetem aos processos de ensino e de aprendizagem, diferentemente do que ocorreu antes da experiência com o *Scratch*. Uma nuvem

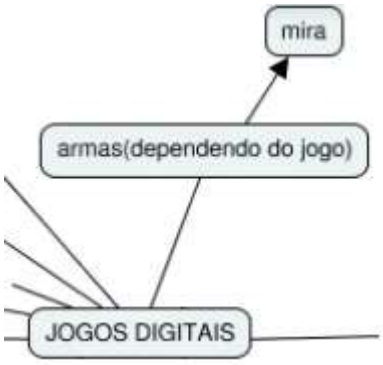
de palavras (FIGURA 53) foi construída com a junção dos termos de todos os mapas, reforçando que o exemplificado (no mapa) não foi uma exceção.

Figura 53 - Nuvem de palavras 02 Jogos Digitais 7º ano

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Observa-se que o foco da associação entre os jogos digitais e os aspectos relacionados à violência foi irrelevante, pois apenas um grupo a mencionou, sendo, portanto, apenas uma possibilidade, como destacado na Figura 54.

Figura 54 - Referência à violência no mapa



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

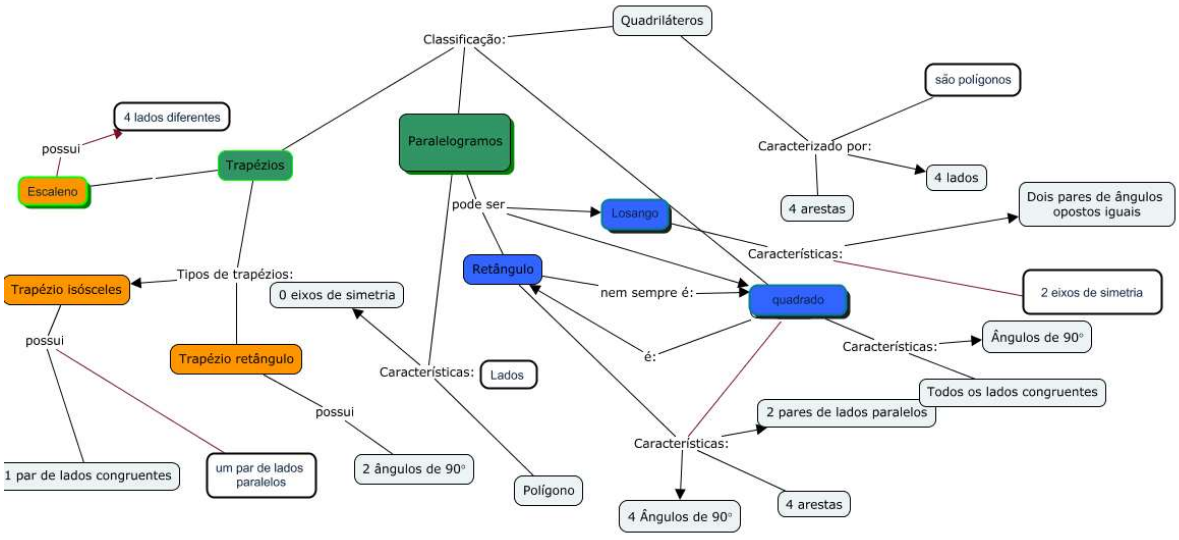
Aspectos relacionados à aprendizagem e/ou habilidades, como desafio, lógica, criatividade, paciência, foco, aprendizagem, compreensão, equipe, concentração, agilidade,

diversão e construção ganharam destaque, haja vista serem recorrentes nos mapas. Acredita-se que as distinções pontuadas pelos alunos conquistaram a relevância pelo fato de, na construção dos jogos, terem a liberdade de determinar quais conteúdos abordariam, criando os arranjos que julgassem funcionais na programação. Desse modo, eles assumiram papeis ativos, determinando o quê, quando e como utilizar o conteúdo de quadriláteros.

Diferentemente do primeiro mapa contruído, o segundo enfatiza aspectos relacionados à aprendizagem, possivelmente influência da experiência que tiveram com o recurso digital. A vivência com os jogos digitais na aprendizagem matemática pode ter contribuído para que os alunos os relacionassem com ferramentas que auxiliam no desenvolvimento cognitivo, estimulando-os a definir obejtivos e solucionar problemas.

A avaliação da aprendizagem **(Passo 7 da UEPS)** ocorreu por meio da construção de mapas conceituais que permitiram aos alunos representarem as aprendizagens referentes ao estudo de quadriláteros. Esses mapas apresentaram, de modo geral, uma organização hierárquica, com o conceito quadrilátero mais inclusivo no topo (posição superior). No mapa (FIGURA 55) produzido por A3, percebem-se, pelas ligações estabelecidas, os conceitos referentes à classificação e características subordinados a cada quadrilátero específico.

Figura 55 - Mapa Conceitual - quadriláteros



Fonte: Produção do aluno A3 (2019).

Outro aspecto a realçar é a organização espacial dos mapas conceituais que apresentam conceitos distribuídos, demonstrando a compreensão das diagramações feitas horizontal e

verticalmente. Embora fosse pertinente melhorar a escolha das palavras de ligações, elas se fazem presente nos mapas. Por se considerar que um mapa conceitual é "um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino (MOREIRA, 2010b, p. 15)", é possível inferir que os alunos, de modo geral, evidenciaram Aprendizagens Significativas referentes aos conteúdos de quadriláteros.

Para a avaliação da UEPS **(Passo 8 da UEPS)**, usou-se um questionário (APÊNDICE C) . Ao serem perguntados sobre as dificuldades na construção dos jogos por meio do *Scratch,* os alunos apontaram questões relacionadas à programação em si como se observa nos excertos:

A5: "*Sim,o mais difícil para mim foram os comandos utilizados na criação do jogo".*

A10: "*SIM !!!... As minhas dificuldades foram assim: ao começar a fazer o jogo, tinha que ter os comandos, para que o personagem fizesse alguma ação. Só que o problema, era achar os comandos (certos), dentre vários outros que havia lá [...]".*

A11: "*No começo, tive um pouco de dificuldade em realizar a troca de cenários, mas fui testando alguns comandos até que cheguei ao certo e consegui realizar o que queria".*

Quando A10 afirmou que *"[...] o problema era achar os comandos (certos)...[...]*" de certa forma, referiu que a atividade proposta não seguia um modelo ou um roteiro. "Sob este mesmo prisma, a visão de ensinar matemática aliada às tecnologias digitais não pode se limitar ao domínio de técnicas, memorização mecânica e atividades receituárias/fechadas" (AZEVEDO, 2017, p. 34). Esse dado converge com a recorrência da criatividade e do raciocínio nos mapas mentais acerca de jogos digitais.

Similarmente, A11 comentou que uma das estratégias para a solução do problema foi ir testando. Os testes subentendem a validação de hipóteses no momento da programação, o que desconfigura um ensino memorístico. Azevedo (2017) afirma que a construção de um jogo digital, num contraponto a uma pedagogia do treinamento, oportuniza ao aluno a participação ativa no processo formativo, possibilitando a construção de ideias, questionamentos e de conhecimentos relativos ao estudo e à constituição enquanto sujeito histórico. Nesse sentido, ao serem indagados sobre os conhecimentos mobilizados na construção dos jogos, os alunos fizeram referências específicas aos conteúdos em estudo, fato comprovado nestes excertos:

A10: *"[...] As atividades que eu fiz em Sala de aula, foram fundamentais, porque, as informações que recebi lá, eu-as botei em prática no SCRATCH [...]".*

> A2: *Sim, precisei lembrar das características dos quadriláteros: retângulo, trapézio, losango, quadrado. Precisei lembrar das explicações que a professora nos deu na informática, as atividades que realizamos na informática, quando construímos um paralelogramo, quadrados e trapézios no laboratório, descobrimos que um paralelogramo pode virar um quadrado,mais tem que ter os ângulos com 90º.*
>
> A15: *Claro. As aulas de matemática nos possibilitaram muitos conhecimentos, até uns que nunca eu pensei que poderia usar para um jogo! Precisei saber as características dos quadriláteros, como, quais as medidas do ângulos, número de arestas, eixos de simetria, lados paralelos, lados perpendiculares, polígonos, etc.*

As enunciações acima transcritas evidenciam que os discentes demonstraram capacidade de nomear os conhecimentos explorados na construção dos jogos, o que presume que os assimilaram, mecanismo humano importante para a Aprendizagem Significativa. Ausubel (2003) afirma que, para os alunos reterem informações por um tempo maior, é preciso que elas tenham sido apreendidas, indícios aqui encontrados. Em efeito, quando A15 comentou que usou conhecimentos que não imaginava, supõe-se que ele não se referiu aos que já tinha sobre quadriláteros, pois os citou na sequência. Possivelmente, as novas aprendizagens estivessem relacionadas ao conceito implícito de incógnita na hora de programarem a pontuação a cada nova jogada, aos conectivos lógicos e às coordenadas cartesianas para posicionar o personagem no cenário como exemplificado na Figura 56.

Figura 56 - Exemplo de programação

Fonte: Produção dos alunos A15 e A16 (2019).

Novamente se enfatiza a argumentação condicional, como a da imagem, presente em todas as programações. Ao utilizarem os blocos de comando “se” e “senão”, os alunos consideraram a possibilidade de um evento ocorrer. Por exemplo, ao perguntarem se o círculo pode ser um polígono, previram uma resposta negativa correta, mas também uma afirmativa incorreta, assim como um novo direcionamento em cada um dos casos. Quando usaram um feedback como o exemplificado na Figura 56, criaram condições similares a um *replay*, que lhes permitiu refletir sobre a resposta dada, experiência primordial ao processo de aprendizagem.

Em efeito, o raciocínio condicional utilizado nos jogos se faz presente também em situações cotidianas, em que é preciso considerar diferentes possibilidades para que, a partir de uma análise, possa-se optar pela escolha mais adequada. Uma situação corriqueira pode ser o fato de o indíviduo perceber que, se gastar além do que dispõe, endivida-se. Girotto, Light e Colbourn (1988) afirmam que a resolução de problemas por meio de relações condicionais é importante para o desenvolvimento do raciocínio dedutivo, essencial à ciência de modo geral.

Por fim, ao serem indagados sobre a construção do jogo no *Scratch* ter ou não contribuído para a aprendizagem do conteúdo de quadriláteros, os alunos foram unânimes em responder afirmativamente e, ao justificarem, referiram o fato de terem colocado seus conhecimentos em prática (A5) e a retomada de conceitos olvidados (A15), o que remete ao esquecimento obliterante referendado por Ausubel (2003). No excerto de A2, constata-se que algumas especificidades de conteúdos foram destacadas, o que denota a relevância destes no aprendizado.

> A2: *Sim, aprendi que eles têm 4 lados, que alguns (menos os trapézios) tem diagonais congruentes, que alguns tem retas perpendiculares. Descobri que um paralelogramo pode se transformar em um quadrado basta os ângulos estarem em 90º. Aprendi a fazer um paralelogramo e um retângulo no computador entre outros benefícios[...].*
>
> A15: *Sim. Pois não nos deixou esquecer do que foi trabalhado em sala de aula. Para criar meu jogo precisei usar todos os conceitos de quadriláteros. Como eu mesma teria que criar um jogo que ao mesmo tempo de estar se divertindo estaria também aprendendo. Fazer o jogo me fez lembrar de coisas que eu já havia até me esquecido. Foi ótimo!*
>
> A5: *Sim, pois com a construção do jogo colocamos nosso conhecimento sobre o conteúdo em prática e isso auxiliou ainda mais minha aprendizagem.*

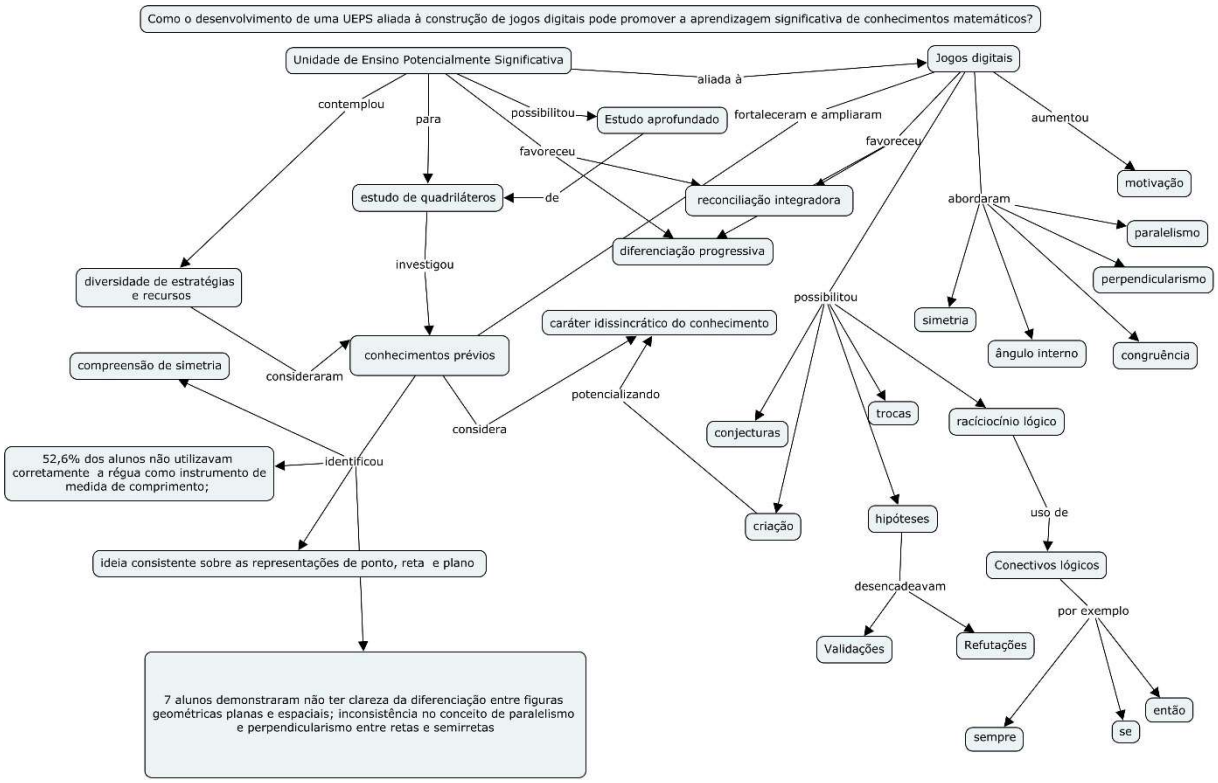
Dessa forma, o desenvolvimento da UEPS aqui relatada se mostrou potente na aprendizagem do conteúdo de quadriláteros com a turma do 7º ano, participante da pesquisa. A análise dos dados permite inferir que ocorreu a interação de modo não arbitrário e sim

substantivo entre os conhecimentos prévios dos alunos e os novos conteúdos. A investigação de tais conhecimentos, por sua vez, possibilitou a identificação dos subsunçores capazes de ancorar as novas aprendizagens.

Por conseguinte, durante o desenvolvimento da UEPS, verificou-se que os alunos realizaram conjecturas, criaram estratégias, testaram hipóteses e construíram significados. Ademais, desenvolveram atividades de recortes, colagens, movimentos do corpo, investigações por meio de um *software* de geometria dinâmica, o *Geogebra,* jogos digitais, com destaque às construções no *Scratch*, que potencializaram as aprendizagens e suscitaram a motivação. Os jogos no *Scratch* favoreceram a aprendizagem dos conceitos matemáticos (reconhecimento e definições de quadriláteros) e também contribuíram para o desenvolvimento de habilidades de interpretação, resolução de problemas, criação, produção e criatividade. Essa multiplicidade de recursos e estratégias, de maneira geral, foi um diferencial qualitativo que trouxe contribuições à aprendizagem.

A escolha criteriosa de cada atividade priorizou a efetiva relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, princípio norteador da Aprendizagem Significativa. Além disso, a UEPS, em princípio, favoreceu o estabelecimento de relações conceituais, a assimilação de conceitos, diferenciações progressivas, reconciliações integradoras, havendo, portanto, indícios de ocorrência de Aprendizagens Significativas como sintetizado pelo mapa conceitual da Figura 57:

Figura 57 - Mapa síntese da análise da UEPS do 7º ano



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

5.2 Análise da UEPS desenvolvida com o 8º ano

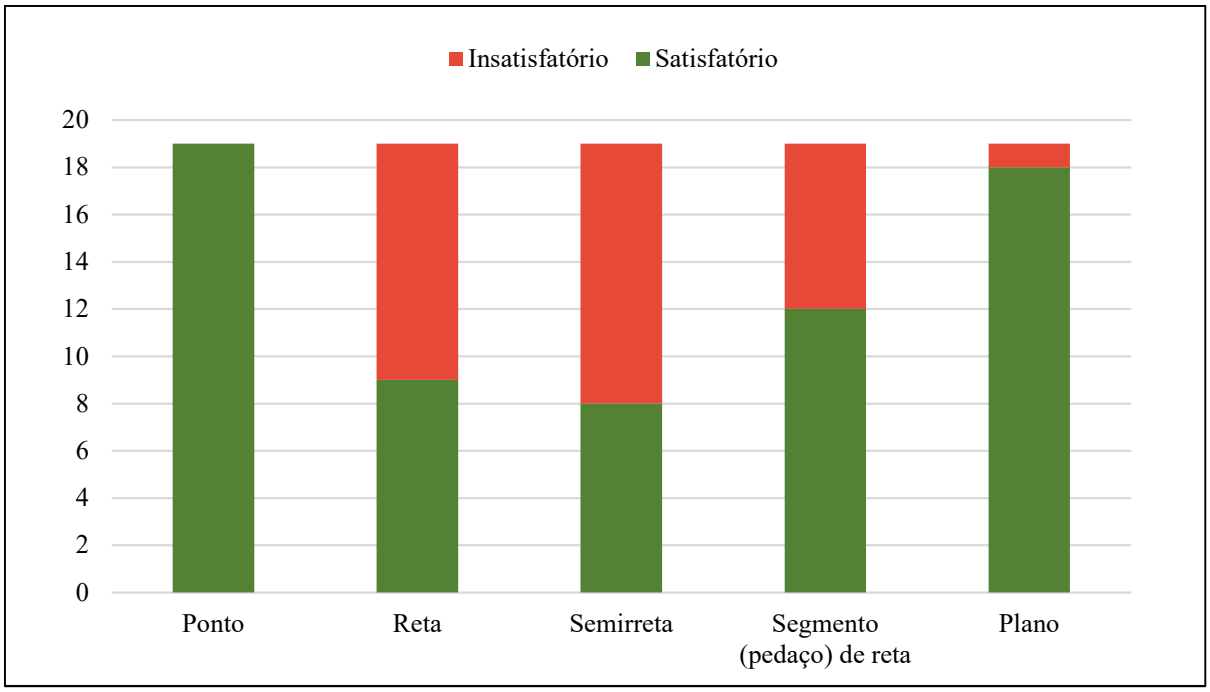
O ensino da geometria, por vezes negligenciado (PAVANELLO, 1993; MORELATTI; SOUZA, 2006; ZUCKS, 1970), é preocupação de educadores, pois sua importância não se resume aos currículos escolares, mas em situações do dia a dia. Stiegelmeier, Marthos e Bressan (2019) sustentam que é essencial resgatá-lo, investindo em pesquisas que enfoquem sua reflexão, elaboração e implementação de alternativas. Acrescenta-se a isso, a necessidade de uma Aprendizagem Significativa que contribua para a resolução de problemas e desafios cotidianos.

Nesse viés, a UEPS proposta aos alunos do 8º ano, disponível na íntegra no Capítulo de Metodologia, teve como objetivo **(Passo 1 da UEPS)** desenvolver a compreensão do conceito de ângulo que diverge até mesmo em livros didáticos, o que indica a dificuldade de unanimidade na definição (ROCHA, 2016; FRAGA, 2016). Gadotti (2008) afirma que os livros didáticos trazem o conceito de ângulo associado a uma região no espaço, a um par de linha ou a um giro.

Por sua vez, Dolce e Pompeo (1993, p. 64) definem o ângulo como sendo a "reunião de duas semi-retas de mesma origem, não contidas numa mesma reta (não colineares)". Também é pertinente mencionar a definição de Euclides (2009, p. 97), referência histórica na geometria: "[...] é a inclinação entre elas [retas], de duas linhas no plano, que se tocam e não estão postas sobre uma reta".

Por considerar que a proposta se sustenta nos princípios da Aprendizagem Significativa, inicialmente, investigou-se o conhecimento dos alunos acerca de elementos básicos da geometria, como ponto, reta, semirreta, segmento de reta e plano **(Passo 2 da UEPS)**. O Gráfico 3 é a síntese da Questão 01, que associa cada um dos conceitos a sua representação geométrica.

Gráfico 3 - Conhecimentos relativos aos entes geométricos



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

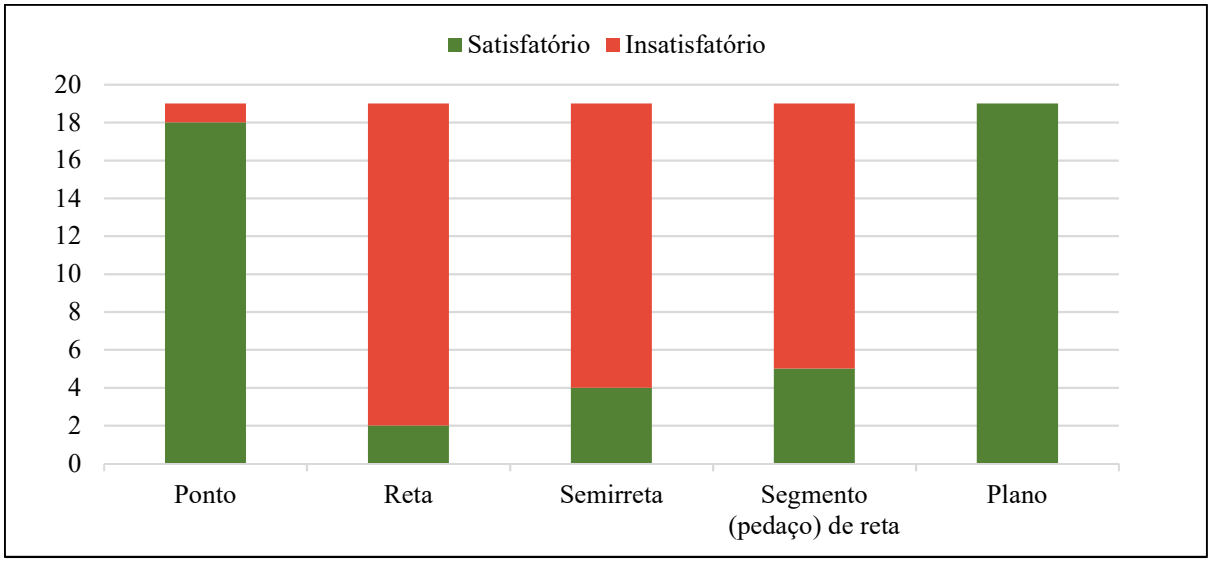
De fato, os alunos tinham ciência sobre as representações de ponto e plano, mas tinham dúvida a respeito de reta, semirreta e segmento de reta. Embora estes sejam elementos primitivos da geometria, considerados por muitos autores impossíveis de serem definidos (COUCEIRO, 2016), suas ideias intuitivas se constituíram o alicerce para o desenvolvimento e história da Matemática. Euclides alavancou esse estudo e utilizou os elementos como base para a elaboração dos axiomas que sustentam a geometria clássica. Levi (2008, p. 22) define a obra euclidiana como "a composição científica mais antiga e extensa que nos foi legada em uma integridade quase perfeita e, sorte singular, trata-se da composição de uma ciência que não

mudou desde então seus fundamentos, de modo que sua leitura, todos sabem, permanece atual em tudo".

Assim, a representação desses elementos é conhecimento prévio relevante para o estudo de ângulos por estarem implícitos na referida abordagem. Reconhecê-los se faz importante no estudo de ângulos, pois o conceito está associado à união de duas semirretas de mesma origem, determinando os lados do ângulo; já o ponto de origem é seu vértice. Rocha (2016, p. 3) sublinha que "compreender o conceito de ângulo envolve considerar ambas as semirretas abstraindo o comprimento dos lados visíveis ou evidentes da figura, e a orientação das semirretas em relação a outros elementos [...]".

Na continuidade da investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, esses elementos lhes foram apresentados em situações contextualizadas do cotidiano. No Gráfico 4, verifica-se que a dificuldade relacionada à reta, semirreta e segmento de reta novamente foi evidenciada e com uma discrepância ainda maior.

Gráfico 4 - Conceitos fundamentais da geometria em situações contextualizadas

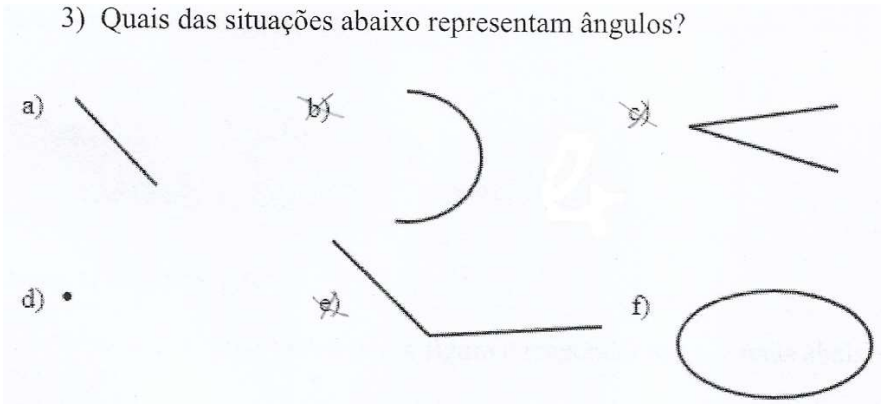


Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Além dessa identificação ser essencial ao estudo de ângulo, esses elementos precisam ser reconhecidos no entorno, pois a geometria não pode ser abstraída de forma desconectada da realidade. Neste sentido, o seu estudo pode ocorrer por meio da exploração de objetos do entorno, sejam eles obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, de modo que permitam ao aluno estabelecer conexões com diferentes áreas do conhecimento. Assim, quando

solicitados a identificarem ângulos em diferentes representações geométricas - ponto, segmento de reta, parte de uma circunferência, elipse e junção de duas semirretas -, a maioria dos alunos obteve sucesso. Esta análise teve como referência a definição de ponto apresentada por Euclides (1944), o autor afirma o ponto como um ente geométrico que não tem partes ou o que não tem grandeza alguma. A circunferência foi tida como o lugar geométrico constituído por um conjunto de pontos que têm a mesma distância de um ponto denominado centro da circunferência (MACHADO, FERRAZ, 2019). A elipse foi considerada o lugar geométrico dos pontos cuja soma das distâncias a outros dois pontos focais é constante (SANTOS, 2013). Já o segmento de reta foi considerado como a linha delimitada por dois pontos chamados de extremidade. Ele contém todos os pontos que se encontram na reta entre os dois pontos considerados (MACHADO, FERRAZ, 2019). Em relação ao conceito de semirretas adotou-se a definição apresentada por Machado e Ferraz (2019) como tendo o início em um ponto e um sentido sem fim. Assim, destaca-se que, aproximadamente, 47% incluíram o semicírculo entre o grupo de figuras que representava ângulos como se observa na Figura 58.

