UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

FELIPE GARCIA PASSOS

**A CARTOGRAFIA DIGITAL NA GEOGRAFIA ESCOLAR BRASILEIRA:
contexto, características e proposições**

São Paulo
2017

Felipe Garcia Passos

**A CARTOGRAFIA DIGITAL NA GEOGRAFIA ESCOLAR BRASILEIRA:
contexto, características e proposições**

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientação: Prof^a. Dr^a. Sonia Maria Vanzella Castellar.

São Paulo

2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

375.41 Passos, Felipe Garcia

P285c A Cartografia digital na Geografia escolar brasileira: contexto, características e proposições / Felipe Garcia Passos; orientação Sonia Maria Vanzella Castellar. São Paulo: s.n., 2017.

130 p.; tabs.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Cartografia escolar 2. Cartografia digital 3. Visualização cartográfica I. Castellar, Sonia Maria Vanzella, orient.

Nome: PASSOS, Felipe Garcia

Título: A Cartografia digital na Geografia escolar brasileira: contexto, características e proposições

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Educação.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Profª. Drª. Sonia M. Vanzella Castellar

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Profª. Drª. Maria Elena Ramos Simielli

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Profª. Drª. Tânia Seneme do Canto

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Ao fracasso humano na compreensão da origem e do destino, da vida e da morte.

À memória de minha mãe, Suzy Garcia.

Agradecimentos

À Sonia Castellar, pelas orientações e confiança.

À Maria Eliza Bernardes, pela oportunidade de participar do GEPESPP.

À Tânia do Canto e à Maria Eliza Bernardes, pelas contribuições no exame de qualificação.

Às professoras Magali e Paula, aos funcionários e aos estudantes das EMEFs Júlio Mesquita e Ibrahim Nobre, pela recepção e disponibilidade oferecidas durante toda a pesquisa.

À existência do Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo, lugar de encontros e de formação, sem o qual minha dedicação ao estudo e vivência universitária teriam sido restringidas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro.

Às cozinheiras e aos cozinheiros do bandejão central, pelo tempero e calor da comida diária. À Rose da Uspapel, pelo humor na espera das impressões e pela eficiência. À Maria de Lourdes, que entre as limpezas do corredor fazia da palavra uma ação de resistência ao trabalho pesado que tem. Aos funcionários da FEUSP, Cláudia, Bruna, Antônio, Douglas e Maria Clara, pela prontidão e competência oferecidas de modo indiscriminado.

Agradeço principalmente àqueles que preenchem o meu dia a dia de atenção e afeto. Aos meus amigos cujos os gestos e conversas me permitiram algum senso de mim e também fazer parte de corpos coletivos tão prazerosos quanto formativos, formativos inclusive de partes dessa dissertação. Wellington Fernandes, obrigado pelos beijos no rosto que me ensinam até hoje o carinho que posso dar. Pela sua postura nas decisões de onde morar, trabalhar e a quem dedicar seu tempo. As formas como o faz, talvez sejam, para sempre, um dos meus ideais. Que venham muitos mapas com as nossas mãos, entremeados por beijos antes e depois. Ao Alan Pereira, pela surpresa de poder ser quem eu sou e estar, ao mesmo tempo que sendo querido, me sentindo respeitando e atencioso. Os seus gestos com o mundo me refazem quanto ao que podemos ser com os outros e com nós mesmos. Mas, isso que você faz, de ter uma própria gravidade, é verdade mesmo? Sigo intrigado... Ao Marcelo, que não sei quantas foram as demonstrações de vontade de viver, feitas sem perder a capacidade de se colocar no lugar do outro. Outro que, em muitas vezes, fui eu. Um dia eu aprendo esse negócio de empatia, essa inteligência, que há, apesar ou por conta do muito. Ao Jhonny Torres, pela desimportância dada em nossas conversas às suas preocupações. Esse gesto, que me faz me sentir em primeiro lugar, é mais um sentimento que eu não sei retribuir, mas que, graças aos nossos afetos, eu sei que não sei e isso faz toda a diferença. À Tatiani Meneghini, pelo compartilhamento de um momento de formação sentimental que foi feita com base em valores que, por terem se apresentado tão adequados a nós, nos são tão caros. Aos manos Marcus Betti, Danilo Leite e Marcos Evangelista, com quem, os muitos e, não sei o porquê, dispersos momentos de

encontros, me deixaram a sede de mais trocas sobre os grandes temas da vida: amizade, amores, trabalho, política. Cadê a gente mais vezes? Agradeço à Isabela Ferreira e à Jéssica Cerqueira, pelas amizades novas que me trazem; obrigado pela seriedade com que chegam aqui e com que compartilham as ações e os sentimentos mais importantes da vida comigo. Ao Trupicada, que trouxe a leveza da alegria das partidas de futebol nas manhãs de sábados e domingos. Com o passar dos anos, das vitórias e das derrotas, veio o melhor do grupo: o sentimento de cumplicidade. As trocas de erros e acertos foram e são com Pedro, Emerson, Aderaldo, Diógenes, Thiago, Gustavo, Aderaldo, Rodrigo, Marcão, Olavo, Rafael, Mozart, Agripino e Henrique. Dá-lhe, Trupicada-avalanche! Ao Daniel Marcolino, pela revolta, pelo inspirador gosto pela leitura, pelas revelações de desejos e fragilidades, pelas trocas psicanalíticas, pelos filmes, pelo convívio respeitoso. À Ana Paula Chaves, pela sensação de que sempre posso contar com seu conhecimento e também pelas delicadezas no convívio. Ao Roger Buono, pelos toques de terreiro, pelos orixás, por uma outra estética, pela constância no dia a dia. Ao Aragão, por mostrar um pouco da cultura angolana; pelas nossas diferenças, mas também por elas não serem um impedimento aos nossos sorrisos. À Renta Buset, pela acolhida no trabalho editorial e pelo compartilhamento das nossas experiências pessoais no trabalho, na família e no amor. Monique Deheinzelin! Quem, entre um almoço e