Figura 58 - Resposta da questão 3



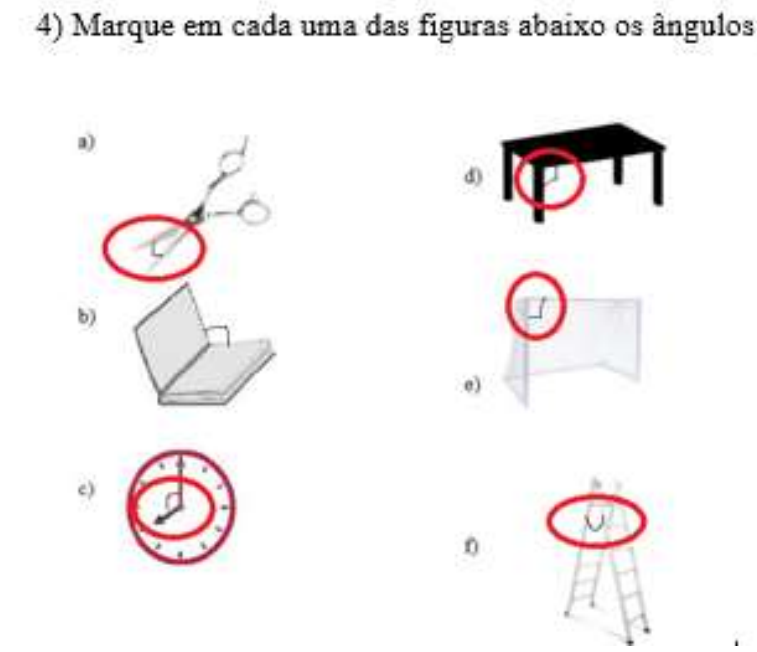
Fonte: Produção do aluno B18 (2019).

Ao assinalarem a letra B, os alunos, a exemplo do colega B18, apontaram erroneamente a concavidade de um ângulo; contudo, não o associaram à elipse ou ao ponto, sugerindo uma relação de ângulo com uma abertura. Dessa forma, obtiveram-se indícios de que esse conhecimento existia na estrutura cognitiva dos pesquisados embora pouco consistentes. Assim, houve a necessidade de intervenções que lhes possibilitassem estabelecer relações significativas com os novos conhecimentos a serem explorados ao longo da UEPS.

Quando solicitados a localizarem ângulos em imagens de diferentes objetos, todos os alunos assinalaram a opção correta, mas em um único ângulo em cada figura como se observa

na Figura 59. Talvez, no enunciado, não tenha ficado suficientemente claro que poderiam destacar mais de um ângulo em uma única figura, ou, então, realmente visualizaram apenas um. O que se pode inferir é que foram capazes de transpor o seu conceito a representações de objetos do entorno.

Figura 59 - Registro de atividade investigativa

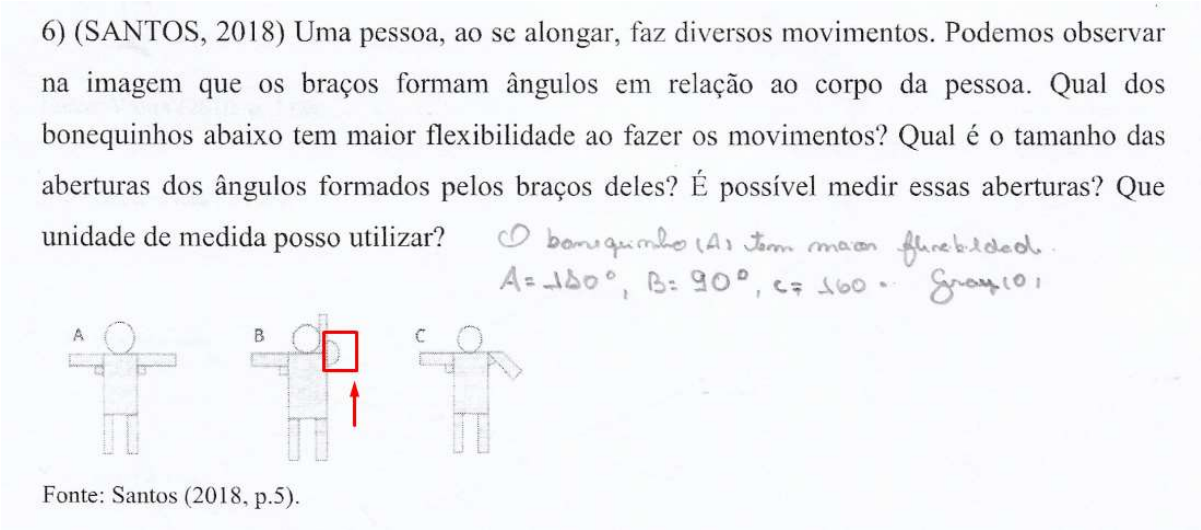


Fonte: Aluno B5 (2019)

No que concerne à identificação da unidade de medida do ângulo **(Atividade 4 do Passo 2 da UEPS),** dos dezenove alunos, apenas dois selecionaram o metro, o que supõe que eles acreditavam que se deve medir as linhas que delimitam o ângulo e não sua abertura. Essa confusão com a medida de comprimento é também pontuada por Diniz e Smole (2008, p. 3) ao citar que a "[...] a concepção errônea e comum de que a medida de ângulo é determinada pelo comprimento da marca de lápis usada para representar os lados do ângulo ou, como muitas vezes observamos nos nossos alunos, pela distância entre os dois lados do ângulo, [...]".

Na questão seguinte, os alunos precisavam identificar o ângulo de abertura entre os braços de uma pessoa representada em um desenho, definindo qual possuía maior flexibilidade nos movimentos e qual a unidade de medida era mais adequada à situação. Os registros dessa atividade evidenciam que os pesquisados não mantiveram um padrão no que tange ao sentido do ângulo, pois, em alguns, consideraram a medida no sentido horário e, em outros, no anti-horário como mostra a Figura 60.

Figura 60 - Registro de atividade 6 (Exemplo A)


6) (SANTOS, 2018) Uma pessoa, ao se alongar, faz diversos movimentos. Podemos observar na imagem que os braços formam ângulos em relação ao corpo da pessoa. Qual dos bonequinhos abaixo tem maior flexibilidade ao fazer os movimentos? Qual é o tamanho das aberturas dos ângulos formados pelos braços deles? É possível medir essas aberturas? Que unidade de medida posso utilizar?

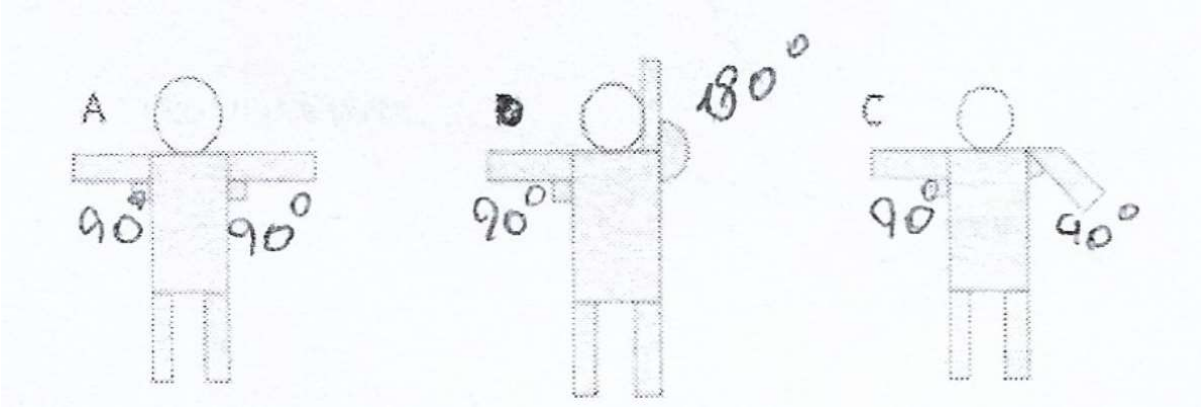
O bonequinho (A) tem maior flexibilidade.
A= 180°, B= 90°, C= 160. Graus (O)

Fonte: Santos (2018, p.5).

Fonte: Produção do aluno B2

Na Figura 60, verifica-se que o ângulo entre os braços do boneco B foi medido ou estimado no sentido horário se considerado o ponto de partida o braço direito. Nessa mesma perspectiva, B2 avaliou que o boneco C tem um ângulo aproximado de 160º se levado em conta o sentido anti-horário. Embora o desenho apresente um indicativo da abertura a ser sublinhada, os alunos não se detiveram a esse detalhe. Tal dado, contudo, não implica investigação em foco, pois se objetivava saber se eles tinham a noção das medidas das aberturas e, nesse quesito, aproximadamente, 53% apresentaram resultado satisfatório, pois em nenhum caso obtiveram-se resultados muito distantes da representação. Nesse grupo, destacou-se ainda B10, que considerou a abertura entre cada braço e o corpo e não entre os braços, conforme atesta a Figura 61:

Figura 61 - Registro da atividade 6 (Exemplo B)

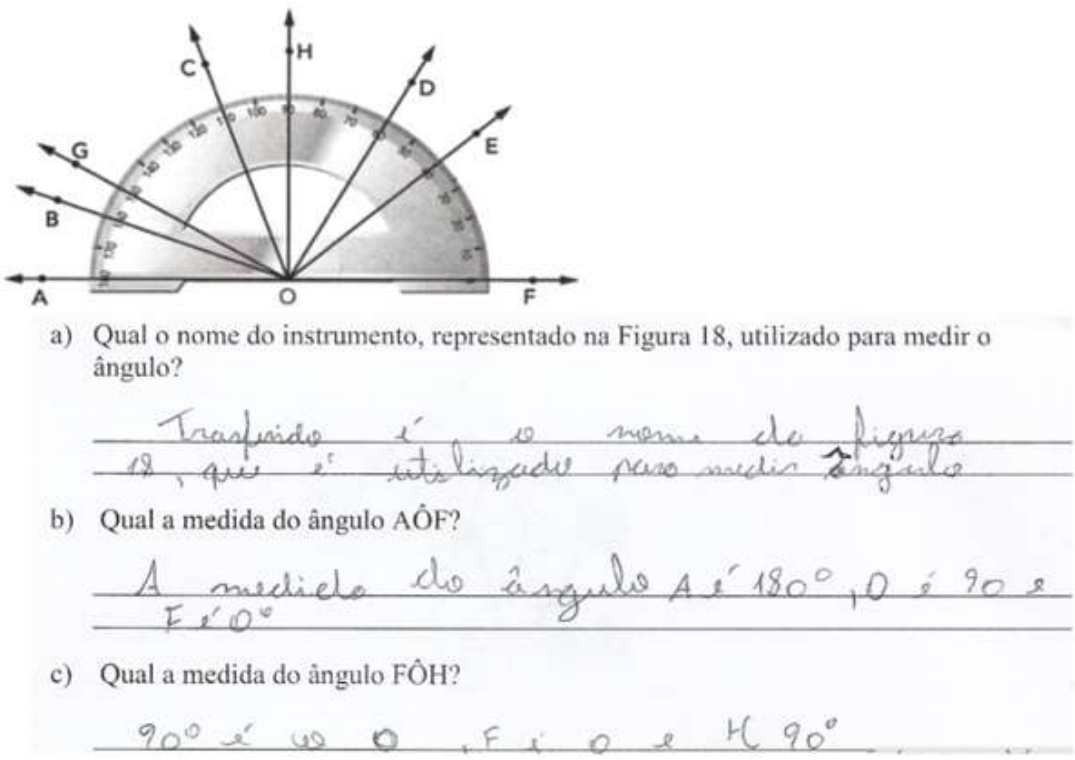


Fonte: Produção do aluno B10

Embora equivocado quanto aos parâmetros de referência, o registro da atividade indica que o aluno construiu conhecimentos relativamente relevantes no tocante à medição de ângulos, pois a lógica valores 90º, 180º e 40º é de acordo com o referencial usado.

Quando apresentados à imagem de um transferidor, 79% dos alunos o nomearam corretamente; os demais consideraram como sendo uma régua, novamente evidenciando a confusão com as medidas de comprimento. Além disso, apenas dois se equivocaram ao identificarem a medida dos ângulos representados, indicando que tinham compreensão sobre o assunto. Na Figura 62, visualizam-se as respostas erradas de B10.

Figura 62 - Registro da atividade 7



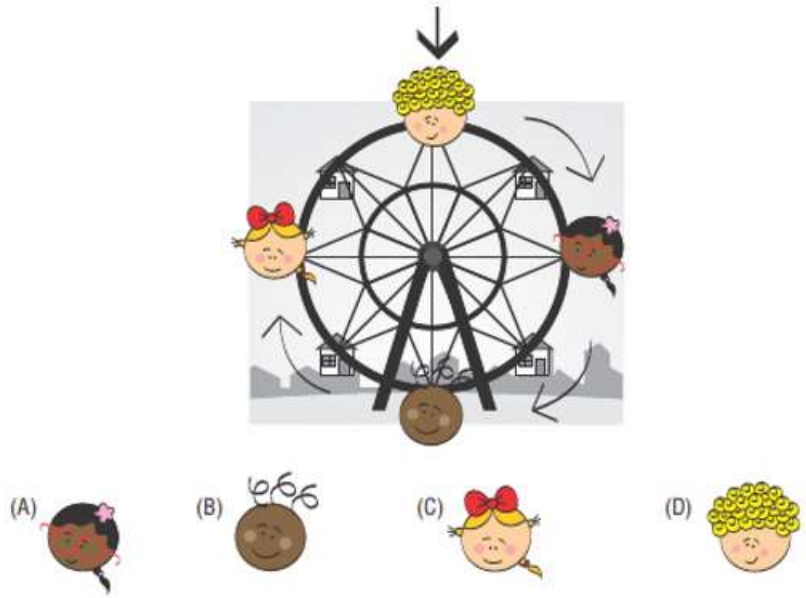
Fonte: Produção do aluno B10 (2019)

Embora se acredite que esse não seja um instrumento apresentado aos alunos apenas no 8º ano do Ensino Fundamental, a atividade indica que sua utilização não foi explorada suficientemente de modo a se consolidar como conhecimento significativo ao aluno. Na atividade da Figura 62, há um registro que aponta a medida do ângulo a partir da marcação de cada extremidade (do ângulo), revelando que o discente não o reconheceu como uma abertura. Diniz e Smole (1993) criticam o ensino de ângulos que parte de uma definição e, "[...]

imediatamente, um transferidor é apresentado aos alunos, como se eles já conhecessem bem o assunto e tudo se resumisse ao uso adequado do transferidor e a uma lista de propriedades relativas a ângulos (Ibid. p. 1)". Por sua vez, Albuquerque (2017) pontua que medir não é simples como apresentado em algumas definições, pois requer conhecer por completo o objeto a ser medido, a eficácia do método e a precisão do instrumento de aferição. A concepção do autor parte de um contexto mais complexo para chegar à especificidade do ato de medir, aproximando-se dos pressupostos de uma Aprendizagem Significativa, fato que, aparentemente, não estava consolidado pelos pesquisados que apresentaram registros similares a B10. A questão seguinte - número 9 - também envolvia a medição intuitiva do ângulo; contudo, não havia nenhuma imagem do transferidor associada, conforme está exposto na Figura 63:

Figura 63 - Ângulos da roda gigante

9) (BRASIL, 2017, p. 23) A roda gigante de um parque de diversões gira em torno de um eixo. Uma volta completa corresponde a um movimento de 360°. Neste momento, quatro personagens estão posicionados na roda gigante. Em relação à posição indicada pela seta ↓ o personagem que está a 270° é:



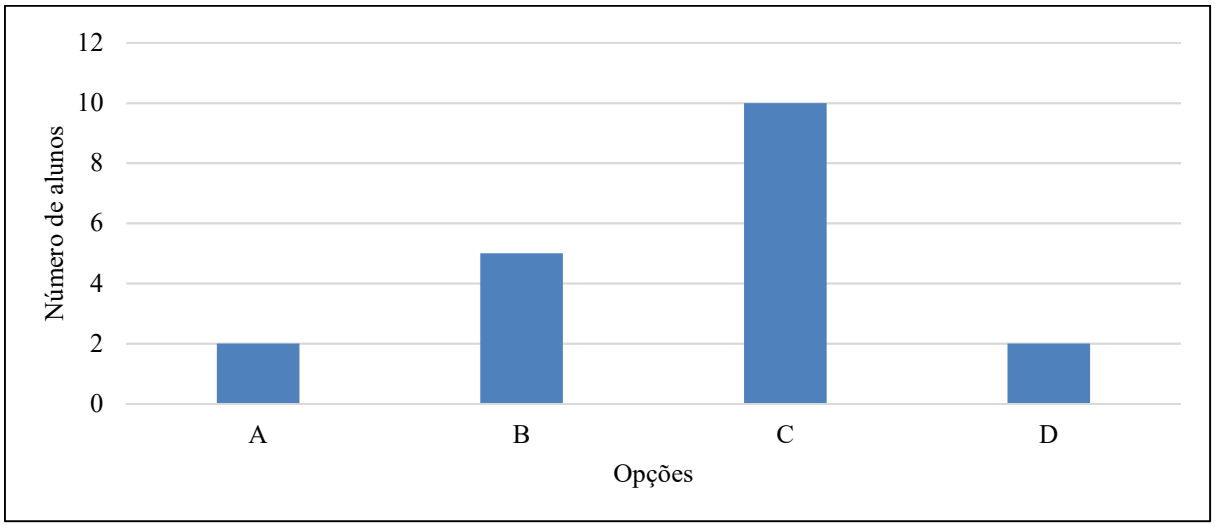
Fonte: Brasil (2017, p. 23)

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O Gráfico 5 sintetiza as respostas dos alunos à questão da Figura 63. A opção C foi a mais assinalada; as outras foram apontadas pelos demais, que envolveu quase a metade da

turma, o que pode ser um indicativo de não terem consolidado seus conhecimentos referentes à medição de ângulos.

Gráfico 5 - Respostas dos alunos à questão 10



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os resultados obtidos por meio da questão 10 reforçam que os alunos associaram o ângulo aos giros, pois, novamente, foram capazes de identificar os 180º como meia volta; os 360º como uma volta completa e, ainda, os 480º como uma volta e meia. Sendo assim, o fato de não terem obtido um êxito maior na questão da roda gigante, talvez pelo enunciado demandar uma interpretação melhor, surpreendeu.

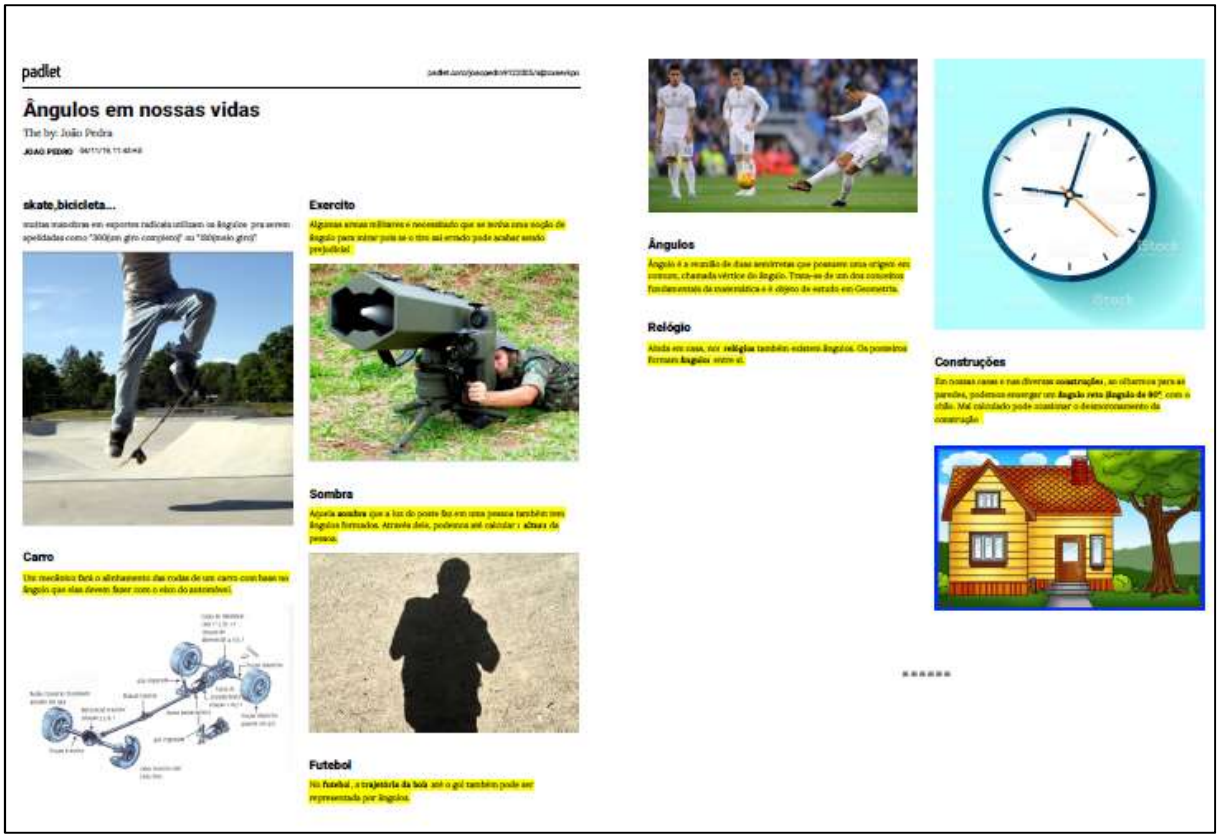
A análise das atividades permite inferir que os alunos, de modo geral, compreendiam o ponto e o plano como elementos básicos da geometria; entretanto, apresentaram dificuldades relacionadas à reta, semirreta e segmento de reta. Também reconheceram o ângulo em objetos ou lugares do entorno, identificando o transferidor como instrumento de medida de ângulo e o grau como unidade de medida padrão, mas não demonstraram habilidade suficiente para o manuseio correto na hora de aferir. Sendo assim, têm-se indícios de que eles tinham conhecimentos relevantes quanto a ângulos; porém, não estavam suficientemente aptos para ancorar as novas aprendizagens. Diante disso, na sequência da UEPS, foram propostas algumas atividades que funcionaram como organizadores prévios ao estudo, com intuito de que elas pudessem estabelecer uma ligação entre aquilo que o aluno já sabia e o que precisava aprender.

Sobre isso, cumpre informar que se considerou que, no contexto de uma turma, há peculiaridades, ou seja, a estrutura cognitiva de cada estudante é idiossincrática. Desse modo,

as atividades buscaram fornecer ou alterar ideias ancoradas em um nível subordinante. Assim, propôs-se (**Passo 3 da UEPS)** uma atividade a partir de um texto por meio da qual os alunos foram instigados a conferirem sentido ao conteúdo a ser estudado, pois se acredita que, para a promoção de uma Aprendizagem Significativa, é preciso que o aluno seja capaz de atribuir significado ao conteúdo explorado. Em efeito, o texto de Lellis, Jakubovic e Imenes (1992, p. 36-39), (APÊNDICE D) suscitou discussões interessantes acerca da importância desse conteúdo no cotidiano. Trata-se de uma história real da queda de um Boeing em plena selva amazônica, ocorrida em 1989, que aconteceu por erro de um registro de ângulo na sua rota. O texto possui um caráter interativo, pois convida o leitor a realizar as medições dos ângulos feitas na ocasião e observar o equívoco cometido que desencadeou a tragédia. Os discentes se impressionaram com o fato, e a exploração do transferidor ocorreu de forma espontânea. O resultado da medição realizada buscava não apenas atender ao enunciado de um exercício, mas a compreensão de um acontecimento histórico que lhes despertou curiosidade.

Findas as discussões, solicitou-se aos alunos uma pesquisa sobre outras aplicabilidades dos ângulos em situações cotidianas. A síntese foi apresentada por meio de um *padlet,* construído pelos alunos visando à socialização dos resultados encontrados, conforme atesta a Figura 64.

Figura 64 - *Padlet* construído pelos alunos B8 e B11



Fonte: Produção dos alunos B8 e B11 (2019).

Além de os recursos tecnológicos terem sido a fonte de busca durante a pesquisa realizada, a sistematização dos dados ocorreu em uma interface digital, o que impactou positivamente o desenvolvimento da atividade. A própria devolutiva foi feita por meio de um *link* e não de um material impresso, que, por si só, é estático, diferente do caráter interativo do *padlet.* Miller (2008, p. 56, tradução da pesquisadora) esclarece que "[...] se você estiver experienciando uma forma de conteúdo interativo, está diretamente envolvido com o material; você é um participante. Você pode manipulá-lo, explorá-lo ou influenciá-lo de diversas formas. Como a palavra 'interativo' indica, é uma experiência ativa". Pontua-se, assim, que orientar uma pesquisa nos dias atuais demanda novas habilidades, haja vista o crescimento exponencial das informações e sua rápida veiculação.

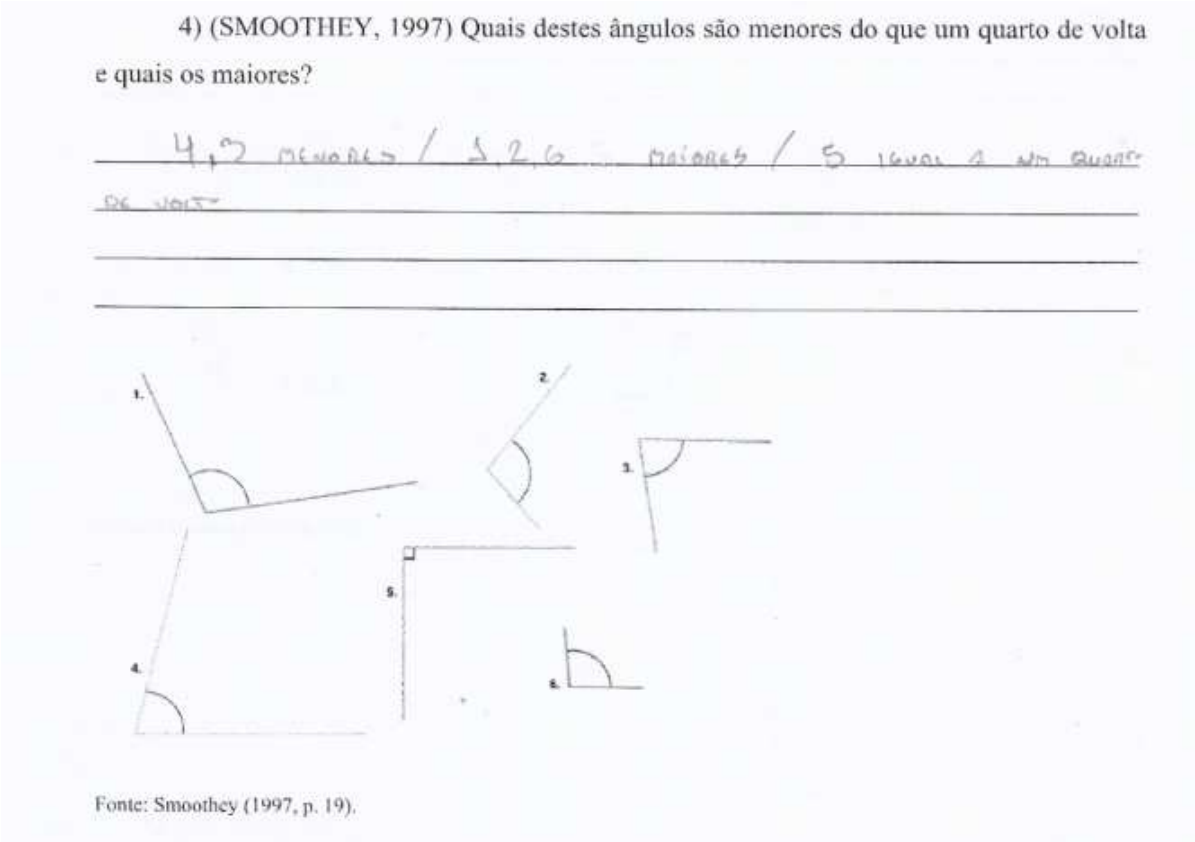
De fato, os alunos, por meio da pesquisa, estabeleceram conexões entre os conhecimentos prévios e as novas informações encontradas, interagindo com os colegas e o material de estudo. Assim, o processo de busca, o levantamento de dados e os momentos de discussão na hora das apresentações permitiram que os estudantes atribuíssem relevância aos novos conhecimentos. Eles apresentaram conceitos em um nível maior de complexidade,

aguçando a curiosidade por seu estudo ao longo da UEPS. Os dados explicitados por intermédio da pesquisa foram amplos, abarcando especificidades que facilitaram a incorporação de proposições, conceitos e fatos, como a representação e medição de ângulos. Assim, nas especificidades dadas aos conceitos, que, por sua vez, estavam subordinados às ideias mais gerais, verificou-se que os princípios da diferenciação progressiva e a reconciliação integradora foram estimulados. Ao socializarem a pesquisa, os discentes conseguiram estabelecer relações do conteúdo com as atividades cotidianas, tais como nas construções de modo geral, nas rampas de acesso que precisam de um ângulo adequado para permitir o acesso de pessoas com deficiências ou restrições de movimentos; no futebol, desde o traçado do campo ao jogador, que estima o ângulo de chute para marcar um gol e outras.

A atividade seguinte consistiu na exploração de movimentos com o corpo, giros, associações com objetos e/ou situações contextualizadas. Salienta-se a insegurança inicial nos movimentos, pois quando solicitados a realizarem os giros de 360º, 180º, 90º ou 45º, os alunos se olhavam, esperando que alguém iniciasse para imitá-lo. Então, B5 interrompeu a tarefa com a seguinte pergunta: *"Isso é parecido com aquela música que diz 180, 180, 360*"?, referenciando-se a uma música de Lucas Lucco que, segundo eles, todos conheciam. A relação entre os movimentos da dança com a tarefa em desenvolvimento facilitou o seu seguimento, indicando a existência de subsunçores que ampliaram os conceitos de giros para além do que mencionava a música. Embora os pesquisados demonstrassem ter algum conhecimento prévio a respeito de ângulos associados ao giro, estes se tornaram mais consistentes ao ancorarem novas informações, atendendo, supostamente, à concepção ausubeliana para a existência da Aprendizagem Significativa. Por sua vez, a atividade em que a turma precisava associar o tamanho do peixe à abertura do da boca do jacaré não representou nenhuma dificuldade; foi muito tranquilo para todos. A visualização das imagens contribuiu para consolidar a relação do conceito de ângulo como abertura.

A questão seguinte pedia para identificar os ângulos maiores e os menores que um quarto de volta. Apenas três alunos apontaram o ângulo 5. Na Figura 65, encontra-se a resposta de um deles.

Figura 65 - Registro da atividade 4



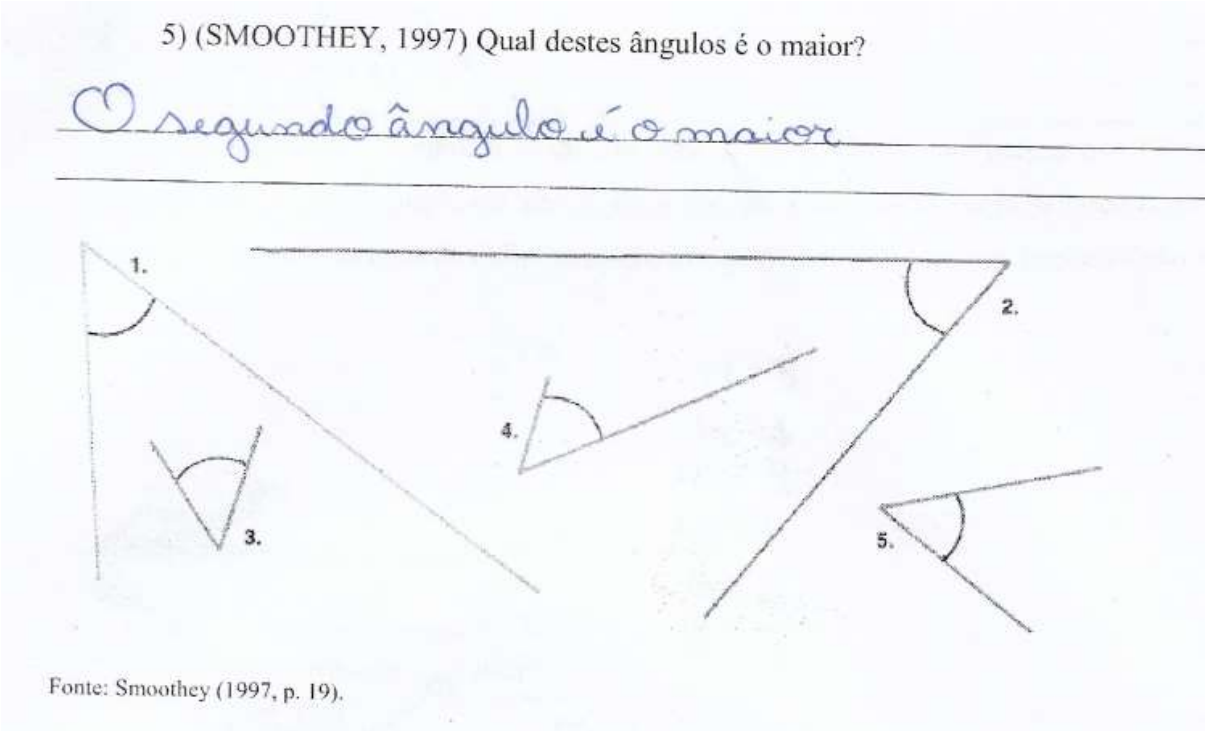
Fonte: Produção do aluno B2 (2019).

Não houve uma unanimidade quanto aos demais alunos; uma parte o classificou como maior; outra, como menor, sinalizando que o grupo não reconheceu a indicação diagramática do ângulo reto. Ante o exposto, solicitou-se que buscassem essa representação em materiais didáticos e ou em conteúdos disseminados nas mídias digitais. Na sequência, explorou-se o uso do transferidor para medir os ângulos com a referida marcação e salientou-se a representação formal que indica um ângulo reto, ou seja, de 90º.

A Atividade 5 introduziu uma nova discussão, isto é, qual era o maior ângulo. A primeira reação dos alunos foi, de imediato, assinalar a resposta que julgavam correta. O problema é que o tamanho das linhas que delimitavam a abertura do ângulo foi, para a maioria, o parâmetro de referência. Quando indagados sobre o porquê da escolha, verbalizaram: *"Claro que é o número 2, olha o tamanho das linhas... (B7)"* (ver FIGURA 66). Por sua vez, alguns argumentaram que *"Mas não é ali que vemos o tamanho do ângulo (B15)"*. Nesse momento, estimulou-se o debate sobre o assunto para que, dessa forma, o entendimento sobre a medida de ângulo fosse retido pelo grupo em função de sua relevância. Assim, a turma foi orientada a formular seus argumentos referentes a esse conhecimento de maneira explícita, pois novas

aprendizagens dependiam da sua ancoragem (do conhecimento) na estrutura cognitiva dos estudantes.

Figura 66 - Registro da atividade 5

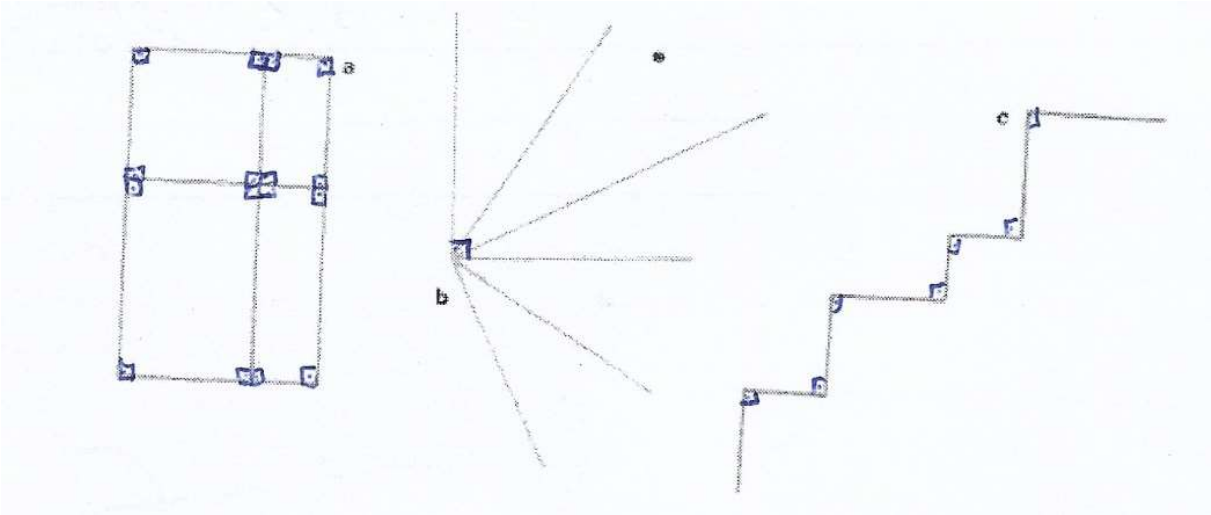


Fonte: Produção do aluno B17 (2019).

Embora autores como Diniz e Smole (2008) sugiram a abordagem de ângulo como giro - uma possibilidade de reformulação da associação da medida de um ângulo às medidas de comprimento das retas que compõem seus lados - defende-se a não unicidade de conceitos quando abordado o conteúdo com os alunos. Acredita-se que é importante explorar diferentes abordagens para não limitar o conhecimento discente ou mesmo induzi-lo a uma compreensão equivocada.

Na atividade seguinte, os alunos conseguiram facilmente identificar os ângulos de um quarto de volta, utilizando a indicação diagramática do ângulo reto sem serem direcionados para tal. A Figura 67 especifica a informação.

Figura 67 - Registro da atividade 9

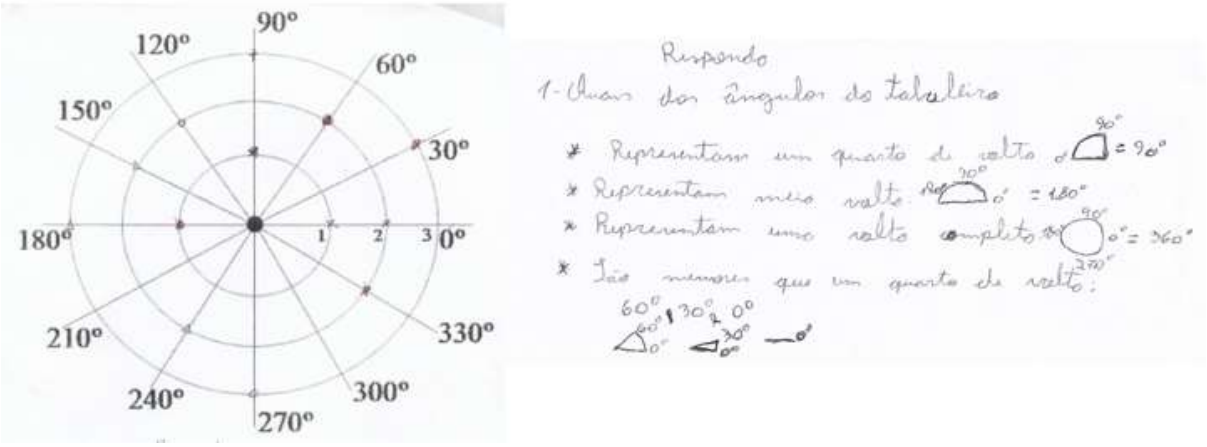


Fonte: Produção do aluno B8.

Esse registro, a exemplo dos outros, é um indício de uma reconciliação integradora, pois os alunos, de início, demonstraram ter diferenciado a notação do ângulo de 90º dos demais. Na sequência, utilizaram a representação em diferentes contextos, indicando que o referido conhecimento, incipiente quando resolveram a questão 4 (FIGURA 67), ampliou-se e se tornou mais consistente com as discussões e intervenções.

O jogo Batalha Naval (**Passo 4 da UEPS)** foi um momento de aprendizagem dinâmico e lúdico. Ficou evidente que os alunos já conheciam o jogo e as regras, e os elementos lhes eram familiares embora não envolvessem ângulos. No início, demoraram a compreender a representação no tabuleiro que identificava a circunferência e a medida que dava a amplitude do ângulo, mas, paulatinamente, foram se apropriando e se envolvendo com o jogo. Para além da ludicidade e entretenimento, Maziviero (2014, p. 24) afirma que "[...] os jogos proporcionam o desenvolvimento de diferentes habilidades para seus jogadores, como: procurar diferentes estratégias para a resolução de problemas, superação de dificuldade, compreensão de atuação em ambientes com regras e noções de utilização". Assim, nos registros de sistematização, a exemplo da Figura 68, consta que os estudantes conseguiram de identificar os ângulos que representavam um quarto de volta, meia volta, uma volta completa e ainda os menores que uma volta.

Figura 68 - Registro do Jogo Batalha Naval



Fonte: Produção do aluno B10

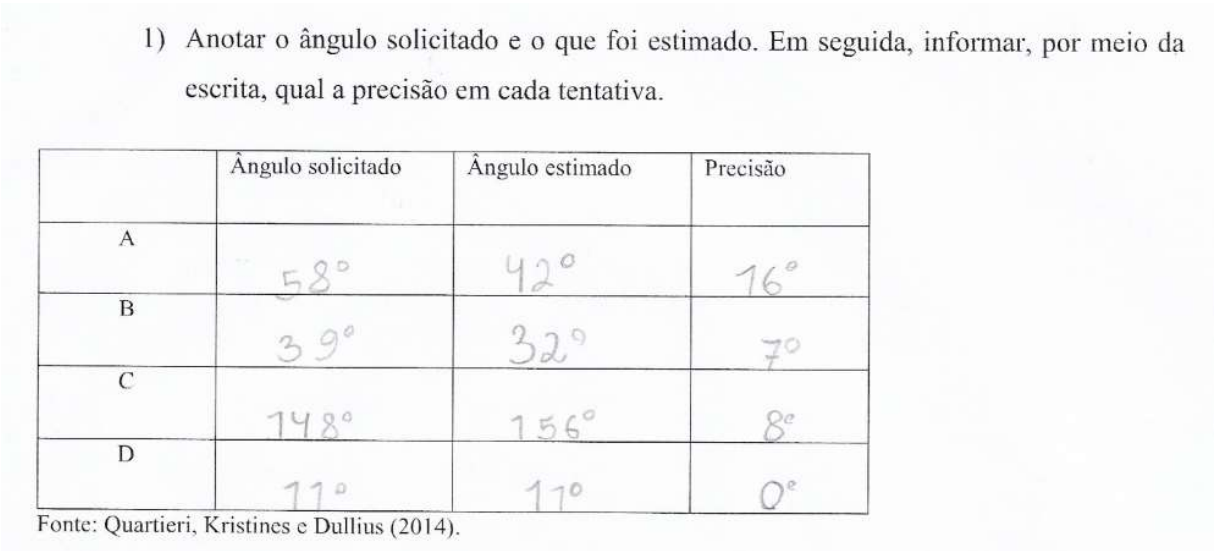
Sem a orientação docente, grande parte dos alunos incluiu o 270º junto ao 90º como ângulo de um quarto de volta, fazendo apontamentos na tarefa de que seria no sentido anti-horário. Salienta-se que, na investigação dos conhecimentos prévios, eles não identificaram ângulos côncavos maiores de 180º por não tê-los considerado uma possibilidade viável. Assim, acredita-se que os conhecimentos prévios foram subsunçores suficientemente relevantes para se relacionarem com novas informações e torná-las mais consistentes.

Cumpre informar que esse grupo de alunos compunha o 7º ano do ano anterior, turma com a qual foi feito o projeto piloto deste estudo, motivo pelo qual já tinham experiência com os jogos digitais por meio de *links* na *internet* e/ou contruídos na interface do *Scratch.* Entretanto, a UEPS anteriormente desenvolvida com eles não envolveu o estudo de ângulos, mas sim as figuras geométricas planas. Dessa forma, não fazia sentido lhes propor a construção de um mapa mental sobre tais jogos, tarefa que já haviam realizado ao final do projeto piloto.

Assim, o jogo *Alien Angles* (**Passo 5 da UEPS)** teve o objetivo de levar os jogadores a estimarem os ângulos solicitados, tentando chegar próximo do valor por meio de uma ferramenta que, ao mover duas retas, aumenta ou diminui o ângulo. Os alunos se mostraram motivados, desafiando-se a acertar o valor exato do ângulo e, a cada grau de aproximação, comemoravam com entusiasmo. Ao atingirem o objetivo, demonstraram, além de avanço no jogo, êxito na aprendizagem, pois aprimoraram a estimativa de abertura das retas que representava o valor do ângulo indicado. Contribuição similar dos jogos digitais na aprendizagem matemática é apontada por Azevedo (2017) ao sustentar que esses recursos têm potencial para despertar a motivação do estudo, possibilitando a produção de significados de

conceitos e propriedades aritméticas, geométricas e algébricas. Em efeito, os registros de B8 (FIGURA 69) indicam que foi crescente a precisão das jogadas, que chegaram a atingir a exatidão. Embora concluídos os registros do quadro disponibilizado para as jogadas, o grupo, de modo geral, não pretendia finalizar o jogo sem antes conseguir zerar a diferença entre o ângulo solicitado e o estimado.

Figura 69 - Registro da sistematização do jogo *Alien Angles*



1) Anotar o ângulo solicitado e o que foi estimado. Em seguida, informar, por meio da escrita, qual a precisão em cada tentativa.

	Ângulo solicitado	Ângulo estimado	Precisão
A	58°	42°	16°
B	39°	32°	7°
C	148°	156°	8°
D	11°	11°	0°

Fonte: Quartieri, Kristines e Dullius (2014).

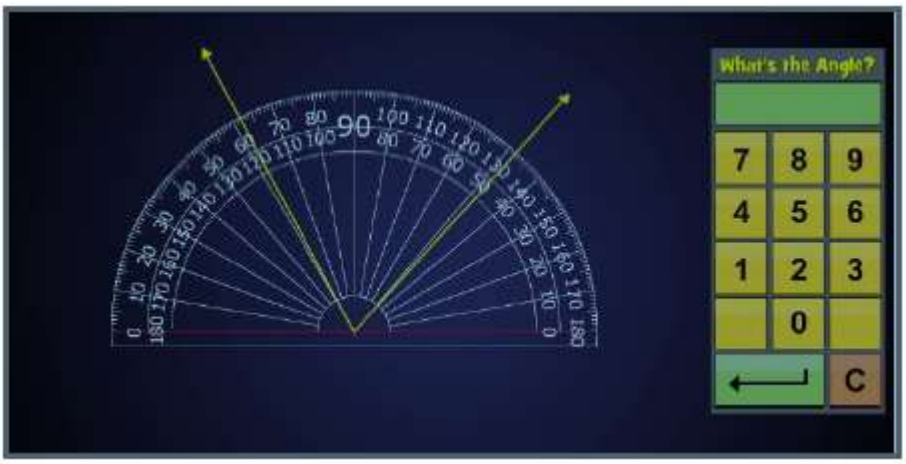
Fonte: Produção do aluno B8 (2019).

Neste momento, é importante relatar que, nessa turma, havia um aluno incluso com necessidades especiais, que o limitava seriamente no movimento de escrita, motivo pelo qual precisava do auxílio de um monitor. Atividades em papéis normalmente eram desencadeadoras de situações conflituosas, já que resistia a realizá-las. Porém, ele conseguiu participar do jogo sem ajuda, fato que o deixou visivelmente alegre e motivado. Embora o jogo não tivesse nenhuma característica específica voltada a pessoas com deficiências, possuía uma interface de fácil entendimento e jogabilidade. Além disso, por meio do jogo digital, o estudante com limitações motoras e comprometimento cognitivo pôde se envolver ativamente nos processos de ensino e de aprendizagem, tornando os conteúdos explorados mais significativos.

Diante do exposto, é possível afirmar que, no momento em que o aluno participa ativamente do jogo, estabelece relações idiossincráticas entre seus subsunçores e o novo conhecimento, potencializando as condições para uma Aprendizagem Significativa do conteúdo proposto. Mattar (2010) sublinha que os games reúnem os aspectos visual, sonoro e verbal da linguagem que favorecem o desenvolvimento de habilidades cognitivas, descobertas

de regras, compreensão de simulações científica, respeitando um ritmo próprio de aprendizagem. Neste sentido, o jogo *Measuring Angles with a Protractor* teve como objetivo medir o ângulo formado pelas duas semirretas vermelhas conforme evidencia a Figura 70.

Figura 70 - Interface do jogo *Measuring Angles with a Protractor*

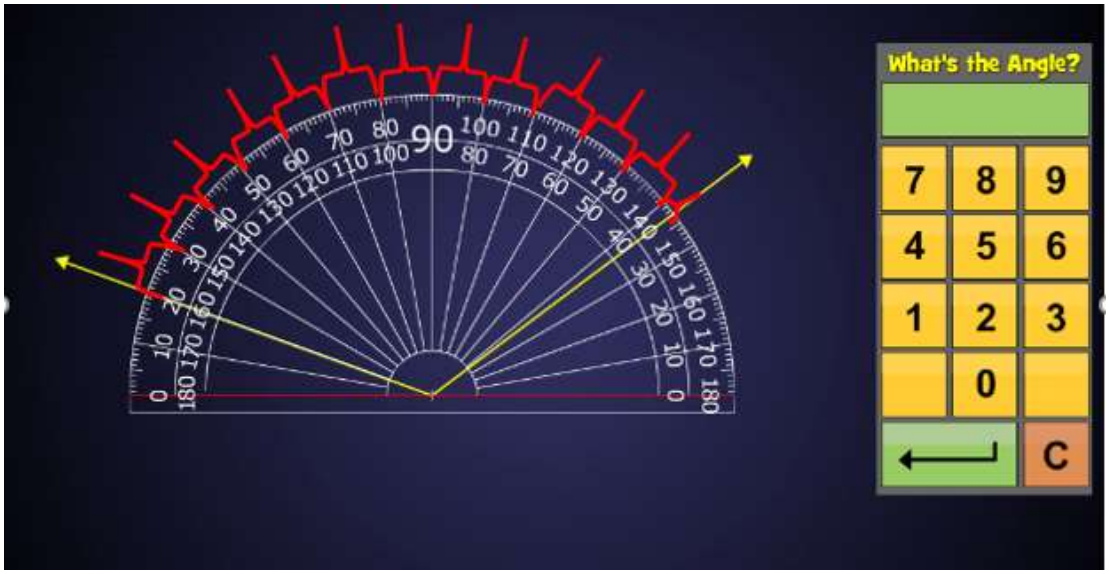


Fonte: Elaborado pela autora (2021)

A Figura 70 mostra que o instrumento de medida utilizado para conferir o grau de abertura entre as duas semirretas é um transferidor no formato de uma semicircunferência graduada em 180º e disposta em duas orientações possíveis sobre o plano. Essa representação usada no jogo é similar ao instrumento manuseável que os alunos dispunham para medir ângulos, o que facilitou a atividade e contribuiu para melhorar a habilidade de aferir grau. Uma pergunta recorrente entre os estudantes quanto ao uso do transferidor era sobre por qual das semirretas que limitam um ângulo deveriam iniciar a contagem dos graus.

Por meio do jogo, os alunos conseguiram perceber a existência de duas orientações possíveis para o plano, mas que entre as duas semirretas havia uma única quantidade de graus, exceto em regiões opostas do plano, sendo indiferente por onde iniciassem a medição. Albuquerque (2017, p. 47) afirma que "A medida de um ângulo, em respeito ao que ele é como objeto, deve ser um atributo dele próprio, invariante dentro de um mesmo sistema que possamos escolher para medi-los", o que ficou mais claro aos alunos por meio do jogo. Neste sentido, as trocas e a interatividade proporcionadas pelo jogo levaram os pesquisados a perceberem que, além de ser indiferente por qual das semirretas poderiam medir a abertura do ângulo, não precisavam, necessariamente, posicionar o transferidor em uma delas. Na Figura 71, consta a medição do ângulo no jogo.

Figura 71 - Medição de ângulo no jogo



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Essa constatação não é simples como aparenta ser, pois situação semelhante ocorreu quando os alunos precisaram medir um comprimento com uma régua quebrada; muitos a descartaram, alegando a inviabilidade da ação. A dúvida, no caso da régua ou do transferidor, parece ser o conceito de unidade de medida relacionada à grandeza a ser mensurada. Nesse jogo, a busca pela exatidão pontuada anteriormente foi atingida com mais facilidade pelos participantes por não mais dependerem de estimativa e sim de uma precisão.

Explorados os dois jogos digitais, apresentou-se aos alunos o *Scratch* (**Passo 6 da UEPS)**, que não era para eles uma novidade, pois já o haviam utilizado durante o projeto piloto no ano anterior quando cursavam o 7º ano. Conforme o esperado quando envolve a tecnologia, o programa, desde o último uso pela turma, foi atualizado. Entretanto, não ocorreram muitas modificações; apenas algumas trocas de lugares e novas ferramentas com a funcionalidade de criarem comandos como exemplificado nestas enunciações:

Professora: *"Pessoal, olha só. O que vocês enxergam de diferente na interface deste Scratch que vocês trabalharam no ano passado"?*

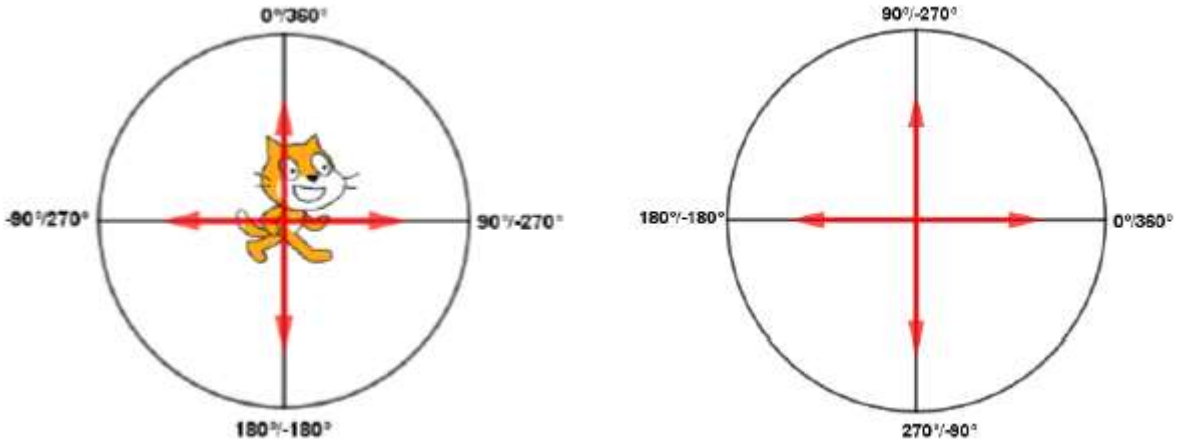
Aluno B1: *"O gatinho estava do lado esquerdo".*

Aluno B2: *"'Sora', os 'meus blocos' é para ser meio que tipo, um comando que tu cria".*

Em face do exposto, os questionamentos foram sobre a forma como os personagens se moviam no palco, estabelecendo a relação dos giros com o conceito de ângulo. Os alunos

conseguiram relacionar as convenções de direção utilizadas na interface do *Scratch* com o transferidor, instrumento de medida comumente utilizado conforme mostra a Figura 72.

Figura 72 - Plano cartesiano - adequações do *Scratch*



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A relação com o jogo *Measuring Angles with a Protractor* facilitou esta compreensão:

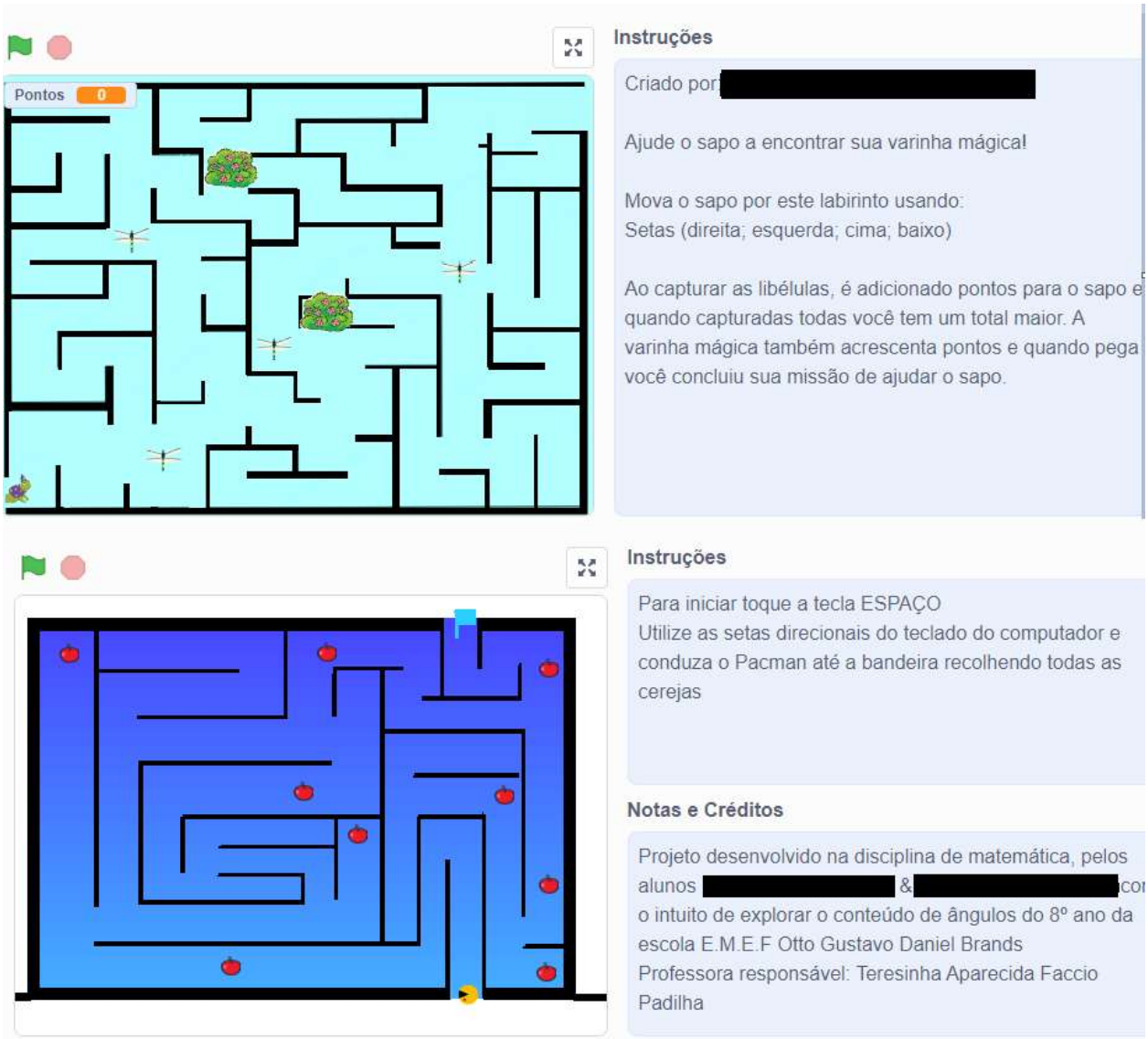
B8: "*Ahm.., não lembra que a gente virava o transferidor no jogo de todo jeito para medir, então tanto faz onde coloca o 0°*".

B3: "*Mas não dá igual....*"

B8: "*Dá sim, conta aqui, 10, 20, 30, 40, ...90º, agora por aqui, 10, 20, 30 ...90º, viu*"?

Feita essa exploração inicial, os alunos foram desafiados a construírem um jogo de labirinto conforme exemplos da Figura 73.

Figura 73 - Jogos de labirinto



Fonte: Produção dos alunos B5, B9, B11 e B15 (2019).

Além da definição do cenário, personagens e sistemática do jogo, coube aos alunos fazerem a programação que atendesse aos objetivos almejados com o jogo. Assim, ao realizá-la, retomaram o que estudaram ao longo da UEPS sobre ângulos, pois os deslocamentos dos personagens durante o percurso dependiam de comandos que executassem giros. A maioria dos tabuleiros contemplava movimentos, envolvendo giros de 90º e 180º, como se pode observar nas programações feitas (FIGURA 74):

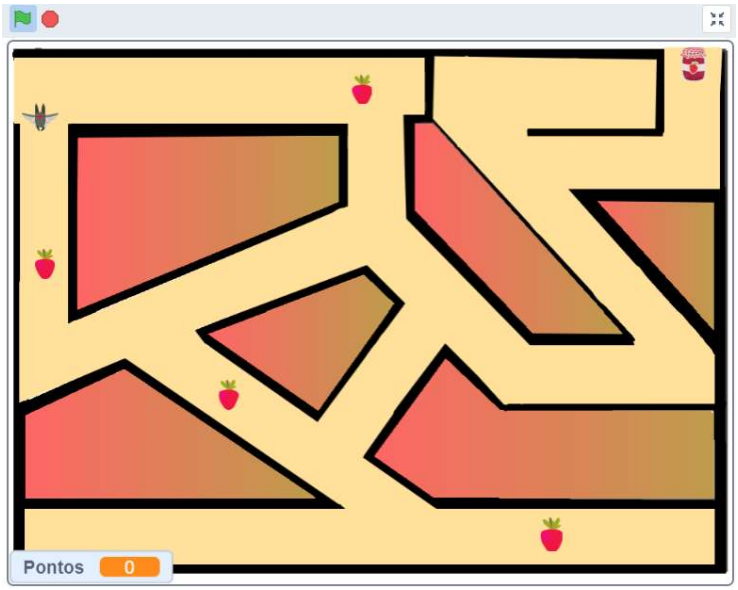
Figura 74 - Programação de giros

Fonte: Produção dos alunos B5, B9, B11, B15, B8 e B7 (2019).

Embora nas atividades anteriores os alunos já tivessem explorado o ângulo como giro, o contexto do jogo foi desafiador por sair do habitual e demandar escolhas que não eram pré-determinadas. Assim, os problemas de aplicabilidade do conhecimento de ângulos surgiram num contexto novo dos (conhecimentos) explorados pelas atividades e materiais instrucionais, mas dependiam das aprendizagens anteriores para serem executadas. Nesse sentido, Ausubel (2003, p. 131) defende que "pode evitar-se melhor o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa através de colocação de questões e de problemas que possuam uma forma nova e desconhecida e exijam uma transformação máxima de conhecimentos existentes."Em consonância com as palavras do autor, nas programações, o conteúdo de ângulos emergiu não apenas como uma operacionalização, mas associado a um esforço lógico e análitico, combinado a comandos utilizados de modo a atender ao objetivo do jogo.

O jogo seguinte, construído no *Scratch* a partir de um novo tabuleiro, que envolveu um caminho com ângulos diferentes de 90º e 180º (FIGURA 75), foi ainda mais desafiador aos alunos, pois precisaram utilizar a habilidade de estimativa explorada anteriormente. A título de exemplo, apresenta-se, na sequência, um detalhamento da programação do jogo feito por B3 e B13, salientado-se que essa escolha para análise foi aleatória.

Figura 75 - Tabuleiro do novo jogo



Fonte: Produção dos alunos B3 e B13 (2019).

Embora o tabuleiro tivesse sido o mesmo para todas os grupos, ele foi personalisado de acordo com o enredo proposto pelo jogo. Na Figura 75, observa-se que o personagem escolhido foi o passarinho, que teve que percorrer o trajeto em busca de um pote de geleia, podendo, no caminho, capturar frutas para pontuar no jogo. Na Figura 76, veem-se as instruções na programação inicial que visavam posicionar o persongem para o início do jogo e acionar a pontuação.

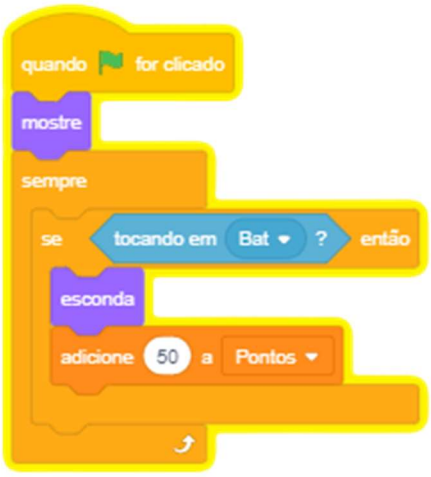
Figura 76 - Programação inicial do jogo Labirinto

Fonte: Produção dos alunos B3 e B13.

É importante salientar que o sistema de coordenadas cartesianas (x, y), utilizado pelos alunos para posicionar o personagem no jogo, não foi conteúdo abordado com eles anteriormente, mas a partir de experimentações na interface do *Scratch* e do manuseio de blocos de comandos intuitivos, por meio dos quais os estudantes foram compreendendo a lógica do conteúdo subjacente aos comandos. Dessa forma, a construção dos jogos possibilitou novas aprendizagens, indo além do conteúdo programático. Nesse sentido, Maltempi (2008, p. 267) afirma que é importante que o professor considere a "[...] sensação que o aprendiz tem de estar aprendendo algo que pode ser utilizado de imediato, e não em um futuro distante. O despertar para o desenvolvimento de algo útil coloca o aprendiz em contato com novos conceitos".

Ainda na Figura 76, presente também em todos os jogos da turma, é perceptível a utilização de blocos para um esquema de pontuação. Esse sistema de placar, além da compreensão da noção de uma variável, conhecimento abstrato e de difícil entendimento para os alunos, traz implícita a ideia de repetição condicional, ou seja, é preciso ocorrer um evento; no caso, a captura da fruta, para que sejam acrescidos cinquenta pontos, como se verifica na continuidade da programação específica do ator fruta (FIGURA 77), assim nomeado pelo *Scratch*.

Figura 77 - Programação do ator fruta



Fonte: Produção dos alunos B3 e B13 (2019).

Ao construírem algoritmos computacionais como os exemplificados na Figura 77, os alunos compreenderam uma espécie de código matemático necessário para gerar a pontuação. Essa compreensão foi possível porque estabeleceram relações com experiências anteriores com jogos digitais; a diferença é que, nesse momento, eram eles os responsáveis por organizarem o

algoritmo que validasse o esquema de pontuação. Em consonância com a teoria de Ausubel (2003), acredita-se que, nesse processo, o conhecimento prévio que tinham a respeito do esquema de pontuação se relacionou com os novos (conhecimentos) apreendidos por meio da programação. Dessa forma, não apenas a estrutura cognitiva já existente foi modificada, mas também o novo conhecimento incorporado, pois ambos se influenciam mutuamente quando a experiência de aprender é significativa.

Na continuidade do jogo, os alunos precisaram criar comandos que permitissem ao personagem se deslocar no tabuleiro. Para isso, realizaram muitos testes, elaboraram hipóteses, testaram e fizeram correções quando o resultado não era satisfatório. O trabalho em grupo contribuiu para que a aprendizagem não se desse num processo linear, mas numa relação dinâmica e cooperativa, como se observa no diálogo dos alunos durante a construção do comando, mostrado na Figura 77.

B3: "*Quarenta e dois"?*

B13: "*Eu acho que é quarenta e dois".*

B3: "*Rafa o passarinho está lá".*

B13: "*Mas tira*".

B3: "*Quarenta e três*".

B13: "*Aí não, ele vai bater, falando sério, ele vai bater na linha*".

B3: "*Quarenta e nove. Meu Deus".*

B13: "*Bota cinquenta".*

B3: "*Cruzes"!*

B13: "*Não, bota quarenta e sete".*

B3: "*Mais um pouco, quarenta e nove eu vou colocar".*

B13: "*Eu acho que tinha que diminuir mais ele, porque ele vai bater na linha ".*

B3: "*Quarenta e quatro. Mais que isso eu não sei se…"*

B13: “*Ele vai bater”.*

B3: “*Quarenta e…”*

B13: “*Bota quarenta. Tá, agora não vai bater, eu acho”.*

B3: “*É, deixa assim”.*

B13: “*Vamos ver se vai dar agora*”.

B3: “*Tá”.*

B13: “*Eu acho que tem que colocar 45”.*

B3: “*Eu também, está quase. Deu”.*

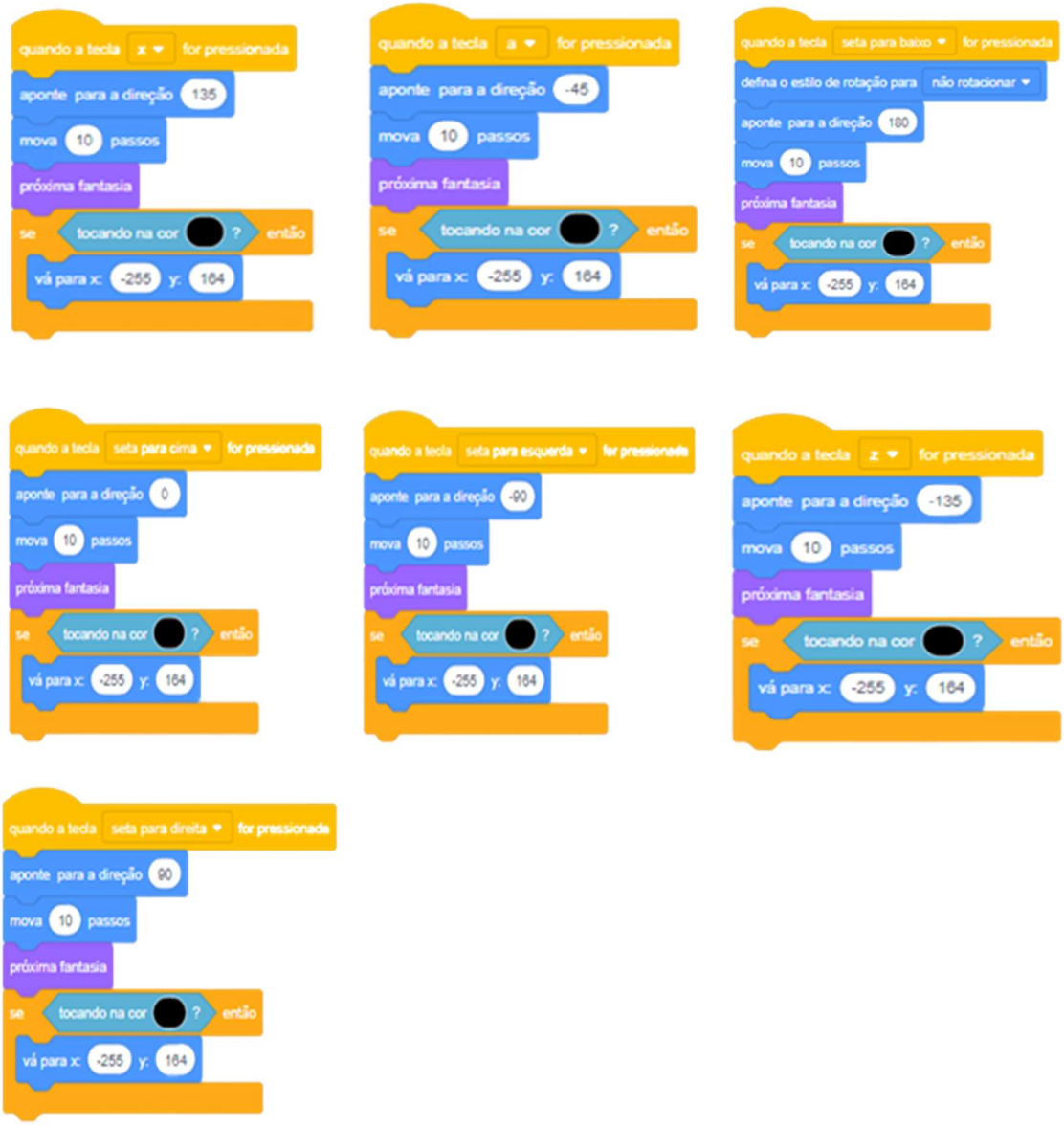
Figura 78 - Programação de movimento do personagem

Fonte: Produção dos alunos B3 e B13 (2019)

O diálogo acima transcrito revela que B3 e B13 realizarem muitos testes para encontrar o ângulo visualizado na programação da Figura 78, e o intervalo dos valores utilizados não era grande, pois iniciaram com 42º para chegar aos 45º, o que evidencia que tinham a percepção de quanto o personagem girava com os respectivos valores. A experiência de programar favoreceu espaços para que os estudantes vivenciassem a aprendizagem matemática por meio da descoberta, imprevisibilidade, criatividade e inovação. Papert (2008) afirma que os jogos digitais propiciam a autonomia para testar ideias a partir de regras e estruturas preestabelecidas, ensinando possibilidades e limites como poucos brinquedos o fazem. Nessa mesma sistemática,

os alunos construíram as demais programações (FIGURA 79), que permitiam ao jogador deslocar o personagem ao longo do caminho até o destino proposto pelo jogo; nesse caso, o pote de geleia.

Figura 79 - Programação no *Scratch*



Fonte: Produção dos alunos B3 e B13 (2019).

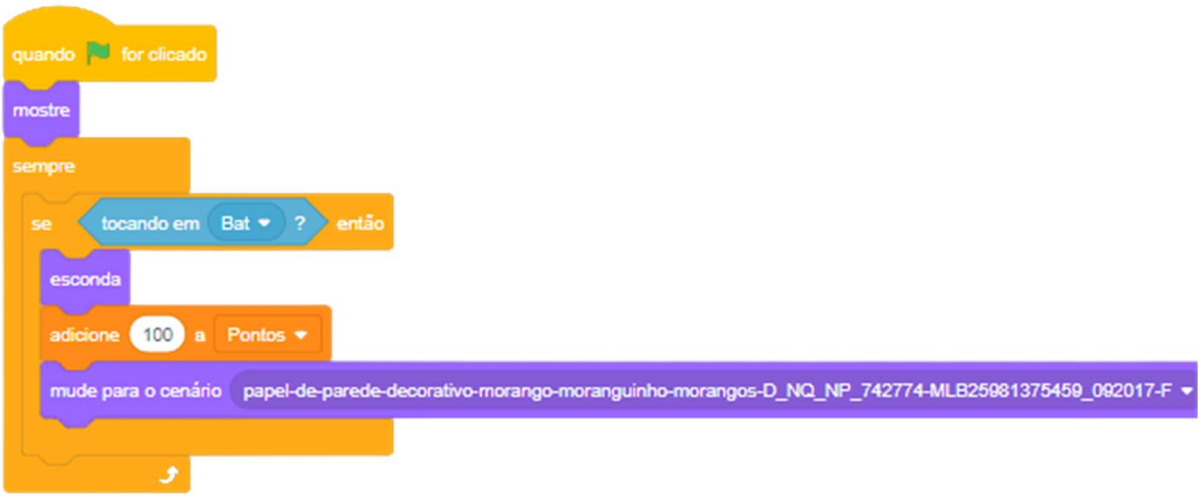
A Figura 79 mostra que, nesse jogo, os alunos utilizaram giros de 45º, -45º, 135º, -135º, 180º, 0º, 90º e -90º, todos resultados de várias experimentações, acertos e erros. Após as tentativas nada aleatórias, o uso do sinal negativo para indicar o sentido anti-horário, especificidade do *Scratch,* aponta que esse conhecimento, contextualizado pelo jogo, foi ressignificado pelos alunos. Nesse sentido, os jogos digitais não são apenas "[...] um

instrumento para se ensinar as mesmas coisas e os mesmos conteúdos de uma outra forma, mas são ferramentas que mobilizam os conhecimentos dos aprendizes e os encorajam a pensar sobre eles e, sobretudo, compreendê-los" (SQUIRE, 2011, p. 193, tradução da pesquisadora).

A funcionalidade fantasia, visualizada nas programações da Figura 79, foi utilizada por todos os grupos, indicando o movimento do personagem durante o jogo, concedendo-lhe dinamismo. Os alunos se preocuparam também com os aspectos relacionados à imaginação na construção de narrativas e a um contexto para os personagens fictícios que precisaram superar desafios propostos pela trama. Os blocos condicionantes "se" e "então" foram utilizados para prever a ação de tocar na borda, que era da cor preta e, confirmado o fato, indicaram um direcionamento do personagem à coordenada inicial, definida para o ponto de partida do jogo. O tocar na cor preta mostra que o jogador escolheu um comando com um ângulo que não atendeu ao giro necessário para o deslocamento no labirinto, ou seja, o erro foi considerado no momento da programação e entendido como parte do processo.

Além do conteúdo de ângulos, foi preciso que os alunos pensassem em todos os detalhes que atribuíssem jogabilidade aos jogos e despertassem a atenção dos jogadores. Dentre os recursos utilizados pela turma, destaca-se a escolha de uma ação para quando os personagens do caminho fossem capturados. Nesse caso, como se observa na Figura 80, a alternativa escolhida foi ocultar o personagem e acrescer a pontuação ao placar.

Figura 80 - Programação para ocultar personagem



Fonte: Produção dos alunos B3 e B13 (2019).

Programações similares foram feitas para cada um dos "atores" (morangos) distribuídos ao longo do trajeto para captura. Durante a construção dos jogos, os alunos ficaram livres para descobrir e criar arranjos para um aprendizado próprio, configurando o caráter idiossincrático da aprendizagem defendida por Ausubel (2003) como necessário a uma Aprendizagem Significativa. Por meio da construção dos jogos no *Scratch*, os pesquisados conseguiram pensar em ângulos de maneiras diferentes das habituais, mobilizando conhecimentos que emergiam de problemas postos pelo desafio. E, ao construírem os jogos no *Scratch*, eles precisaram estabelecer relações com subsunçores produzidos ao longo da UEPS (compreensão de ângulo como giro, noção de giro de um valor de ângulo) com um novo cenário que se apresentava nas construções. Quando programavam o deslocamento do personagem, percebia-se que retomavam explorações feitas como se percebe no diálogo de B17 e B19:

B17: "*Aham. Agora a gente vai ter que fazer ele dar um giro de…"*

B19: "[…] *De noventa graus. Daí ele vai girar assim, mas eu acho que é para cá o giro*".

B17: "*É para cá, está certo. Volta de novo para ver, volta lá embaixo*".

B19: "*Espera, é noventa graus. Espera aí, deixa eu arrumar..."*

O diálogo demonstra que os pesquisados associaram o ângulo a um giro, conhecimento consolidado por meio da interação com o jogo. Nesse processo, aluno e conhecimento se transformam e, num movimento criativo, há indicativos de uma Aprendizagem Significativa que não é similar aos conhecimentos prévios, tampouco aos que lhes foram ensinados. Assim, tem-se um conhecimento "indeterminado", haja vista a individualidade de cada sujeito e a unicidade dos significados que a partir dele se estabelecem (AUSUBEL, 2003). No diálogo que segue - outra dupla -, constata-se que a programação do jogo foi um processo de troca e compartilhamento, e que a escolha de cada bloco ou comando foi uma decisão em que o conhecimento relativo ao ângulo esteve presente.

B11: "*E o que tu quer"?*

B15: "*A gente tem que mover ele para cima".*

B11: "*Mas daí a gente tem que colocar os comandos daqui*".

B15: “*Tá, agora fala qual é o comando”.*

B11: “*A gente tem que achar qual é o comando para cima. Não é rotação? Não, rotacionar ele vai girar no mesmo lugar. ‘Gire.’ Aqui, acho que é isso*”.

B15: “*Ir para a metade”?*

B11: “*Colocar aqui. Um giro de…”?*

B15: “*Metade”.*

B11: “*180”.*

Embora os comandos no *Scratch* estivessem dispostos em espécies de categorias (movimento, aparência, som, eventos, controle, sensores, operadores e variáveis) de modo que sua utilização adquirisse um caráter intuitivo, ao construírem o jogo, a exemplo do diálogo de B11 e B15, os alunos fizeram a escolha sustentada pelo objetivo do jogo e por conceitos matemáticos expressos em linguagem computacional. Assim, a interface do *Scratch* possibilitou a programação do jogo por meio de blocos de comandos, arrastados e encaixados de forma lógica, constituindo um algoritmo que substituiu comandos complexos.

Após a validação das tentativas, os alunos, conforme Figura 81, foram acoplando os blocos que determinavam os ângulos para os quais os personagens eram direcionados durante as jogadas. A exemplo do apresentado na Figura 81, a programação do jogo digital pode ser compreendida como um algoritmo computacional, haja vista contemplar uma sequência finita de passos determinados para a execução de uma ação (AZEVEDO, 2017). Neste sentido, a construção dos jogos no *Scratch* possibilitou aos alunos depurarem ideias e exercitarem o raciocínio lógico, articulando conhecimentos digitais e matemáticos num processo dinâmico que transcendeu a decoreba e a repetição.

Figura 81 - Programação com comandos condicionais

Fonte: Produção dos alunos B2 e B9 (2019)

Assim, vê-se que, na programação dos jogos, os alunos utilizaram os blocos com sentenças condicionais que, quando propostas de forma descontextualizada, são de difícil compreensão. O bloco "SE", por exemplo, implica testar a condição antecedente. No caso da Figura 81, o personagem toca na cor preta para acionar o consequente que direciona para uma dada coordenada. Além disso, observa-se, no algoritmo de ação do personagem, uma sequência lógica de repetição (*looping*) infinita. O comando "SEMPRE" que reveste a estrutura algorítmica; nesse caso, determina que o imposto pelo comando condicional se repita infinitamente. Essas relações, potencializadas pela construção no *Scratch,* indicam que os pesquisados integraram diferentes conhecimentos no momento da programação, ressignificando o processo de ensino e aprendizagem de ângulos.

Acabados os jogos, concedeu-se um tempo para que os alunos trocassem de jogo com o colega, o que foi riquíssimo, pois se sentirem valorizados pela produção ao observarem o apreço dos pares pela jogabilidade que construíram. Vale ressaltar que o *Scratch* reserva um espaço para a descrição do jogo, no qual os autores orientam os jogadores acerca dos comandos que precisam utilizar nas jogadas. Assim, em consonância com a programação feita, as instruções produziram os valores dos ângulos como conhecimento necessário à jogabilidade como aparece no Quadro 11:

Quadro 11 - Orientação dos jogos

COMANDOS: *Letra D: O direciona para um ângulo de 135 graus.* *Letra A: O direciona para um ângulo de -135 graus.* *Letra E: O direciona para um ângulo de 45 graus.* *Letra Q: O direciona para um ângulo de -45 graus.* *Os outros comandos são respondidos pelas setas: Direita, esquerda e para baixo* *Good Luck (ALUNOS B2; B9).*
COMANDOS: *Setas:* *Seta para cima: andar para cima.* *Seta para baixo: andar para baixo.* *Setas para o lado: andar para o lado.* *Teclas diagonais: W: andar em 45º.* *A: andar em 315º.* *S: andar em 225º.* *D: andar em 135º (ALUNO).*
Ajude o porco-espinho Chico a encontrar sua amiga Beta! Para que consiga, você deve mover Chico com as setas (direita, esquerda, para cima e para baixo) e com as letras A (-30°), B (135°), C (-60°) e D (75°). Deve também capturar todos os alimentos ao longo do caminho (ALUNOS B11, B15).

Fonte: Elaborado pela autora com base na produção dos alunos B2, B9, B7, B8, B11 e B15 (2021).

No Quadro 11, evidencia-se que B7 e B8 indicaram o ângulo de 45º como uma diagonal, sugerindo a relação de tal ângulo com elementos não explorados na UEPS. Esse conceito, inclusive, foi pauta de discussão da dupla: *"Não. Diagonal eu não sei o que é"*. Nesse momento, B8 demonstrou, por meio de um comando, que *"É assim"* [Nesse momento B8 mostra com a mão a diagonal do retângulo formado tela do computador] e o colega compreendeu: *"Ah, tá bom* (B7)". Essas enunciações refletem a colaboração e a cooperação no processo de ensino e aprendizagem sem a necessidade de interferência do docente. O grupo, pela troca de pares, superou desafios e teceu saberes. Salienta-se, ainda, a precisão das medidas utilizadas pela turma, que, no início da proposta, era mais instável, com dificuldades de identificar os ângulos usuais, como 90º e 180º, evidenciando que, nessa etapa, a compreensão foi maior.

Na sequência (**Passo 7 da UEPS),** foi solicitado aos alunos descobrirem o bug na programação de um jogo de labirinto no *Scratch*, além de corrigi-lo e mostrá-lo, de modo que fosse possível concluir a jogada conforme instruções. Durante a realização da atividade, percebeu-se que eles estabeleciam relações entre a programação feita e a respectiva execução, conectando os valores dos ângulos com seus giros, como se observa no trecho do diálogo entre B7 e B8:

B7: "Olha essa programação, clica para cima para ti ver.... está indo na diagonal...."

B8: "Sim... claro ... usamos 45º quando a gente quis ir na diagonal, aqui quero ir para cima, não pode ser 45..."

B7: "Para cima é 0º ...."

O diálogo se refere à correção da programação da Figura 82, que apresentava o comando "seta para cima", indicando que sua utilização movimentava o personagem na vertical para cima, mas, ao fazer uso do ângulo de 45º, o personagem seguia na diagonal. Ao usarem a estratégia de separar os blocos para testá-los individualmente e, assim, visualizar o local do trajeto com o problema, os alunos compreenderam que precisavam descobrir que comandos executavam uma ação indesejada para que pudessem mobilizar os conhecimentos, integrando-os à solução do tal problema. A identificação da incompatibilidade da programação que dificultava a exequibilidade do jogo foi possível porque eles conseguiram mobilizar conhecimentos prévios que, possivelmente, já estavam consolidados ao longo da UEPS e agora eram usados para solucionar uma situação-problema.

Figura 82 - Identificação de bug na programação

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A fragilidade dos conhecimentos prévios dos alunos referentes a ângulos no início da UEPS e a consistência do mesmo conhecimento mobilizado na identificação do bug são indícios

do processo de assimilação ausubeliana. Em efeito, quando os pesquisados, além de construírem jogos autorais no *Scratch*, envolvendo conhecimentos aprendidos, demonstraram capacidade de identificar problemas nos códigos de programação, pressupõem-se que, por meio da interação, ao longo da UEPS, o conhecimento referente ao ângulo ficou mais complexo. Diante disso, é permitido afirmar que, teoricamente, eles compreenderam a dinâmica de programação e a sua execução; inclusive, alguns conseguiram alterar o valor do ângulo sem um teste prévio. Já outros movimentavam seus corpos para identificar o erro no ângulo, dando relevância às atividades anteriores desenvolvidas na UEPS. Na descrição do bug e alteração que realizaram, houve referência ao ângulo incorreto, associado a outras estratégias de jogabilidade que desenvolveram nas etapas anteriores, como a incompatibilidade da cor da borda com a do personagem que desenvolveu o percurso:

> *Encontramos bugs nos comandos do jogo, no cenário e nas programações de tamanho do personagem principal, Ator1. Para a resolução dos mesmos, foram necessárias adaptações nas programações (diminuir o tamanho do personagem, redirecionamento de noção de percurso, correções em partes do cenário...). Assim, o jogo passou a ter uma fácil e "correta" jogabilidade (B2 e B19).*
>
> *O erro era que o ângulo do rato que estava em 45° e o contorno do personagem(rato) era da cor da borda. Verificamos a programação incompleta. E, mudamos o ângulo para 0°; *refizemos o contorno para que fosse possível a identificação do rato (B11 e B5).*
>
> *O primeiro bug que encontramos no jogo foi na direção para cima, onde tinha 45°. O segundo bug foi o contorno do ratinho que estava preto. Arrumamos a direção de cima para 0°. Contornamos o contorno do ratinho para a cor cinza. Acrescentamos dois novos códigos de programação para a fala do gatinho (B15 e B6).*
>
> *Primeiro bug foi a cor do ratinho, segundo faltava algumas programações e o terceiro foi a direção. No primeiro mudamos a cor do ratinho no segundo tivemos que adicionar mais coisas na programação e no terceiro mudamos a direção para 0º (B17 e B12).*
>
> *Observamos que quando clicado na seta para cima, o gato ia para a diagonal, sendo que ele deveria virar em um ângulo de 0º graus. O principal bug que corrigimos foi o do personagem gato, ele não conseguia falar o que deveria após ter pego o personagem rato. Tivemos que juntar 2 blocos e mudar a cor do rato, pois o problema estava ali. Fizemos com que o gato identificasse a tonalidade da cor do rato para conseguir usar sua fala (B3 e B16).*

O depoimento de B2 e B19 revela que ambos sintetizaram os ajustes feitos, citando os comandos, o cenário e o tamanho do personagem como aspectos que implicavam a correta e fácil jogabilidade. Quando descreveram a alteração feita de 45º para 0º, mostraram que entenderam a correlação do giro dos referidos ângulos e a compreensão da convenção de ângulos associados a direções adotadas pelo *Scratch,* evidenciando sua capacidade de redimensionar a aprendizagem com o uso do transferidor para um contexto diferente e com

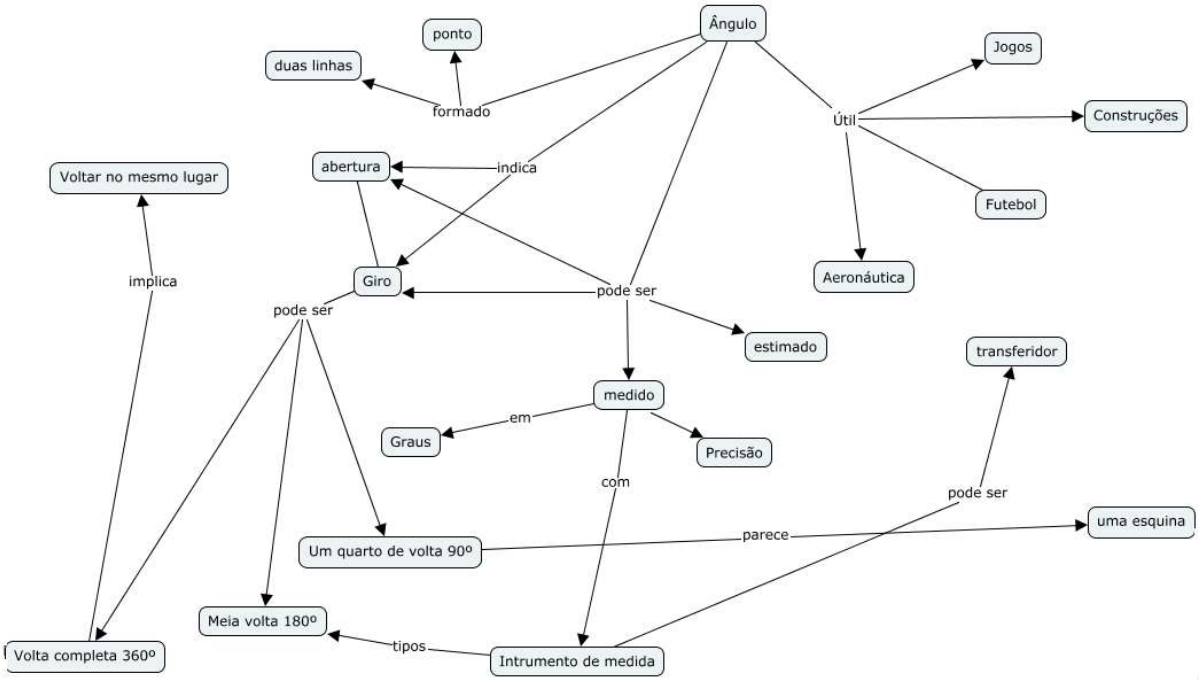
novos parâmetros de referência. Assim, diferenciaram a convenção de direção utilizada pelo *Scratch* e pelo transferidor e integraram o conhecimento de ângulos ligados a giros que construíram para a solução do bug.

Ao reconhecerem que o personagem rato e o trajeto tinham as mesmas cores e que, na programação, era o toque contrastando aquelas (cores) que acionavam o recuo do personagem, como mostrado na Figura 82, os alunos utilizaram diferentes estratégias para solucionar o problema. Enquanto B11 e B5; B17 e B12; e B3 e B16 alteraram a cor do rato, B11 e B5 mudaram a do contorno do trajeto. Ante o exposto, acredita-se que a exploração dos jogos digitais favoreceu o desenvolvimento de habilidades, envolvendo o raciocínio lógico e a solução de problemas sem um roteiro previamente definido.

Pelo fato de o *Scratch* ter sido apresentado ao grupo de alunos na ocasião do projeto piloto e eles terem demonstrado aptidão para identificar e corrigir o bug na programação, demonstra que progrediram não apenas na Aprendizagem Significativa do conteúdo de ângulos, mas também melhoraram a fluência digital no manuseio da ferramenta. Papert e Resnick (1995, p.54) afirmam que "[...] ser digitalmente fluente envolve não apenas saber como usar ferramentas tecnológicas, mas também saber como construir coisas significativas com essas ferramentas" como ocorreu neste jogo. Ao solucionarem o problema, os pesquisados mobilizaram subsunçores relevantes (conceito de ângulos associado a giro, estimativa de giros a partir de um dado ângulo, convenções de direção dos ângulos na interface no *Scratch*, funcionalidades dos blocos de comandos do *software* em uso). Com isso, agregaram novas informações que emergiram do problema (escolha do comando correto, ajuste no cenário, tamanho do personagem) e, num processo dinâmico, fortaleceram e modificaram os próprios subsunçores, tornando-os mais consistentes.

Finda a atividade, os alunos construíram um mapa conceitual no *cmap tools* sobre ângulos (**Passo 7 da UEPS).** Em tese, eles se mostraram criativos, estabelecendo ligações cruzadas entre os conceitos que podem ser indícios de reconciliação integradora (MOREIRA, 2011a) conforme explana a Figura 83.

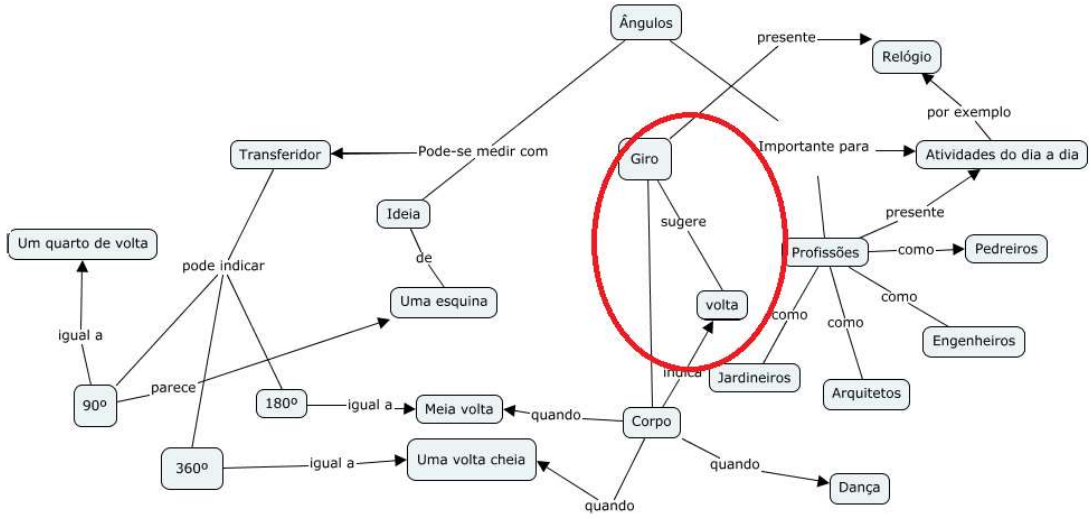
Figura 83 - Exemplo de Mapa conceitual sobre ângulos



Fonte: Produção dos alunos B2 e B9 (2019)

O mapa da Figura 83 evidencia que o conceito mais abrangente “ângulo” tem um número relevante de ligações com os mais específicos, tais como sua utilidade, representação e medição. Ausubel (2003) refere essa hierarquia do conhecimento como a representada no mapa, como um nível de abstração, generalidade e inclusão, que são aspectos característicos da Aprendizagem Significativa. As relações conceituais nos mapas também são apontadas por Moreira (2010b) como indicativos de que o estudante é capaz de estabelecer aproximações entre os conceitos, indícios de Aprendizagem Significativa. Ademais, afirma que um mapa conceitual pode representar a estrutura cognitiva do estudante, pois indica como ele organiza e relaciona o conteúdo de uma área específica. Assim, quando os pesquisados relacionaram o giro com as voltas, demonstraram, com essas ligações, que novos conhecimentos foram sendo incorporados e que o conceito de ângulo foi sendo ampliado conforme aparece no mapa construído por B11 e B15 (FIGURA 84).

Figura 84 - Novo exemplo de mapa conceitual sobre ângulos



Fonte: Produção dos alunos B11 e B15 (2019)

Salienta-se que, para Novak e Gowin (2004), num mapa conceitual, as estruturas de proposições que ligam os conceitos formam uma unidade semântica; então, esse ramo é um indício de uma diferenciação progressiva entre os conceitos como instrumentos de medida, graus, giros, abertura (FIGURA 84). Entretanto, se o discente não utilizar as palavras de ligação, tem-se uma fragilidade de conceitos, pouco percebida nos mapas produzidos pelos alunos, indicando que o conhecimento foi construído significativamente.

Ao final da construção do mapa conceitual, os alunos responderam a um questionário (APÊNDICE C) com quatro questões abertas sobre suas percepções quanto à proposta desenvolvida (**Passo 8 da UEPS).** Na primeira pergunta, indagou-se sobre possíveis dificuldades na construção do jogo digital no *Scratch*. Sete deles declararam não terem se deparado com nenhum obstáculo, justificando a experiência do ano anterior que tiveram com o programa, pois o grupo, vale lembrar, havia participado do projeto piloto no ano anterior. Destaca-se ainda que, na descrição desses alunos, o trabalho em duplas foi citado como fator que amenizou as dificuldades como comprovam estes excertos:

> *Não, porque já tinha criado um jogo no Scratch uma vez antes e por isso não tive dificuldades. No início confesso que me atrapalhei um pouco, mas logo me encontrei. Além disso, estava em dupla e isso ajudou muito na compreensão e no desenvolvimento do nosso trabalho* (B7).

> *Não; Inicialmente não me recordava totalmente quanto a última vez em que aprendemos sobre como programar este jogo. Mas claro que não me preocupei tanto, afinal, estar em dupla ajudou bastante quanto ao desenvolvimento de nossos jogos. A*

> *programação não é tão complicada, eu mesma não achei só por termos trabalhado bastante no laboratório de informática, um ponto positivo (B13).*

Na enunciação, B13 e B7 pontuaram que o trabalho em grupo facilitou a compreensão e o desenvolvimento dos jogos, colaboração observada na sala de aula. Construir os jogos em duplas permitiu que os alunos conjecturassem, levantassem e testassem hipóteses. Em momento algum, observou-se um deles se mostrasse indiferente ao que estava sendo feito. Dillenbourg (1999) afirma que a aprendizagem colaborativa envolve uma situação na qual duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntas. Sendo assim, ela resulta da interação entre pares, em que a coletividade e a colaboração se sobrepõem à competitividade e ao isolamento.

Enquanto discutiam em grupos, os alunos negociavam significados com facilidade, condição essencial a uma Aprendizagem Significativa. A cada nova programação no *Scratch,* melhoravam sua compreensão não apenas do conteúdo de ângulos, mas como encadear as funcionalidades dos blocos de programação. Nas trocas, refletiam e reorganizavam ideias na estrutura cognitiva conforme exposto no diálogo abaixo:

B9: "*Quero que depois que ele toca na borda que volte no início onde as libélulas aparecem".*

B5: "*No começo"?*

B5: "*Tipo assim, olha. Ele vai ali e vai pegar a libélula né"?*

B9**:** "*Tá".*

B5: *Olha, ele pegou a libélula, adicionou dez pontos. Só que daí ele vai tocar na linha preta e a libélula não apareceu de novo. Só que zerou os pontos, e eu tentei de tudo para fazer com que essas libélulas aparecessem depois que ele voltasse para a posição. Mas não tem uma opção tipo…*

B9: "*Tá, se volta e eu clicar na bandeira a libélula aparece"?*

B5 e B9: "*Não".*

B9: "*Tá, então deixa eu ver a programação da libélula".*

B5: "*Essa primeira aqui… Ah... agora ela apareceu, ficou lá na bandeirinha".*

B9***:*** *"Mas ela apareceu".*

B5: "*Por isso mesmo, mas quando a pessoa toca, e ele volta para a posição, para ela (libélula) continuar, entendeu? Ela não voltou".*

B5: "*Tá, mas é a mesma coisa com aquele grupo, eu não sei fazer essa coisa…"*

B9: "*Eu também não sei".*

B5: "*Mas eu não vejo lógica, olha só, ele já capturou aquela libélula, ele volta para o começo… E se a gente colocasse para ele parar quando tocar na borda".*

B9: "*Não tem nada a ver".*

B5: "*Não, não é isso. E mesmo assim, que ele volte, eu não vejo sentido aquela que ele já capturar, retornar. Queremos começar da estaca zero".*

B9: "*É, só que zera os pontos, então a pessoa fica meio assim…"*

B5: "*Ah, zera os pontos".*

B9: "*É".*

B5: "*Vai lá, volta".*

O diálogo dos dois alunos reforça a colaboratividade no processo de construção dos jogos e a corresponsabilidade no êxito da proposta. Percebe-se que eles, ao trabalharem juntos, apoiaram-se, avaliaram e testaram hipóteses, buscando a assertividade. Nessa interação, salienta-se que o esforço individual acompanhou o coletivo e, na troca de ideias, melhoraram a compreensão e se aproximaram de uma aprendizagem mais eficiente e significativa. Em consonância com Bordenave e Pereira (2000), ao construírem os jogos, as duplas se alternavam na função de papéis de incentivadores quando alguém pensava em desistir; inovadores, ao proporem ideias novas e ousadas para o jogo; estimuladores, se alguém cansava; críticos, quando avaliavam a produção feita. Ademais, foram coordenadores e executores, funções que complementaram e auxiliaram na produtividade e aprendizagem. Assim, cada aluno pôde contribuir ao ser um participante ativo na proposta e, consequentemente, suas qualidades foram valorizadas.

Mesmo os alunos que enfrentaram dificuldades ao construírem o jogo *Scrath* assumiram uma postura ativa e o processo de criação em si, o que demanda criatividade e investigação. A indisponibilidade de uma receita esteve presente nos argumentos como o de B3: "*Sim, tive dificuldade em relação à programação, o que usar e quando usar*". Não ter à disposição um roteiro e precisar desenvolver a autoria e o protagonismo causaram desconforto e, consequentemente, os participantes se depararam com dificuldades como pontua B2: *"Sim, no começo tive dificuldade muito grande na movimentação dos personagens, adicionar pontuação, fazer o personagem coletar os objetos, esconde-los, mudar a tela final e fazer os*

personagens falarem". Contudo, é importante ressaltar que, ao iniciar a declaração com a expressão *"[...] no começo [...]",* ele anunciou que essas barreiras foram superadas. Possivelmente, isso tenha ocorrido nos primeiros momentos de contato com o programa, pois a recém havia ingressado na escola. Assim sendo, não participou do projeto piloto no ano anterior.

Dentre as justificativas do grupo que afirmou ter tido dificuldade, destaca-se a resposta de B17: *"Sim. Por conta do tempo que não acessava este tipo de jogo, houve complicações em relação ao que fazer, como fazer, etc. Mas com os períodos em que trabalhamos, foi fácil aprender novamente e conseguir alcançar uma jogabilidade maior, tal como uma melhor percepção do que eu estava fazendo".* Ao atrelar a dificuldade ao tempo sem contato com o programa e afirmar que foi fácil aprender novamente, o respondente forneceu indícios de uma aprendizagem obliterante apontada por Ausubel (1968).

De fato, quando enfraquece a dissociabilidade entre os novos significados e as ideias armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz, atingindo-se um limiar de disponibilidade, as ideias básicas relevantes são graduais e espontaneamente esquecidas. Sobre isso, Ausubel (2003, p. 61) afirma que "[...] o esquecimento é uma continuação, ou fase temporal posterior, do mesmo processo interativo subjacente à disponibilidade do material de instrução estabelecido durante (e para) um período de tempo variável após a aprendizagem". O autor acrescenta que a capacidade de subsunção fornece, de alguma forma e paradoxalmente, a base para o esquecimento futuro. Dessa forma, quando o aluno comentou o tempo, expôs o esquecimento no manuseio do *Scratch,* pontuando que, facilmente, esse conhecimento adquirido no projeto piloto foi mobilizado a partir da motivação para a construção do novo jogo, fato que confirma a Aprendizagem Significativa.

Outra dificuldade apontada foi em relação ao conteúdo de ângulos, o que reforça a crença de que a construção do jogo não foi aleatória ou de caráter meramente lúdico: *"Sim, eu tive algumas dificuldades, apesar de já trabalharmos no Scratch antes. Dentre essas dificuldades, a maior que eu tive estava no segundo jogo, onde foi criado o labirinto, mas tínhamos que colocar os códigos. Nesse labirinto, havia muitas direções na diagonal, diferente do outro, em que só havia direções retas. Portanto, a minha maior dificuldade estava nessas direções diagonais, onde devíamos encontrar o ângulo (graus) correto para ir para a direção certa (B16)".* De fato, na busca do ângulo correto, os alunos procuraram estabelecer relações

entre o problema posto pelo jogo e os explorados nas etapas anteriores da UEPS, fortalecendo subsunçores existentes na estrutura cognitiva.

Os alunos, quando questionados se, durante a construção do jogo, precisaram utilizar algum conhecimento explorado por meio das atividades desenvolvidas anteriormente, a resposta afirmativa foi unânime. Vários deles pontuaram a diferença entre as convenções de direção utilizadas pelo *Scratch* e o transferidor, como atestam os registros de B2: "[...] *no jogo, o ângulo 0° graus estava em uma posição diferente da que estamos acostumados e, no transferidor, o ângulo 0° graus está na horizontal, mas isso não interferiu em nada na compreensão.* Em conformidade com o colega, B8 afirmou que *[...] o transferidor usado na sala tinha o grau 0° na horizontal e o transferidor que tinha no Scratch tinha o seu grau 0º na vertical, depois de muita tentativa e erro consegui fazer o personagem se movimentar pelo labirinto.*

Assim, a construção do jogo no *software* permitiu que os estudantes utilizassem um mesmo conhecimento em contexto e diretrizes diferentes, contribuindo para que a aprendizagem fosse consolidada. Ausubel, (2003) sublinha que a repetição multicontextual de uma ideia se consolida hipoteticamente mais na memória do que nas repetições em uma mesma conjuntura. Quando B8 apontou a tentativa e erro como estratégia na programação, sugeriu um processo investigativo e de descoberta que auxiliou no desenvolvimento da estrutura cognitiva e favoreceu a retenção daquilo que foi aprendido. Ambos também citaram atividades desenvolvidas ao longo da UEPS como importantes para a construção dos jogos:

> *Sim, no segundo jogo que criamos no Scratch do labirinto, tive que utilizar o conhecimento dos ângulos em quase todos os movimentos dos personagens, na hora de fazer o personagem andar em diagonal, vertical e horizontal. Uma das principais atividades que me ajudou e facilitou a construir o jogo, foi quando Luís vendou os olhos e tivemos que dizer a ele quantos graus teria que girar, e a atividade da batalha naval. Assim com essas atividades facilitou para mim fazer o jogo, pois assim já tinha uma noção dos graus para adicionar as programações* (B15).

> [...] *Era necessário mandar a direção em graus para o personagem poder se deslocar, através dos ângulos. Isto me fez lembrar das aulas onde nos posicionávamos com nosso próprio corpo para essas direções em graus. Ajudou bastante neste ponto, que claro, considero importante* (B18).

Esses relatos apontam a relevância de propor a construção dos jogos no contexto de uma UEPS, pois foram as etapas desenvolvidas que permitiram aos alunos construírem conceitos de maneira contínua e progressiva. Em cada uma delas, evidenciava-se que eles ampliavam as relações conceituais, diferenciando a definição de ângulo aceitável ou não no contexto de ensino, aprimoravam a estimativa de valores associados às aberturas e giros e integravam o

aprendizado no momento em que utilizavam o conhecimento na programação. Ademais, acredita-se que, se o jogo tivesse sido proposto de forma isolada, eles não teriam se envolvido tanto com o conteúdo específico, pois lhes faltariam repertório e evidência, reforçados por B9:" *O conteúdo trabalhado em sala de aula como a batalha naval e o trabalho sobre ângulos foi crucial para desenvolver o labirinto."* Embora a construção dos jogos tenha possibilitado a consolidação do conceito de ângulo como giro e ampliado a noção de estimativa de diferentes ângulos, ela só foi possível pela consistência dos estudos anteriores. As atividades propostas pela UEPS propiciaram a construção de subsunçores como um conceito inicial de ângulo como abertura e giro, evidenciando a compreensão de ângulos de valores exatos como uma volta completa, meia volta e um quarto de volta, assim como a noção do manuseio do transferidor como instrumento de medida.

A cada escolha de bloco para programar o jogo, os alunos estabeleciam relações entre o que haviam aprendido e os objetivos que buscavam. Para isso, era necessário que identificassem similaridades e diferenças entre experimentos e atividades desenvolvidas, o que permitia reconciliar discrepâncias reais ou aparentes que surgissem. Por exemplo, a cada mudança de direção no caminho que o personagem deveria percorrer, o jogador precisava construir uma espécie de algoritmo de programação que facultava a ação e para tal recorria às experimentações que havia tido por meio das atividades e dos jogos digitais explorados em aula. Contudo, o contexto era totalmente diferente, e o que antes era realizado por intermédio de registros impressos, como nas atividades em papel, ou movimentações de comandos, no caso dos jogos, era preciso uma sequência e encadeamento de blocos de comandos que deveriam ser encaixados, considerando critérios de funcionalidade e o objetivo do jogo.

Quando questionados sobre o jogo no *Scratch* ter auxiliado na aprendizagem do conteúdo de ângulos, novamente, foram unânimes em afirmar que sim. Nos excertos abaixo, alguns comentários relevantes à pesquisa:

B4: "*Sim e muito, foi umas das aulas que eu mais aprendi e consegui prestar atenção, para que conseguisse construir os jogos e também resolver os problemas".*

B1: *"Sim, bastante porque fazer o jogo me fez entender mais sobre ângulos até coisas simples que eu tinha um pouco mais de dificuldade depois de construir o jogo ficou mais claro".*

B11*: "Sim bastante, como disse na questão anterior, pois me fez lembrar do que aprendemos em sala de aula. Eu tinha um pouco de dificuldade quanto ao uso dos ângulos, mas depois do jogo não tenho mais nenhuma".*

B13: *"Sim, pois ele me ajudou a entender melhor o conteúdo de matemática e aprender mais sobre a tecnologia".*

De fato, os respondentes atribuíram à construção do jogo uma melhor compreensão do conteúdo de ângulos. Dessa forma, obtiveram-se indícios de que a produção dos jogos causou avanços à aprendizagem, pois eles precisaram mobilizar conhecimentos matemáticos, diferenciá-los e integrá-los à medida que a programação demandava. Para B4, a resolução de problemas, associada à construção dos jogos, superou a concepção simplista de problemas propostos por intermédio de listas de exercícios, pautados na repetição e reprodução de informações ou mesmo na utilização de operação matemática. Nesse sentido, a experiência docente da pesquisadora e estudos como os de Starepravo (2010) permitem inferir que é comum os professores de Matemática ouvirem dos seus alunos perguntas, como: "É demais ou de menos?", ou então: "É de vezes ou de dividir"?, quando propõem resolução de problemas. Assim, a exemplo da referência feita por B4, participantes reconheceram as situações-problema na construção dos jogos sem que elas tivessem sido pautadas em enunciados que exigissem devoluções ou meras utilizações de operações matemáticas, o que mostra que a aprendizagem de ângulos foi um processo de Aprendizagem Significativa. Também B1 e B11 referiram ao jogo a superação de dificuldades ao afirmarem que ele não apenas possibilitou a consolidação e a verificação da aprendizagem, mas sua construção. Esta, vale ressaltar, não se centrou na memorização de fatos, pois,

> [...] Décadas de pesquisa, porém, têm mostrado que os estudantes ensinados por esse sistema, apesar de conseguirem passar em exames, não conseguem de fato aplicar seu conhecimento para resolver problemas ou para compreender os fundamentos conceituais de seu campo de aprendizagem (GEE, 2009, p. 169).

Quando B13 mencionou que aprendeu mais sobre a tecnologia, verificou-se que não se tratava apenas de um conceito de programação, mas de uma estrutura de funcionamento e solução de problemas que emergiam. Ademais, durante todo o processo, o grupo refletiu sobre cada decisão, levantando hipóteses que eram comprovadas ou refutadas. O dinamismo também foi aspecto ressaltado, como exemplifica B16*: "[...]O jogo me ajudou bastante porque, ele tornou a aula mais dinâmica, conseguiu trazer um pouco mais da minha atenção para dentro da sala de aula, me fazendo entender de uma melhor forma o conteúdo".* O meio digital foi

motivador e contribuiu para o envolvimento dos pesquisados, pois eles experienciaram estar como produtores e não apenas consumidores diante do jogo. Em relação a essa postura proativa, Ribeiro e Carvalho (2017, p. 222) afirmam que "as práticas gamificadas, ao contrário das aulas expositivas convencionais, não colocam o aluno em posição passiva na aquisição de conhecimentos e em seus processos de aprendizagem".

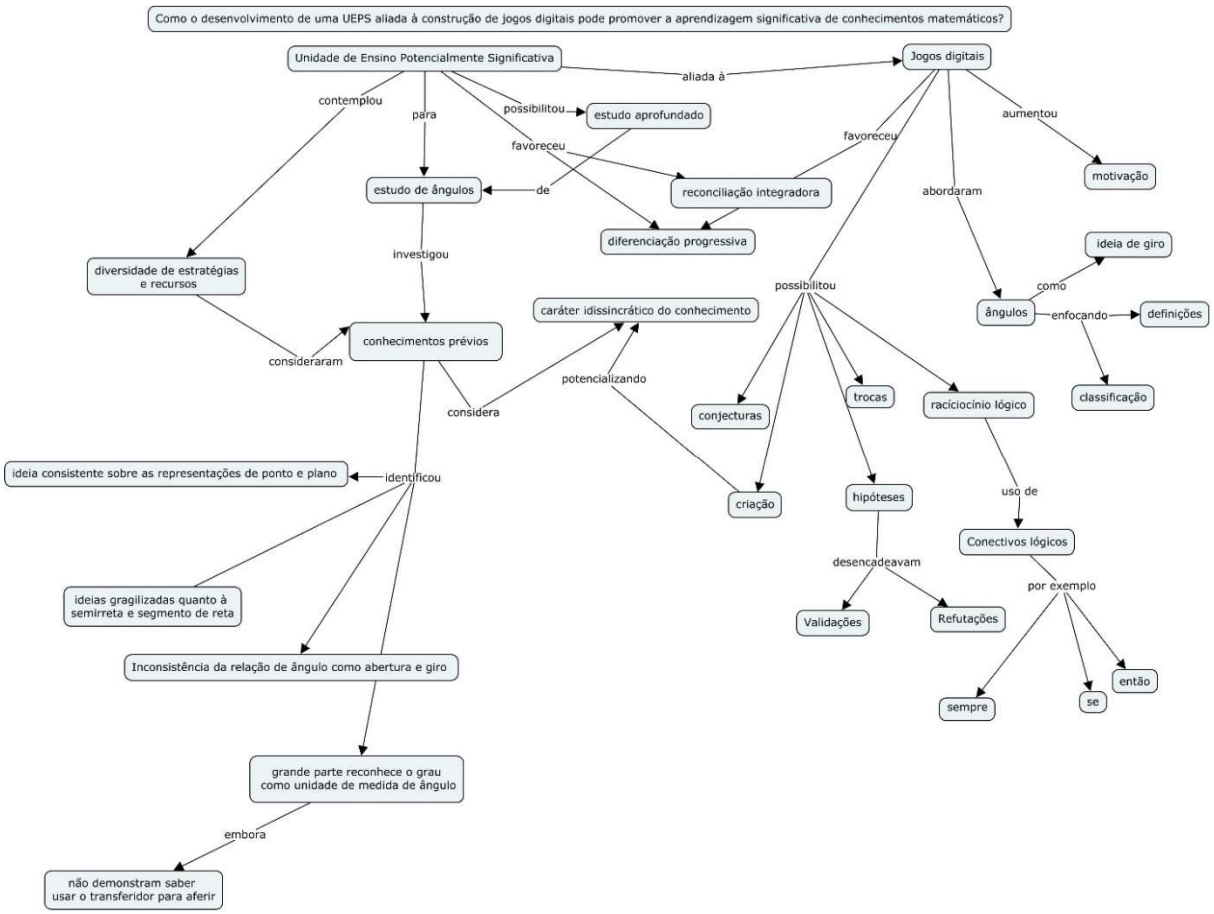
Assim, a análise do desenvolvimento da UEPS permite inferir que ocorreu Aprendizagem Significativa do conteúdo de ângulos, com turma do 8º ano, participante da pesquisa. Em efeito, os alunos foram capazes de compreender o conceito de ângulo, associando-o a uma abertura ou giro, conseguindo utilizar esse conhecimento na construção dos jogos digitais e nas situações-problema a ele subjacentes. Sendo assim, propor o estudo de ângulo por meio de uma UEPS contribuiu para que eles vislumbrassem o referido conteúdo de forma contextualizada, identificando sua utilização e importância em distintas situações do cotidiano. A exploração de diferentes estratégias e recursos favoreceu uma abordagem que considerou a amplitude do estudo e o grau de complexidade das etapas.

Assim, criaram-se condições para que o estudante estabelecesse relações entre as novas informações referentes ao conceito de ângulo (medições, unidade e instrumento de medida, estimativas, reconhecimento de ângulo como abertura e giro, aplicabilidade em situações problemas) e ao conhecimento prévio identificado (noções iniciais de ângulo, elementos primitivos da geometria como o ponto, reta, semirreta, segmento de reta). Esse pensamento remete à ideia de Ausubel (2003, p. 162) quando ele sublinha que "se o novo material de aprendizagem é especificamente relacional com os conhecimentos existentes, pode atribuir-se o efeito facilitador de mais conhecimentos sobre ele [...]".

Ressalta-se ainda que a construção e a implementação da UEPS iniciaram com aspectos gerais e inclusivos, o que favoreceu uma visão geral e mostrou a importância do conteúdo para em seguida abordar os aspectos mais específicos. Por exemplo, na etapa da produção dos jogos, o aluno partiu do conjunto de saberes amplos que tinha na estrutura cognitiva, bem como da construção de uma ideia geral do jogo, e seguiu com as programações específicas que lhe permitiram corporificar cada etapa. Concomitante ao processo, por demandas dos problemas emergentes da programação do jogo, diferenciou conceitos e aplicabilidade, integrando-os aos algoritmos construídos com os blocos de comandos.

Sintetiza-se, assim, a análise desta UEPS por meio de um mapa conceitual (FIGURA 85):

Figura 85 - Mapa conceitual da síntese da UEPS do 8º ano



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No Capítulo 6, apresenta-se uma síntese do estudo, destacando as implicações da pesquisa que evidenciaram a Aprendizagem Matemática Significativa a partir do desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar a natureza da ciência um processo inacabado e contínuo, entende-se que a investigação tecida neste estudo não se esgota em si, pois os resultados aqui expressos podem deslumbrar novos questionamentos e impulsionar futuras pesquisas. Contudo, acredita-se que os indicativos encontrados sejam expressivos no sentido de apontar evidências de uma Aprendizagem Matemática Significativa a partir do desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais.

A motivação pela pesquisa surgiu da inquietação da professora/pesquisadora ao se deparar com um cenário de Aprendizagem Matemática Mecânica pautada na memorização de conceitos e fórmulas em detrimento de sua compreensão (CERCONI; MARTINS, 2014, PROUST, 2017). Soma-se a isso, a advento tecnológico que impacta não apenas os diferentes segmentos sociais, mas os processos de ensino e de aprendizagem, não cabendo às instituições escolares se manterem alheias. Nesse contexto, destacam-se os jogos digitais como recursos com potencial para dinamizar e qualificar as aprendizagens quando inseridos em uma prática pedagógica consistente, como as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, propostas por Moreira (2011b) e apoiadas pelos estudos de Ausubel (1968, 2003).

Assim, delineou-se esta pesquisa com o objetivo de investigar como o desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de quadriláteros e ângulos. Com base em estudos da área e dos jogos digitais como recurso pedagógico, foram construídas duas UEPS para a abordagem dos referidos conteúdos, a saber: uma com a turma do 7º; outra, com o 8º ano, na E.M.E.F. Otto Gustavo Daniel Brands, no Município de Venâncio Aires, RS. Ressalta-se que, no percurso investigativo, o projeto piloto das duas intervenções apontou a necessidade de readequações das atividades que compunham as UEPSs. Dessa forma, reforçaram-se as implicações dos jogos digitais por estarem inseridos numa proposta pedagógica consistente, evitando que caíssem na tentação de

mascarar os processos de ensino e de aprendizagem, algo distante do que se acredita ser favorável a uma Aprendizagem Significativa.

Dentre as readequações realizadas, destacam-se as atividades de investigação dos conhecimentos prévios relevantes que, no contexto de estudo e em conformidade com os pressupostos da Aprendizagem Significativa, precisam atender às particularidades de cada um, haja vista o caráter idiossincrático do conhecimento. Enfatiza-se que as estratégias e recursos devem ser organizados de modo a se aterem ao fato se constitui um subsunçor à nova aprendizagem, pois Ausubel (2003, p. 155) alerta que, nesse processo, "um destes factores limitadores é a existência de ideias preconcebidas erradas, mas tenazes." Como exemplo identificado neste estudo, cita-se a relação do tamanho da semirreta que compõe um ângulo como sendo o valor dele próprio, ou mesmo concepções errôneas sobre o uso da régua para aferir comprimentos. Esses conceitos precisaram ser retomados para dar continuidade ao estudo, já que poderiam se constituir um obstáculo epistemológico e, por conseguinte, dificultar ou impedir a nova aprendizagem (MOREIRA, 2002).

Destarte, as atividades investigativas permitiram um mapeamento da estrutura cognitiva do aluno, tendo em vista a identificação de conhecimentos prévios capazes de se relacionarem com os novos, ancorando-os e tornando-os mais abrangentes e refinados. Dessa forma, a investigação inicial, em ambas as UEPSs, sustentaram conduções mais adequadas e eficazes nas atividades subsequentes, como a exploração dos conceitos incipientes. Nesse sentido, Ausubel (1976) orienta que é preciso basear o ensino naquilo que o estudante já sabe.

É importante enfatizar que, nesse processo, a mediação docente orientou os estudantes nas reflexões e contribuiu para a construção de conhecimentos próximos aos aceitos no contexto de ensino, em específico, o estudo de quadriláteros e ângulos. Gasparin (2012, p. 110) afirma que "Ao assumir o papel de mediador pedagógico, o professor torna-se provocador, contraditor, facilitador, orientador". Nessa postura, a professora/pesquisadora interveio a fim de potencializar as situações pedagógicas das UEPS, questionando os pesquisados, além de instigá-los a produzirem conjecturas com base nas explorações dos conteúdos em estudo.

O planejamento criterioso de todas as atividades das UEPS é um fator a destacar, pois as situações de aprendizagem, além das relações com os subsunçores, buscaram contemplar a exploração de diferentes recursos, como recortes, colagens, movimentos corporais, jogos digitais, *software* de geometria dinâmica *(Geogebra),* favorecendo abordagens que atendessem

ao desenvolvimento de diferentes habilidades. Nesse sentido, Ausubel (2003) parte do princípio de que a Aprendizagem Significativa, como processo suplementar ou gradual, tem retenção aumentada com experiências práticas múltiplas.

A multiplicidade de recursos e estratégias propostas pelas UEPS contemplaram a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora de conhecimentos relacionados à quadriláteros e ângulos. Os alunos, clara e explicitamente, relacionaram conceitos da estrutura cognitiva com as ideias novas, percebendo diferenças e similaridades com as novas informações contextualizadas pelas atividades, o que facilitou a retenção e a assimilação. Sem essa possibilidade, "[...] as ideias ancoradas na estrutura cognitiva não só manifestaram, inicialmente, pouca força de dissociabilidade, como também a perdem muito rapidamente, pois estas novas ideias podem representar-se, de forma adequada, pelas que estão mais estabelecidas, para fins de memória" (AUSUBEL, 2003, p. 170).

Uma limitação do estudo esteve atrelado ao tempo, visto que ele não permitiu novas explorações das construções dos jogos, que no caso da UEPS do 7º ano, os alunos detiveram-se a elaboração de jogos no formato de quizes. Acredita-se que isso se deva ao fato de, por ser o primeiro contato com a plataforma do Scratch, sentiram-se mais seguros para elaborar os jogos neste formato. Numa continuidade desse estudo e/ou da prática pedagógica da docente pesquisadora, sugere-se desafiar os alunos a produzirem jogos para além da configuração de quizes. Mesmo, na UEPS do 8ª ano, onde propositalmente houve um direcionamento para os labirintos, seria interessante propor novas produções em que os alunos possam inovar. Outra sugestão é a inserção de outros jogos de interface e objetivos diferenciados abordando os conteúdos propostos, que além de qualificar as aprendizagens poderiam ser estímulos na inovação das construções no Scratch,

Os dados analisados evidenciam que os alunos incorporaram novos conhecimentos de forma substantiva e não arbitrária, fazendo relações com conhecimentos prévios relevantes. Essa evidência se sustenta no acompanhamento e registro das atividades que indicam gradativo aumento da capacidade de mobilizar, relacionar e expressar conhecimentos para a resolução das atividades e desafios elaborados. Por sua vez, a construção de jogos digitais no *Scratch*, proposta de forma articulada e com ações intencionais e alinhadas aos objetivos da pesquisa, mostrou-se relevante no processo da Aprendizagem Significativa de quadriláteros e ângulos. Reitera-se que propor a construção de jogos no contexto de UEPS contribuiu para que a aprendizagem não se constituísse em um processo mecânico apoiado em códigos e algoritmos.

Com efeito, as UEPs forneceram subsídios para que os estudantes pensassem a lógica da programação, associada ao conhecimento matemático e, assim, levantar hipóteses, testá-las e, quando necessário, refutá-las.

O trabalho com jogos permitiu que os alunos estabelecessem relações e, dessa forma, diferenciassem e integrassem o conhecimento matemático numa lógica diferente das listas intermináveis de exercícios, por vezes mecânicos e repetitivos. Ao utilizarem blocos de comandos durante as programações, eles conciliaram a funcionalidade ao conhecimento matemático a ser explorado visando atender ao objetivo do jogo a que se propunham. As discussões potencializaram as ações de argumentar, descrever, expressar, analisar, representar, interpretar, compartilhar e outras habilidades, que iam além do conhecimento matemático.

Outro aspecto evidenciado pela pesquisa foi a motivação dos alunos que estavam no papel de produtores dos jogos digitais e não apenas de consumidores. O referido recurso lhes era familiar no assunto entretenimento, mas utilizá-lo para a construção da aprendizagem com a possibilidade de configurarem a jogabilidade foi motivador e favoreceu a aprendizagem. Nesse sentido, Ausubel (2003) expressa que a motivação é um fator altamente significativo e facilitador da Aprendizagem Significativa, essencialmente quando se objetiva a aprendizagem constante e a longo prazo no domínio de uma determinada disciplina.

A programação dos jogos acordou que alunos mobilizassem conhecimentos explorados durante o desenvolvimento das UEPS e que poderiam, aparentemente, estar em fase de esquecimento ou que não haviam sido consolidados. Assim, ao retomá-los espontaneamente, puderam consolidá-los e torná-los mais consistentes. Além dos conteúdos de quadriláteros e ângulos, a construção dos jogos possibilitou a abordagem dos não estabelecidos na grade curricular, flexibilizando uma aprendizagem de acordo com os desafios que se apresentavam. Como exemplos, destacam-se as coordenadas cartesianas, os conectivos lógicos, a noção de variável, além de todo o raciocínio lógico subjacente ao processo de programação. Ademais, buscando uma síntese deste estudo, construiu-se um diagrama de “V”, que, segundo Gowin (1981), é um instrumento que facilita a análise do processo de produção de conhecimento como resultante da interação entre dois domínios: um teórico conceitual e outro metodológico.

DOMÍNIO

Diagrama da pesquisa

DOMÍNIO

Filosofia: A aprendizagem da matemática precisa estar impregnada de significado e desenvolver no aluno a capacidade de reflexão, análise e síntese, permitindo sua utilização como ferramenta de promoção social.

Teoria: Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980) e estudos que embasam a utilização de jogos digitais na aprendizagem matemática.

Princípios:
- A presença de conhecimento organizado e relevante na estrutura cognitiva do aprendente pode ancorar e relacionar-se com o novo conteúdo;
- O aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender, uma intencionalidade;
- O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e organizado numa estrutura lógica;
- O desenvolvimento de uma UEPS melhor estrutura o estudo de um conteúdo;
- Diferenciação progressiva: em termos de detalhe e especificidade é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas.
- Reconciliação integradora: explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliar discrepâncias reais ou aparentes.
- A construção de jogos digitais favorece a aprendizagem significativa de conhecimentos matemáticos.
- O Scracth apresenta alternativas que viabilizam a construção de jogos e o desenvolvimento de habilidades importantes à matemática.

Questão foco:
Como o desenvolvimento de uma UEPS, aliada à construção de jogos digitais, pode promover a Aprendizagem Significativa de conhecimentos matemáticos?

Asserção do valor: Acredita-se que os dados desta pesquisa possam incentivar docentes a considerarem em sua prática pedagógica a utilização de UEPS aliadas à construção de jogos digitais, haja vista a potencialidade da proposta na promoção de uma Aprendizagem Significativa de quadriláteros e ângulos.

Resultados encontrados: **- Identificação de conhecimentos prévios**: Na UEPS do 7º ano: ideia consistente sobre as representações de ponto, reta e plano; 52,6% dos alunos não utilizavam corretamente a régua como instrumento de medida de comprimento; sete alunos demonstraram não ter clareza da diferenciação entre figuras geométricas planas e espaciais; inconsistência no conceito de paralelismo e perpendicularismo entre retas e semirretas; compreensão de simetria. Na UEPS do 8º ano: ideia consistente sobre as representações de ponto e plano e mais fragilizadas quanto à reta, semirreta e segmento de reta; Inconsistência da relação de ângulo como abertura e giro; grande parte reconhece o grau como unidade de medida de ângulo, mas não demonstram saber usar o transferidor para aferir. De modo geral, os dados sugerem que a investigação dos conhecimentos prévios precisa considerar o caráter idiossincrático do conhecimento.
- A UEPS contribuiu para um estudo mais aprofundado dos quadriláteros e ângulos; as atividades iniciais funcionaram como organizadores prévios para retomada de conhecimentos prévios inconsistentes; a multiplicidade de recursos e estratégias favoreceu a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora potencializando a relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos; A escolha criteriosa de cada atividade priorizou a efetiva relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, princípio norteador da aprendizagem significativa.
- A construção dos jogos digitais no Scratch contribui para que os alunos mobilizassem os conhecimentos, por vezes obliterados, a acerca de quadriláteros e ângulos em um novo contexto. Fortaleceu e ampliou o conhecimento dos referidos conteúdo, tornando-os mais consistente e capazes de ancorar novas aprendizagens; Favoreceu o desenvolvimento de habilidades de interpretação, resolução de problemas, criação, produção e criatividade atribuindo dinamismo e aumento da motivação e pré-disposição à aprendizagem como requisito à Aprendizagem Significativa.

Metodologia: pesquisa qualitativa descritiva.

Registros: diário de bordo, observação participante, materiais produzidos pelos alunos, questionário, gravações.

Evento: O desenvolvimento de duas UEPS aliada à construção de jogos digitais com o *Scracth*, na disciplina de Matemática com as turmas de7º e 8º ano do Ensino Fundamental em que a pesquisadora é a professora regente.

Pontua-se, assim, que esta pesquisa contribuiu para a qualificação da prática pedagógica da docente pesquisadora. Posto isso, espera-se despertar o interesse de educadores pela elaboração criteriosa de UEPSs, aliada à construção de jogos digitais, haja vista o potencial da proposta para a promoção de Aprendizagem Matemática Significativa. Por fim, salienta-se a importância de os jogos digitais estarem alicerçados em uma consistente proposta pedagógica e com uma mediação docente que instigue a autonomia, a criatividade e a resolução de problemas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Ivan Araújo Cordeiro de. **O conceito de Ângulo:** reflexões com estudantes ingressantes no curso de licenciatura em Matemática. 2017, p. 165. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2017.

ALVES, Lynn Rosalina Gama. **Game over:** jogos eletrônicos e violência. Tese, 249f. Universidade Federal da Bahia, 2004.

AMÂNCIO, Roselene. **O desenvolvimento do pensamento algébrico**:Trabalhando polígonos, especialmente quadriláteros, Belo Horizonte. 2013. 178 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Lajeado, 2013.

AUSUBEL, David P. **Psicología educativa.** Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México, 1976.

_____. **Educational psychology:** a cognitive view. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

_____. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. Trad. De Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, Greiton Toledo de. **Construção do conhecimento Matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem**: desafios e possibilidades. 2017. 235 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BARBOSA NETO, José Francisco; FONSECA, Fernando de Souza da. Jogos educativos em dispositivos móveis como auxílio ao ensino da matemática. **Novas tecnologias na educação** - CINTED, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. v. 11, n. 1, julho, 2013.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem.** 21 ed., Petrópolis: Vozes, 2000. 312 p.

BORDIN, Daiana. UEPS: **Aprendizagem Significativa da trigonometria aplicada ao futebol.** 2019. Dissertação (mestrado). 222 fls. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf> . Acesso em maio. 2021.

BRASIL. Secretaria de Educação e Esportes. **Ações de fortalecimento da aprendizagem.** Anos Finais do Ensino Fundamental. Reforço escolar. Caderno 2. Pernambuco. 2017.

BRUM, W. P. **Abordagem de conceitos elementares de geometria esférica e hiperbólica no ensino médio usando uma sequência didática**. 187f. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Universidade Regional de Blumenau. 2013.

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. A utilização de documentários enquanto organizadores prévios no ensino de geometria não Euclidiana em sala de aula. Maringá, **Acta Scientiarum. Education**, v. 38, n. 1, p. 43-49, Jan.-Mar., 2016.

BRUNHEIRA, Lina. Uma trajetória de aprendizagem para a classificação e definição de quadriláteros. **Educação e Matemática**, p. 33-37, 2017.

BUZAN, T. **Mapas mentais e sua elaboração:** um sistema definitivo de pensamento que transformará a sua vida. Tradução Euclides Luiz Calloni e Celusa Margô Wosgrau, São Paulo, Cultrix, 2005.

BUZAN, T.; BUZAN, B. **The Mind Map Book**, Plume, 2a. edição, 320 p., 1996.

CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; MILLER, N. L.; COLLADO, C.; RODRÍGUEZ, M.; CONCEPCIÓN, M.; SANTANA, C.; PEÑA, L. Confiabilidad de una taxonomia topológica para mapas conceptuales. IN: **Anais**… II International Conference on Concept Mapping, San José, Costa Rica, 2006.

CARVALHO, Roberto Lessa de. **A criação de ambientes favoráveis à aprendizagem significativa crítica em contextos de cursos regulares nas aulas de matemática.** 2012. 181f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2012.

CASADEI, Marcelo Aparecido. **Planos de aula:** geometria. Nova escola. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/399/nomeando-os-poligonos>. Acesso em: 20 jun. 2019.

CERCONI, F. B. M.; MARTINS, M. A. Recursos tecnológicos no ensino de matemática: considerações sobre modalidades. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 2014, Ponta Grossa. Anais. Disponível em: <www.sinect.com.br/2014/down.php?id=3071&q=1>. Acesso em: 13 de set. de 2017.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. São Paulo: Cortez, 1995.

CLARAS, A. F.; PINTO, N. B. O movimento da matemática moderna e as iniciativas de formação docente. IN: **Anais**... VIII Congresso Nacional de Educação da PUCPR - Educere e no III Congresso Ibero-Americano sobre Violências nas Escolas - CIAVE, 2008, CURITIBA.

COHEN, E G.; LOTAN, R. A. **Planejando o Trabalho em Grupo**: Estratégias para salas de aula heterogêneas. Porto Alegre: Penso, 2017.

COSTA, Antonio Silva da. **Utilização de materiais alternativos numa intervenção pedagógica para uma aprendizagem significativa das operações dos números inteiros.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 19 jun. 2015.

COUCEIRO, Karen Cristine Uaska dos Santos. **Geometria euclidiana.** Curitiba: Intersaberes, 2016.

DIAS, Clara Celina Ferreira. **Introdução do conceito de função a partir do contexto da produção do fumo com vistas à aprendizagem significativa crítica.** Dissertação (mestrado). 169 fls. Universidade de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2019.

DILLENBOURG, P. What do you mean by collaborative learning?. In: DILLENBOURG, P. (eds.). **Collaborative-learning**: cognitive and computational approaches. Oxford: Elsevier, 1999. p. 1-19.

DINIZ, M.I.; SMOLE, K.C. **O conceito de ângulo e o ensino da geometria.** 1. Ed. São Paulo, SP: CAEM/IME-USP, 2008.

DINIZ, Maria Ignez S. V.; SMOLE, Maria. C. S**. O conceito de ângulo e o ensino de Geometria.** São Paulo: CAEM-IME/USP, 1993.

DOLCE, O.; POMPEO, J.N. **Fundamentos da matemática elementar 9:** geometria plana. 7. Ed. São Paulo, Atual, 1993.

EUCLIDES. **Os elementos da geometria**. São Paulo: Edições Cultura, 1944.

EUCLIDES. **Os Elementos**. Tradução de Irineu Bicudo. São Paulo: UNESP, 2009.

FABRO, Rafaela Regina. **Unidades de ensino potencialmente significativas para a aprendizagem de geometria analítica.** 2018. 207 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul/RS, 2018.

FERNANDES, Diego Moreira; CARRAMILLO-GOING, Luana; LEMOS, Daisy Inocencia Margarida de; AVOGLIA, Hilda Rosa Capelão; ALVES,Hélio. Jogos eletrônicos, violência e desenvolvimento moral. **Boletim Academia Paulista de Psicologia**, v. 37 n. 92, São Paulo, jan. 2017.

FERNANDES, Lacorderio Tavares. **Aprendizagem significativa: uma proposta de ensino e aprendizagem da geometria euclidiana espacial no ensino médio**. 2015. 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2015.

FONTINELE, Marcella de Oliveira Abreu. Plano de aula: grandezas e medidas. **Nova escola**. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/1246/medindo-com-regua>. Acesso em 15 jun. 2019.

FRAGA, Moisés Alves. **Significação do ângulo: indícios do conceito em atividades de localização**. 2016. 169 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

GADOTTI, M. F. **Definições matemática do conceito de ângulo:** influências da história, do movimento da matemática moderna e das produções didáticas nas concepções dos docentes. 2008. 135p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2008.

GASPARIN, João Luiz. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5 ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012. (Coleção educação contemporânea).

GEE, J. P. **Situated language and learning: a critique of traditional schooling**. London: Routledge, 2004.

_____. **Why video games are good for your soul: pleasure and learning**. Melbourne: Common Ground, 2005.

_____. Bons videogames e boa aprendizagem. **Revista Perspectiva**, v. 27, n. 1, p.167-178, jul. 2009.

_____. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave: Macmillan, 2003.

GERHARDT, Tatiana Engel. Notas para a elaboração e o desenvolvimento do método de observação. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs). **A pesquisa científica:** Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GERHARDT, Tatiana Engel; RAMOS, Ieda Cristina Alves, RIQUINHO, Deise Lisboa; SANTOS, Daniel Labernarde dos. Estrutura do projeto de pesquisa. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs). **A pesquisa científica:** Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIOVANNI, José Ruy; GIOVANNI Jr., José Ruy; FERNANDES, Tereza Marangoni; OGASSAWARA, Elenice Lumico. **Desenho Geométrico**, v. 3. São Paulo: FTD, 2002.

GIROTTO, V., LIGHT, P., & COLBOURN, C. (1988). Pragmatic schemas and conditional reasoning in children. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v. 40A, n. 3, p. 469-482.

GOMES, Leonardo Augusto de Figueiredo. **Aplicativos do Sistema Operacional Android na aprendizagem de Matemática: Aplicativos e jogos digitais**. 2017. 117f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

GOULART, Andreza Martins Antunes. **A aprendizagem significativa de sistemas de equações do 1º grau por meio da resolução de problemas**. 2014. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

GOWIN, D.B. (1981). **Educating**. Ithaca, NY: Cornell University Press.

GUIANA, Denise. **Aprendizagem Significativa da geometria especial facilitada por materiais reutilizáveis.** Dissertação (mestrado). 105 fls. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2020.

HANNEL, Kelly. **Um método e suas prática pedagógicas para atingir a aprendizagem significativa**. Tese (Doutorado em Informática na Educação). 2017. 134f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2017.

HERSHKOWITZ, R. Visualization in geometry -- Two sides of the coin. **Focus on Learning Problems in Mathematics,** v. 11, n. 1, p. 61-76, 1989.

HUMMES, Viviane Beatriz. **Aprendizagem significativa de equações do primeiro grau**: um estudo sobre a noção de equivalência como conceito subsunçor. 2014. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

JACOBSEN, Daniela Renata; MAFFEI, Letícia de Queiros; SPEROTTO, Rosária Ilgenfritz. Jogos eletrônicos: um artefato tecnológico para o ensino e para a aprendizagem. In: XI Encontro Nacional de Educação Matemática, 2013, Curitiba, PR. **Anais** [...]. Curitiba, PR.

JOHNSON-LAIRD, P. **Mental models.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 513p., 1983.

KLAUSMEIER, H. J.; GOODWIN, W. **Manual de psicologia educacional**: aprendizagem e capacidades humanas. São Paulo: Harper & Row, 1977.

KLEIN, Marjúnia Édita Zimmer. **O ensino da trigonometria subsidiado pelas teorias da aprendizagem significativa e dos campos conceituais**. 2009. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

_____. **O ensino e a aprendizagem de matrizes tendo como fundamentação a teoria da aprendizagem significativa.** 2018. 255f. Tese (Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

KLOPFER, Eric; OSTERWEIL, Scot; GROFF, Jennifer; HAAS, Jason. **Using the Technology of Today in the Classroom Today**. The Education Arcade. Massachusetts Institute of Technology. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jennifer_Groff/publication/263125941_Using_the_Technology_of_Today_in_the_Classroom_Today_The_Instructional_Power_of_Digital_Gaming_and_Social_Networking_and_How_Teachers_Can_Leverage_It/links/00b7d539f979b40c45000000/Using-the-Technology-of-Today-in-the-Classroom-Today-The-Instructional-Power-of-Digital-Gaming-and-Social-Networking-and-How-Teachers-Can-Leverage-It.pdf?origin=publication_detail>. Acesso em 15 out. 2017.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; SILVA, Osmar Henrique Moura da Silva. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, São Paulo,v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011.

LANUTI, José Eduardo de Oliveira Evangelista. **Educação Matemática e Inclusão Escolar: a construção de estratégias para uma aprendizagem significativa.** 2015. 127 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015.

LELLIS, M. C., JAKUBOVIC, J. e IMENES, L. M. P.. **Pra que serve matemática?** : ângulos. São Paulo: Atual, 1992.

LEVI, B. **Lendo Euclides**: a matemática e a geometria sob um olhar renovador. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.

LIMA, Cristiane Carvalho Bezerra de. **Análise combinatória: uma aprendizagem significativa com mapas conceituais.** 2011. 201 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraí-ba, João Pessoa, 2011.

LIMA, Wanessa Aparecida Trevisan de Lima. **Contextualização:** o sentido e o significado na aprendizagem matemática. Tese (doutorado). 186 f. 2018. Universidade de São Paulo. Faculdade da Educação. São Paulo. 2018.

LIRA, Cicleide Maria da Costa. SILVA, Jose Roberto da. Conectivos lógicos condicionais: o uso do se... então... na construção das idéias matemáticas. IN: VII Encontro Nacional de Educação Matemática. **Anais** [...]. Universidade Federal de Pernanbuco, Recife. 15 a 18 de julho de 2004.

LUCCHESI, Ivana Lima. **Avaliação do estado de interesse e do estado de fluxo por meio de jogos digitais educacionais no ensino da matemática.** Tese (Doutorado). 97 fls. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. 2019.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens 2. Ed. Rio de Janeiro : E.P.U., 2018.

MACHADO, Celso Pessanha. FERRAZ, Mariana Sacrini Ayres. **Fundamentos de Geometria.** Porto Alegre: SAGAH, 2019.

MALTEMPI, M. V. Prática Pedagógica e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). In: PINHO Sheila Zambello de. (Org.). **Oficinas de Estudos Pedagógicos**: reflexões sobre a prática do ensino superior. 1. ed. São Paulo - SP: Cultura Acadêmica, 2008, p. 157-169.

MARCHIORO, Fernanda. **Modelagem Matemática para aprendizagem significativa de função do primeiro grau.** 2018. 169f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.

MARIOTTI, M. A.; FISCHBEIN, E. Defining in classroom activities. **Educational Studies in Mathematics**, v. 34, n. 3, p. 219-248, 1997.

MARTINS, Kátia Fogaça. **Geogebra e o ensino das relações trigonométricas num triângulo: possibilidades para uma aprendizagem significativa.** Dissertação (mestrado). 109 fls. Universidade Francisca. 2019.

MATTAR, João. **Interatividade e aprendizagem**. In: LITTO, F. M.; FORMIGA, M. (Org). Educação a distância: o estado da arte. São Paulo: Pearson, 2009. p. 112-120.

_____. **Games em educação:** como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MAZIVIERO, Helio Fernando Gomes. **Jogos digitais no ensino de Matemática - o desenvolvimento de um instrumento de apoio ao diagnóstico das concepções dos alunos sobre diferentes representações dos números**.2014.317f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, Campus de Bauru, 2014.

MENDES, Daiane Amancio; SILVA, Obdália Santana Ferraz. A narrativa em jogos digitais: uma experiência em Undertale. In: XII Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação, Salvador, 2017. **Anais** [...]. Salvador, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/sjec/article/view/3553>. Acesso em: 26 dez. 2018.

MILLER, Carolyn. **Digital Storytelling:** a creator's guide to interactive entertainment. Focal Press, 2008.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAIS, Anuar Daian; BASSO, Vinicius de Azevedo, FAGUNDES, Léa da Cruz. Educação Matemática & Ciências da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática? **Ciências & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 455-473, 2017.

MORAN, José Manuel. **Tablets para todos conseguirão mudar a escola?** 2012. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/moran/tablet.pdf>. Acesso em abril de 2021.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa:** a teoria de David Ausubel. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro Editora, 2010a.

_____. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. IN: **Anais**... Investigações em Ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS, 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/capa.htm>. Acesso em: 08 dez. 2017.

_____. **Aprendizagem Significativa Crítica**. 2010b. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2017.

_____. **Aprendizagem Significativa:** a teoria e textos complementares. São Paulo, editora Livraria da Física, 2011a.

_____. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: da visão clássica à visão crítica. **Ata** do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasicavisaocritica.pdf>. Acesso em 30 mai. 2021.

_____. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011b.

_____. Unidades de Ensino Potencialmente Significativas. In SILVA. Márcia Gorette Lima da. et. al (org). **Temas de ensino e formação de professores de ciências.** Natal, RN: EDUFRN, 2012. p. 45 - 57.

MORELATTI, M. R. M.; SOUZA, L. H. G. **Aprendizagem de conceitos geométricos pelo futuro docente das séries iniciais do Ensino Fundamental e as novas tecnologias.** Curitiba: UFPR, 2006.

MOTA, Fernanda P. et. Al. Desenvolvendo o Raciocínio Lógico no Ensino Médio: uma proposta utilizando a ferramenta Scratch. In: **III Congresso Brasileiro de Informática na Educação; XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2014**. Dourados, MS, Brasil. Editora Sociedade Brasileira de Computação – SBC, 2014, p.377 – 381. Anais do III CBIE e XXV SBIE, 2014. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2964>. Acesso em 22 de nov. 2017.

NASCIMENTO, Josevandro Barros. **Jogos Digitais e probabilidade:** uma possibilidade de ensino interdisciplinar. Dissertação (mestrado). 103 fls. Universidade Federal de Paraíba.João Pessoa, 2018.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**. Mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa, Plátano Edições Técnicas, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, Tradução para o português de Carla Valadares, do original **Learning how to learn.** 1996.

NOVAK, Joseph. A Science Education Research Program that led to the development of the Concept Mapping tool and a New Model for Education. In: CAÑAS, A. J.; NOVAK, J. D.; GONZÁLES, F. M. (Eds.), **Concept Maps:** Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Pamplona: Universidad Pública de Navarra, 2004.

NUNES, José Messildo Viana. **História da matemática e aprendizagem significativa da área do círculo**: uma experiência de ensino-aprendizagem. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Belém, 20XX. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. 2007.

ONTORIA P. A.; GÓMEZ, J. P.; MOLINA, R. A. **Potencializar a capacidade de aprender e pensar:** o que mudar para aprender e como aprender para mudar. Tradução Fuvio Lulsisco. São Paulo: Madras, 2004.

PAPERT, S. **A máquina das Crianças**: repensando a escola na era informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PAPERT, S.; RESNICK, M. Technological Fluency and the Representation of Knowledge. Proposal to the National Science Foundation. **MIT MediaLab**, 1995.

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino da Geometria no Brasil: causas e consequências. **Revista Zetetiké. Campinas**: UNICAMP, Ano 1, n. 1, 1993.

PEREIRA, Cícero da Silva. **Aprendizagem em trigonometria no Ensino Médio contribuições da teoria da aprendizagem significativas.** 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

PETRY, Carlos Luís. O conceito antológico de jogo. In: ALVES, Lynn; COUTINHO, Isa de Jeses (orgs). **Jogos digitais e aprendizagem**: Fundamentos para uma prática baseada em evidências. Campinas, SP: Papirus, 2017.p. 17-42. Livro eletrônico. Disponível em: <https://bv4.digitalpages.com.br/?from=interesses&page=4&section=0#/legacy/115914>. Acesso em: 13 set. 2018.

PONTES NETO, José. A. da S. Sobre a aprendizagem significativa na escola. In: MARTINS, E. J. S. et. al. **Diferentes faces da educação**. São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001, p. 13-37.

PONTES, Helaine Maria de Souza. **A educação matemática à luz da aprendizagem significativa e de suas implicações na interação professor-aluno-conhecimento matemática em aula**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, Ponta Grossa, 2011.

POSTAL, Rosane Fátima. **Atividades de modelagem matemática visando a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 14 abr. 2009.

PRENSKY, Marc. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. Tradução de Eric Yamagute. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

_____. Digital Natives, Digital Immigrants. **MCB University Press**, v. 9 n. 5, 2001. Disponível em: < https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf >. Acesso em: 26 dez. 2017.

PROENÇA, Marcelo Carlos de. PIROLA, Nelson Antonio. O conhecimento de polígonos e poliedros: uma análise do desempenho de alunos do Ensino Médio em exemplos e não-exemplos. **Ciência&Educação**. v.17, n.1, p. 199-217, 2011.

PROUST, Marcel. Apresentação. In: CASTEJON, Marângela; ROSA, Rosema (ORGS). **Olhares sobre o ensino da matemátic**a: educação Básica. Uberaba, MG: IFTM, 2017.

QUARTIERI, Marli Teresinha; KRISTINER, Isabel; DULLIUS, Maria Madalena. Geometria Plana. In: DULLIUS, Maria Madalena, QUARTIERI, Marli Teresinha (org.) **Explorando a matemática com aplicativos computacionais:** anos finais do ensino fundamental. Lajeado: Ed. da Univates, 2014.

REIS, Ana Queli Mafalda. NEHRING, Cátia Maria. A contextualização no ensino de matemática: concepções e práticas. **Educ. Matem. Pesq**., São Paulo, v.19, n.2, 339-364, 2017.

REIS, Josiane Silva dos. Ferramentas tecnológicas como organizadores prévios no ensino da matemática. **Revista Educação Online**, n. 20, set-dez 2015, p. 137-145.

RESNICK, M. et al. Scratch: Programming for all. **Communications of the ACM.** [s.l.]. n 11, p. 60-67, nov. 2009. Disponível em: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Scratch-CACM-final.pdf >. Acesso em: 25 set. 2017.

RESNICK, M. Learn to code, code to learn. **Technology in School**, Burlingame, 2013. Disponível em: <https://www.edsurge.com/news/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn>. Acesso em: maio 2019.

_____. **Sowing the seeds for a more creative society**. Learning and Leading with Technology, 2007. Disponível em: <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Learning-Leading-final.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2019.

RIBEIRO, Marcelo Silva de Souza; CARVALHO, Rodrigo Clementino de. Jogos Digitais, aprendizagem e desempenho escolar: o que pensam os garotos que jogam? In: ALVES, Lynn; COUTINHO, Isa de Jesus (Orgs). **Jogos digitais e aprendizagem**: Fundamentos para uma prática baseada em evidências. Campinas, SP: Papirus, 2017.

ROCHA, Mariana Rodolfo. Construindo o conceito de ângulo: transitando entre representações, contextos e artefatos. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-graduação em Educação Matemática - EBRAPEM XXI, Curitiba, PR, 2016**. Anais** [...]. Curitiba, p. 1-12, 2016.

ROSA, Rosangela Silveira da. **Filmes cinematográficos como organizadores prévios para uma aprendizagem matemática significativa**. 2015. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência Naturais e Matemática) - FURB – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2015.

SAITO, F. Instrumentos matemáticos dos séculos XVI e XVII na articulação entre história, ensino e aprendizagem de matemática. **Rematec**, Natal, v. 9, n. 16, p. 25-47, 2014.

SANTOS FILHO, José Walter. **Jogo eletrônico educacional como um objeto de aprendizagem visando a aprendizagem significativa**: uma experiência com a análise combinatória. 2010. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

SANTOS, Ivan Álvaro dos. **A história da matemática como recurso pedagógico para a aprendizagem significativa de multiplicação de números naturais.** Dissertação (mestrado). 190 fls. Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau, SC. 2018.

SANTOS, Marcia Boiko dos. **A geometria na arquitetura:** uma abordagem dos estilos arquitetônicos da antiguidade clássica, do renascimento e da modernidade. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. 2013.

SANTOS, Natãna. **Os ângulos têm medida?** Plano de aula. Matemática. Grandezas e Medidas. 2018. Disponível em:< https://novaescola.org.br/plano-de-aula/1703/os-angulos-tem-medida>. Acesso em 07 jun. 2019.

SANTOS, W. O. dos; SILVA JUNIOR, C. G. da. Uso de Jogos no ensino da Matemática: Uma análise entre os jogos tradicionais e os jogos digitais, baseada em pesquisa e mapeamento dos materiais encontrados na Web. IN: Seminário Jogos Eletrônicos, Educação, Comunicação, abril de 2014. **Anais** [...]. Universidade de Pernambuco Campus Garanhuns, Departamento de Ciências Exatas e Curso de Licenciatura em Computação, Brasil, 2014.

SIENA, Mauro César de Souza. **O uso de jogos digitais como ferramenta auxiliar no ensino da matemática e o protótipo do game Sinapsis**. 2018. 101 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SILVA, Erica Oliveira Lopes. **Desenvolvimento de jogos digitais: uma experiência com alunos do Ensino Fundamental II**. 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Inteligência e Design Digital) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologia da Inteligência e Design Digital, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SILVA, Quezia de Oliveira Vargas da. **O uso do Geogebra 3D e a aprendizagem significativa da geometria espacial no ensino médio.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) - Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", Duque de Caxias, 2017.

SILVA, Rosimary Cristina Marques da. Ensino de Geometria para o 6º ano do ensino fundamental utilizando recursos computacionais. In: **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE** - Produções Didático-Pedagógicas. Volume II. 2014.

SILVA, Sindia Liliane Demartini da. **A interatividade dos jogos digitais na Aprendizagem Matemática: uma discussão em Neurociência**. 2017. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2017.

SILVA, Telma Fidelis Fragoso da. **"Nem tudo é por Bhaskara": a aprendizagem significativa por meio da história em quadrinhos para o ensino da equação do segundo grau.** 2017. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) - Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", Duque de Caxias, 2017.

SILVEIRA, Aires Vinícius Correia da. **O conceito de simetria em Física e sua importância para a aprendizagem da disciplina de Física.** Dissertação de Mestrado. 228 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2008.

SILVEIRA, Denise Tolfo Silveira; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. IN: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs). **A pesquisa científica:** Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez; MILANI, Estela. **Jogos de Matemática de 6º ao 9º ano.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

SMOOTHEY, Marion. **Investigação Matemática:** Atividades e jogos com ângulos. 1ª ed. Tradução de Sérgio de Quadros. Revisão técnica Marília Centurion. Ilustração Ted Evans. São Paulo: Scipione, v.1, 1997.

SOARES, Luís Havelange. **Aprendizagem significativa na educação matemática: uma proposta para a aprendizagem de geometria básica.** 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraí-ba, João Pessoa, 2009.

SOARES, Paula Vieira. Retas paralelas e perpendiculares. **Nova escola**. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/plano-de-aula/1379/paralelas-e-perpendiculares>. Acesso em: 09 ago. 2019.

SOBREIRA, Elaine Silva Rocha; TAKINAMI, Olga Kikue; SANTOS, Verônica Gomes dos. Programando, Criando e Inovando com o Scratch: em busca da formação do cidadão do século XXI. In: II Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE 2013, II Jornada de Atualização em Informática na Educação - JAIE 2013. **Anais** [...]. Campinas, São Paulo, 2013, p.126-152. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi90abavqjYAhUFTZAKHTHqDkkQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.br-ie.org%2Fpub%2Findex.php%2Fpie%2Farticle%2Fview%2F2592&usg=AOvVaw0I4lX0zZPRXoRMyEp8x71f >. Acesso em 26 dez. 2017.

SOUZA, Antonio Marcos de. **A sequência Fedathi para uma aprendizagem significativa da função afim: uma proposta didática com o uso do software Geogebra**.2015. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2015.

SOUZA, Jerson Sandro Santos de. **O conceito de função**: da operacionalização da definição à aprendizagem significativa. 2017. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

SOUZA, Joamir; PATARO, Patrícia Moreno. **Vontade de saber Matemática**. 6º ano. São Paulo: FTD. 2009.

SQUIRE, K. D. Videogames in education. J. Intell. **Games & Simulation**, v. 2, n. 1, p. 49–62, 2003.

STAREPRAVO, Ana Ruth. **A multiplicação na escola Fundamental I:** análise de uma proposta de ensino. Tese (Doutorado em Educação). 262 fls. Universidade de São Paulo. SP, 2010.

STEWART, I. **Uma história da simetria na matemática.** Tradução Claudio Carina. Rio de Janeiro: Zahar, 2012.

STIEGELMEIER, Elenice Weber; MARTHOS, Vilsiele Cristina; BRESSAN, Glaucia Maria. O contexto da geometria no âmbito escolar: concepções e implicações na formação docente. **REMAT**, Bento Gonçalves, RS, Brasil, v. 5, n. 1, p. 25-40, 2019.

TAVARES, Romero. Aprendizagem Significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, João Pessoa, PB, v. 18, n. 2, dez. 2010.

TEIXEIRA, Alcinda Souza Muniz; MUSSATO, Solange. Contribuições do *software* Geogebra nas aulas com sólidos geométricos de faces planas nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista REAMEC**, Cuiabá (MT), v. 8, n. 3, p. 449-466, setembro-dezembro, 2020.

TOGNI, Ana Cecilia. **Construção de funções em matemática com o uso de objetos de aprendizagem no ensino médio noturno**. 2007. 290f.Tese (Doutorado em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

TRINDADE, Jefferson. **Educação matemática, exame nacional de ensino médio e aprendizagem significativa: uma proposta pedagógica**. 2009. Dissertação (Mestrado) –

Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 27 nov. 2009.

VARGAS, Andressa Franco. **Do campo à matemática:** os princípios da modelagem matemática para uma aprendizagem significativa. Dissertação (mestrado). 142 fls. Universidade Franciscana, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2020.

VERAS, Evandro. **Desafios do Tangram**. [2011?]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jisNwh9wj08>. Acesso em: 03 mar. 2018.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica**: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino. 2012. 144 f.

VIEIRA, Kléber Mendes. **O ensino do conceito de ângulo**: limites e possibilidades, Campina Grande, Paraíba. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Matemática) – Universidade Estadual de Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2010.

VIGANÒ, Vanessa Cristina Rech. **Uma proposta pedagógica para a aprendizagem significativa de trigonometria**. 2015.144f.Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

ZUCKS, W. R. Matemática Moderna. São Paulo: Polígon, 1970.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Carta de anuência institucional

CARTA DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Aceito que o(a)(s) pesquisador(a)(es) Teresinha Aparecida Faccio Padilha, Marco Antônio Moreira e Marli Teresinha Quartieri, pertencente(s) à Universidade do Vale do Taquari, UNIVATES, desenvolvam sua pesquisa intitulada Aprendizagem Significativa de Conhecimentos Matemáticos a partir da Construção de Jogos Digitais, com a orientação de Marco Antônio Moreira e coorientação de Marli Teresinha Quartieri no âmbito da E.M.E.F. Otto Gustavo Daniel Brands no município de Venâncio Aires.

Ciente dos objetivos, métodos e técnicas que serão utilizados nessa pesquisa, concordo em fornecer todos os subsídios para seu desenvolvimento, desde que seja assegurado o que segue:

1) O cumprimento das determinações éticas da Resolução CNS nº 466/2012;

2) A garantia de solicitar e receber esclarecimentos antes, durante e depois do desenvolvimento da pesquisa;

3) Que não haverá nenhuma despesa para esta instituição que seja decorrente da participação nessa pesquisa;

4) No caso do não cumprimento dos itens acima, a liberdade de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa sem penalização alguma.

Venâncio Aires, 19 de abril de 2018

Leni Maria Bremm Marmitt
-Diretora
Matrícula 2429/5

Leni Maria Bremm Marmit

Diretora da E.M.E.F. Otto Gustavo Daniel Brands

Escola Municipal de Ens. Fund.
OTTO GUSTAVO DANIEL BRANDS
Lei 2693 - 12/04/2000
Art.49 Lei Municipal nº 2664
Rua Willibaldo Stertz, 2366
Bairro Brands - V. Aires - RS

APÊNDICE B – Termo de assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa "Aprendizagem Significativa de Conhecimentos Matemáticos a partir da Construção de Jogos Digitais". Neste estudo pretendemos investigar como a construção de jogos digitais com uso da Scratch pode colaborar com a aprendizagem significativa de conhecimentos matemáticos.
O motivo que nos leva a estudar esse assunto são os dados de pesquisas que apontam para um cenário no qual ainda se prima pela aprendizagem mecânica e memorização de conceitos e fórmulas matemáticas em detrimento de sua compreensão. Além disso, tem-se a dinamização dos jogos digitais como importantes aliados aos processos de ensino e de aprendizagem.
Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): realizar-se-á intervenções pedagógicas com os alunos do 7º,8º e 9ºano do Ensino Fundamental no município de Venâncio Aires, RS. Serão coletados dados para análises por meio de um outro software que fará a captura de tela de modo a permitir um feedback de comandos necessários para a programação do jogo, bem como a gravação de voz dos alunos. Os trabalhos realizados, questionários, observações, gravações de voz ou imagem e mapas conceituais também serão foco de análise.
Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.
Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Venâncio Aires, 19 de abril de 2018.

_____
Assinatura do(a) menor

_____
Assinatura do(a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

PESQUISADOR(A) RESPONSÁVEL: TERESINHA APARECIDA FACCIO PADILHA
E-MAIL: teresinhafaccio@gmail.com

APÊNDICE C - Questionário proposto aos alunos

1) Você teve alguma dificuldade ao construir o jogo digital no *Scratch*? Em caso afirmativo, descreva-as, e em casa negativo comente o motivo.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2) Durante a construção do jogo, você precisou utilizar algum conhecimento explorado por meio das atividades desenvolvidas anteriormente? Comente.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

3) Você acredita que ter construído o jogo no *Scratch* auxiliou na sua aprendizagem do conteúdo de quadriláteros? Justifique sua resposta.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE D – UEPS do projeto piloto para explorar conhecimentos referentes às figuras geométricas planas

Objetivo: construir conhecimentos referentes às características e definições de figuras geométricas planas com uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental.

1 - Situação inicial (1h aula): Com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos alunos propor a seguinte atividade: desenhar e descrever as figuras geométricas planas que conhece detalhando suas características.

2 - Situações – problemas (2h aula): Com o objetivo de dar sentido ao novo conhecimento e despertar o interesse do aluno para uma aprendizagem significativa são propostas algumas situações problemas por meio do manuseio de material concreto e de um jogo. Inicia-se com a apresentação das peças do tangram em madeira, disponível na escola, e com questionamentos sobre o que conhecem sobre o material. Distribuir as peças aos alunos organizados em trios e pedir que, livremente, manuseiem as peças e classifiquem-nas segundo um critério a ser definido pelo grupo. Solicitar que montem o tangram. Após, organizados em duplas, um aluno escolhe uma das peças do tangram sem que o colega a veja, pois este deve fazer perguntas que permitam somente as respostas “Sim” ou “Não”. O objetivo é descobrir a peça escolhida por meio de perguntas que explorem as características de cada figura.

3 - Aprofundando conhecimentos (4h aula): Instigar os alunos sobre como seria o processo de construção do tangram. Qual o ponto de partida?

Com o uso do *software* Geogebra, construir coletivamente um tangram explorando os conceitos de ângulos, similaridade, vértices, dando ênfase às características que definem cada uma das figuras geométricas correspondentes às peças do jogo.

Detalha-se alguns passos sugestivos para a construção do tangram no Geogebra, embora salienta-se que não serão seguidos de forma estanque, mas definidos no coletivo segundo as explorações conceituais a que se propõe a unidade.

- No menu Exibir, clicar na opção Malha para que a mesma fique visível na tela do GeoGebra. Ocultar os eixos.

- Utilizando a ferramenta Polígono e criar um Polígono Regular clicando na área de trabalho de modo a criar o ponto A. Em seguida criar o ponto B 8 unidades à direita do ponto A na malha. A partir da medida do segmento AB, construir o quadrado ABCD.
- Por meio da ferramenta Segmento definido por dois pontos construir a diagonal DB.
- Com a ferramenta Ponto médio, encontrar o ponto médio dos segmentos: DB, CD e CB
- Com a Segmento definido por dois pontos, traçar uma reta paralela a DB, criando o segmento FG. Encontre o ponto médio FG.
- Traçar uma reta perpendicular à diagonal DB, criando os segmentos AG e GH.
- Criar os segmentos DG e GA e encontre o ponto médio desses dois segmentos.
- Traçar o segmento EJ e HK.
- No menu exibir, clicar em malha para ocultá-la.

(3h aula): Concluída esta etapa, os alunos, em duplas, devem fazer uma pesquisa sobre as características de uma figura geométrica do jogo ou outra aleatória e apresentar para a turma. Cada grupo também deve apresentar, de forma criativa, a figura escolhida por meio de uma técnica artística.

4 - Em continuidade (3h aula): Organizados em grupos os alunos jogam um jogo de tabuleiro intitulado “Desafios com tangram” adaptado de Veras [2011?]. Cada jogador lança um dado numerado de 1 a 6 para definir quantas casas do tabuleiro (FIGURA ?) poderá andar no jogo com seu marcador escolhido aleatoriamente. Importante observar que, para permanecer neste espaço é necessário que o jogador resolver o desafio proposto pelo jogo, do contrário retorna à casa onde estava.

Os desafios do jogo são assim descritos:

1º Construa um quadrado utilizando duas peças;
2º Construa uma paralelogramo utilizando duas peças;

3º Construa um triângulo utilizando duas peças;
4º Construa um trapézio utilizando duas peças;
5º Construa um triângulo utilizando três peças;
6º Construa um triângulo utilizando quatro peças;
7º Construa um retângulo utilizando quatro peças;
8º Construa um paralelogramo utilizando quatro peças;
9º Construa um quadrado utilizando quatro peças;
10º Construa um trapézio retângulo utilizando quatro peças;
11º Construa um quadrado utilizando cinco peças;
12º Construa um triângulo utilizando cinco peças;
13ºConstrua um retângulo utilizando cinco peças;
14º Construa um trapézio isósceles utilizando cinco peças;
15º Construa um paralelogramo utilizando cinco peças;
16º Construa um retângulo utilizando seis peças;
17º Construa um trapézio retângulo utilizando seis peças;
18º Construa um quadrado utilizando sete peças;
19º Construa um paralelogramo utilizando sete peças;
20º Construa um triângulo utilizando sete peças;
21º Construa um retângulo utilizando sete peças;
22º Construa um trapézio utilizando sete peças;

5 - Concluindo a unidade (6h aula): Inicialmente os alunos devem construirão um mapa mental com a palavra jogos digitais.

Dando seguimento a diferenciação progressiva propor aos alunos que construam no *Scratch* um jogo que faça uso do que aprenderam sobre as figuras geométricas planas. Salientar que uma exigência é que um colega possa jogar a partir da construção da dupla e que o jogo funcione nesta dinâmica.

6 - Avaliação da aprendizagem (1h aula): Individualmente cada aluno descreve novamente o que sabe sobre as figuras geométricas planas.

7 - Avaliação da UEPS (1h aula): A avaliação da UEPS se fará por meio de uma análise qualitativa de todo o processo de desenvolvimento buscando observar evidências de aprendizagem significativa. Com o intuito de obter indícios das implicações da construção no

jogo na aprendizagem dos alunos solicita-se que eles construam um mapa conceitual sobre jogos digitais.

Total de horas-aula: 21h

APÊNDICE E - UEPS do projeto piloto para explorar ângulos

Objetivo: desenvolver a compreensão do conceito de ângulo com uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental.

1 - Situação inicial (2h aula): identificar os conhecimentos que os alunos já sabem sobre ângulos através de atividades como:

*Identificar objetos que giram;

*Após uma posição definida, girar 360^0, 180^0, 90^0, 45^0 e identificar o que encontram em suas frentes após cada giro.

* Pisar sobre uma marca feita no chão e fixar o olhar em algo que esteja na frente. Solicitar que o aluno, na mesma posição, gire no sentido horário até avistar o mesmo objeto novamente questionando quanto da volta precisou girar para atender ao solicitado. Repetir as instruções no sentido anti-horário.

*Imaginar um brinquedo gira-gira e uma criança sentada nele avistando à sua frente um dado objeto. Sabendo que ela, ao girar o brinquedo onde está sentada, vê o mesmo objeto à sua frente três vezes mais. Quantas voltas completas será necessário para isso?

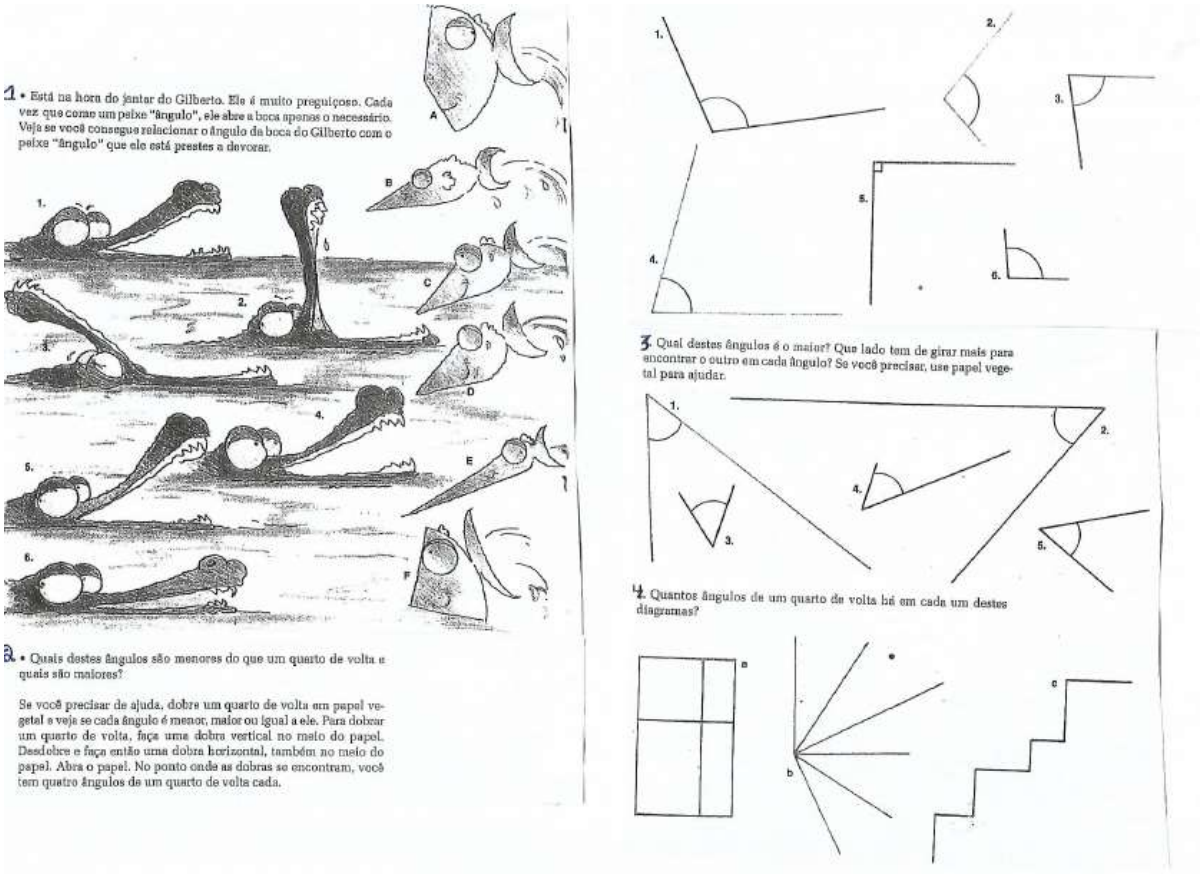
*Considerando um caderno em espiral cuja página fora virada para trás, quantas voltas a folha precisa dar para que isso aconteça?

*Quantas voltas dá o ponteiro do relógios em diferentes intervalos de tempo (exemplificar alguns)?

*Ficar de pé com os braços juntos ao corpo e realizar diferentes comandos identificando o giro feito em cada uma das situações: Levantar um dos braços até a altura do ombro na posição vertical, voltar o braço junto ao corpo e apontar para cima até a posição vertical.

*Traçar um labirinto no chão onde um aluno caminha segundo as orientações de giro e passos fornecidas por um colega;

2 - Situações – problemas (1h aula): os alunos organizados em duplas recebem diferentes situações envolvendo a sistematização dos conceitos de ângulos associados ao conceito de giro.



Fonte: Smoothey (1997).

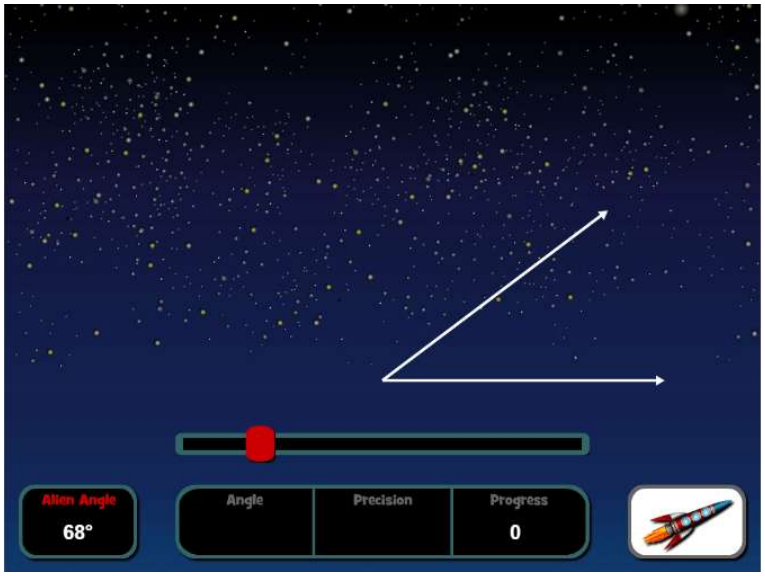
3 - Aprofundando conhecimentos (2h aula):

3.1 Questionar os alunos sobre o conceito de ângulo ter sido utilizado com o sentido de giro. Solicitar que pesquisem em diferentes livros didáticos qual o conceito de ângulo utilizado por seus autores.

3.2. Explorar os seguintes aplicativos:

3.2.1Alien Angles

O objetivo deste aplicativo é estimar os ângulos que são solicitados tentando chegar próximo do valor solicitado, por meio de uma ferramenta que ao mover duas retas aumenta ou diminui o ângulo.



Fonte: http://www.mathplayground.com/alienangles.html

Paralelo ao jogo os alunos é proposto aos alunos a seguinte atividade:

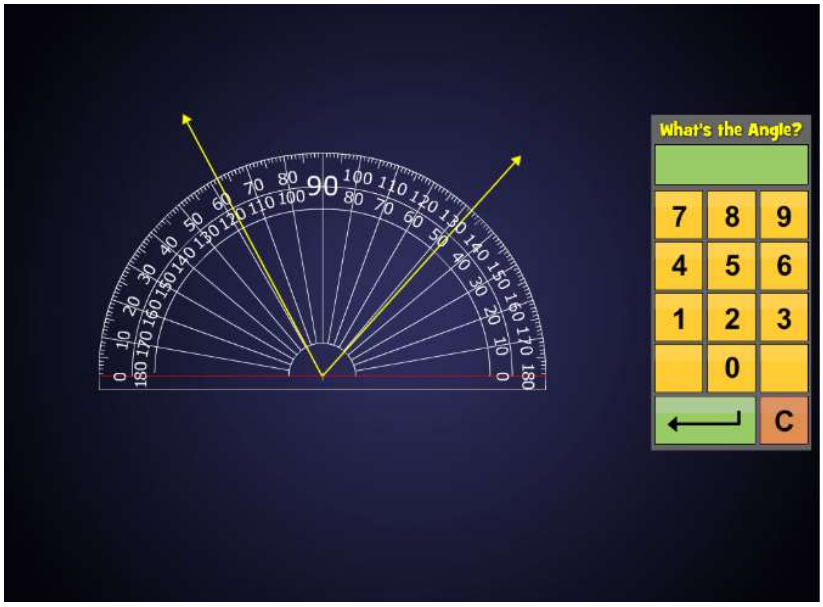
Anotar o ângulo solicitado e o que foi estimado. Em seguida, escrever qual foi a precisão em cada tentativa.

	Ângulo solicitado	Ângulo estimado	Precisão
A			
B			
C			
D			

Fonte: Quartieri, Kristines e Dullius (2014).

3.2.2 Measuring Angles with a Protractor

Neste aplicativo o objetivo é medir o ângulo formado pelas duas retas vermelhas.



Fonte: <http://www.mathplayground.com/measuringangles.html>.

Paralelo ao jogo os alunos realizam a seguinte tarefa:

1) Anotar a medida do ângulo estimado, a medida real do ângulo e o valor do erro em graus.

	Ângulo estimado	Valor real do ângulo	Erro (em graus)
A			
B			
C			
D			

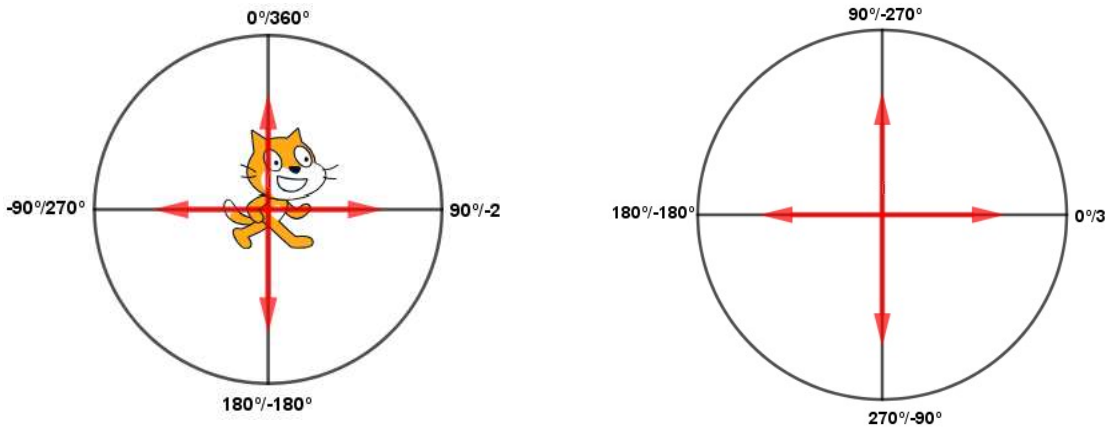
Fonte: Quartieri, Kristines e Dullius (2014).

4 - Em continuidade (10h aula):

4. 1 Jogos digitais: construir um mapa mental sobre jogos digitais buscando investigar o que pensam sobre.

4.2 Conhecendo o *Scratch*: apresentar o *Scratch* aos alunos e explorar suas ferramentas e algumas possibilidades de construção com as mesmas. Propor questionamentos sobre a forma como os personagens se movem no palco estabelecendo a relação dos giros com o conceito de

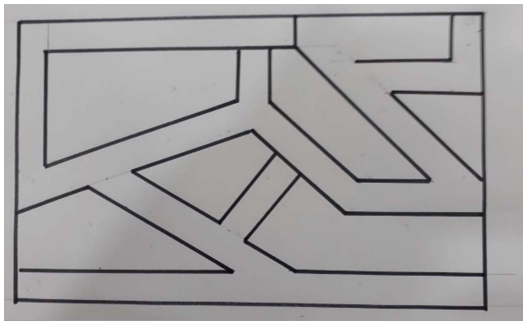
ângulo. Localizar no palco do aplicativo as convenções de direção utilizadas estabelecendo um comparativo com o transferidor, instrumento de medida comumente utilizado conforme figura:



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

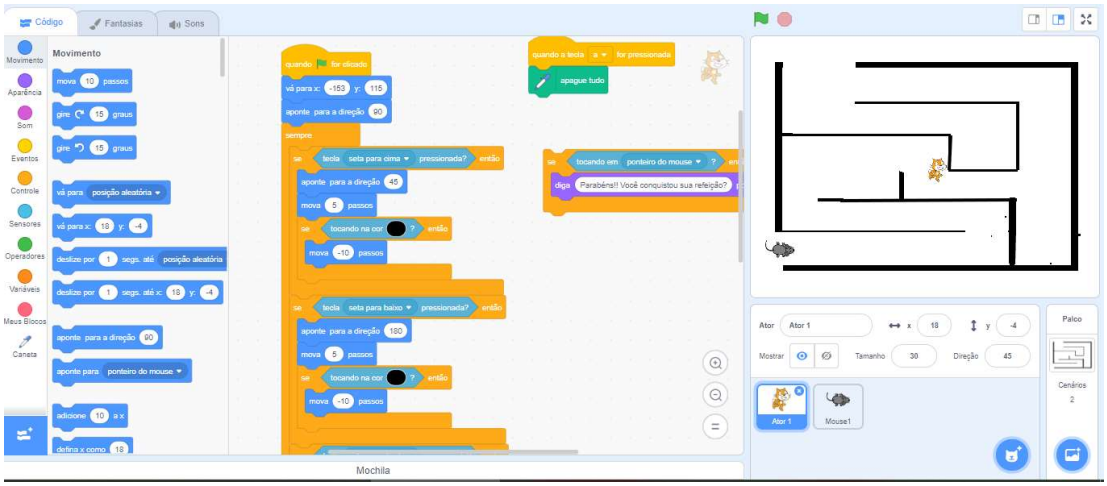
4.3 Construção de um jogo de labirinto: propor que os alunos, em duplas, construam um jogo de labirinto no *Scratch* envolvendo ângulos. Inicialmente solicitar que encontrem a base de um labirinto pronto e a partir dele criem os personagens, o trajeto, as regras e configurem-no de modo que seja possível que outro colega jogue. Num segundo momento os alunos serão desafiados a construírem seu próprio labirinto. Por meio desta atividade várias situações problemas envolvendo tais conceitos surgirão como desafio a ser superado para a realização do jogo. Importante destacar que não será dado ênfase demasiada ao produto final do jogo, mas sim ao processo de construção do mesmo onde será necessário o estabelecimento de relações de forma a buscar a reconciliação integradora.

5 - Concluindo a unidade (2 h aula): disponibilizar aos alunos um labirinto cujo caminho alterne ângulos de diferentes inclinações e solicitar que programem um personagem para que ele percorra este caminho e encontre a saída. Esta atividade é proposta considerando que a maioria dos labirintos disponíveis para download free exploram ângulos com medidas de 90º, desta forma espera-se que eles possam fazer outras explorações:



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

6- Avaliação da aprendizagem (3h aula): todas as etapas descritas na UEPS constituirão dados para a avaliação. Buscando reforçar possíveis indícios de aprendizagens será feito mais dois momentos avaliativos. Primeiro será disponibilizado aos alunos o seguinte link que dá acesso a um jogo de labirinto construído no *Scratch* com um problema em sua configuração:



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Solicitar que os alunos ao acessar o jogo identifiquem o bug em sua programação, corrigindo-o e testando de modo que seja possível concluir a jogada conforme instruções dadas.

Um segundo momento avaliativo será a construção de um mapa conceitual com registros dos conhecimentos sobre o conteúdo de ângulos.

7- Avaliação da UEPS (1h aula): análise qualitativa de todo o processo de desenvolvimento da UESP com o intuito de observar evidências de aprendizagem significativa. Além disso, um novo mapa mental será proposto agora com a palavra central, jogos digitais.

Total de horas-aula: 21

APÊNDIDE F – Texto sobre a queda de um Boeing

A queda de um Boeing

Esta é uma história real, sobre a queda de um Boeing em plena selva amazônica, ocorrida em 1989.

O Boeing partiu de Marabá, no Pará, e seu destino era Belém. Sua rota: 27°.

Antes de prosseguir, veja como se obtém o ângulo de uma rota, com um mapa usado na aviação.

Observe no mapa que em Aracaju há o desenho de um transferidor.

O piloto coloca seu transferidor coincidindo com o do mapa e faz a leitura da rota.

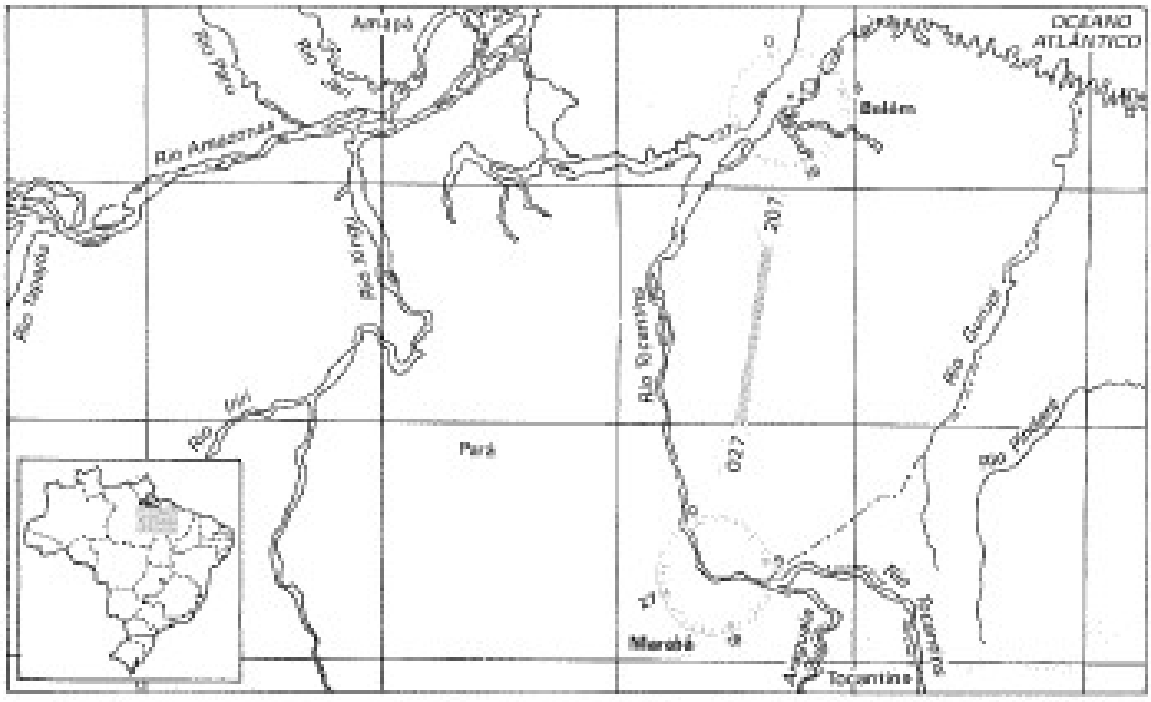
Observe que 0° é a direção para onde apontam as agulhas das bússolas: o norte magnético.

36

(Continua…)

(Continuação.)

Neste mapa, você encontra a região do acidente.



Confirme, com seu transferidor, que a rota Marabá-Belém é esta: 27°.

O comandante do Boeing cometeu um engano trágico: a rota era 27°, mas nos instrumentos de bordo ele marcou 270°. Desenhe no mapa o rumo que o Boeing tomou.

O vôo tinha uma duração prevista de 40 minutos e quando chegou a hora da aterrissagem Belém não apareceu. O comandante procurou as luzes da cidade por mais de uma hora, sem saber que estava longe de lá.

Na região em que estava, havia falta de radares e de apoio por rádio. O Boeing continuou voando sem conseguir sua localização, até o combustível acabar. Isso 3h30min depois da partida.

O comandante desligou então as turbinas e o avião ficou em silêncio total. Cinco minutos depois, o impacto do Boeing no chão, com 56 toneladas. O pouso, nas condições em que ocorreu, pode ser considerado perfeito. O comandante reduziu a velocidade para 210 km/h e pousou primeiro com a cauda, amenizando ao máximo o choque. Mesmo assim, foi um impacto tremendo. Muitas cadeiras se soltaram, esmagando passageiros. Foi uma tragédia e, também, um milagre. Dos 54 ocupantes, 12 morreram e 42 sobreviveram.

BIBLIOTECA 37

(Continua…)

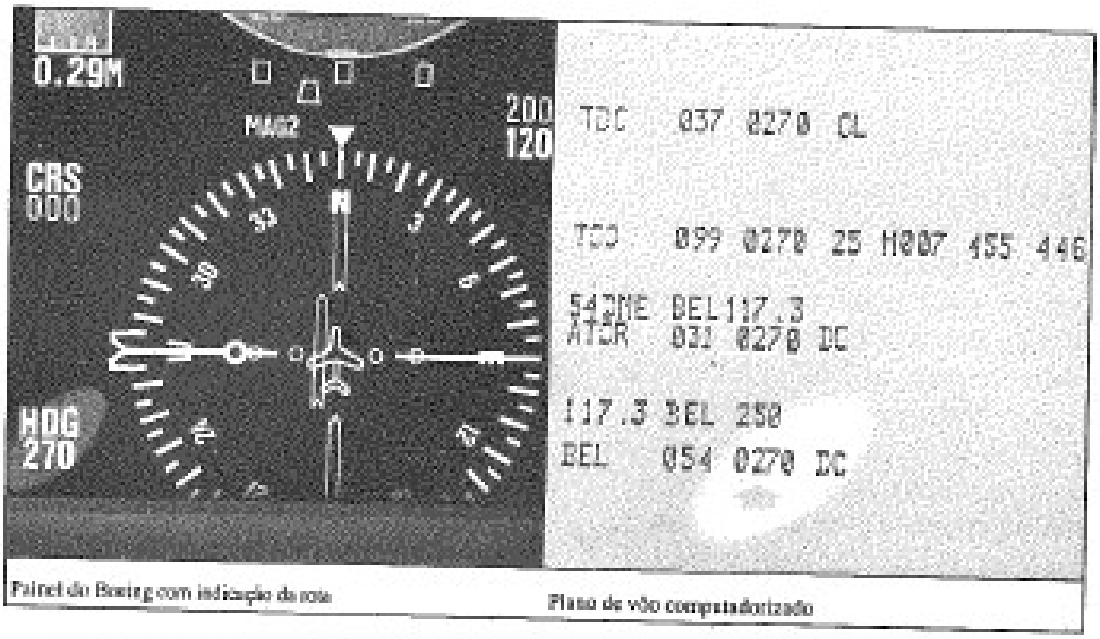
(Conclusão.)

Como foi possível confundir 27° com 270°? A seguir você entenderá melhor.

Antes de voar, o comandante recebe um plano de vôo com as especificações de sua viagem, que depois serão passadas para os instrumentos de bordo.

Nos instrumentos de bordo do Boeing acidentado, os pilotos marcam as rotas com três dígitos. No caso seria a rota 027. Em aeronaves ainda maiores que o Boeing, como o Airbus, as rotas são marcadas com quatro dígitos, pois podem-se marcar até os décimos, como por exemplo 125,6°.

Nos planos de vôo, as rotas apareciam com quatro dígitos, como se fossem para o Airbus. Por exemplo, se no plano estivesse escrito *2360*, a rota seria de 236°, pois a indicação corresponde a 236,0°. No plano de vôo do Boeing acidentado, a rota estava escrita assim: *0270*. Isso possivelmente atrapalhou o comandante que, lendo erradamente 270, marcou esse número no seu instrumento de bordo.



Painel do Boeing com indicação da rota — Plano de vôo computadorizado

O comandante e o co-piloto se salvaram, ficaram inicialmente suspensos e, em 1990, foram demitidos e tiveram suas licenças cassadas: não podem mais pilotar. Um ano depois, em 1991, os Boeing 737-200, que são os do tipo acidentado, tiveram seus planos de vôo alterados. Atualmente as rotas vêm escritas com três dígitos.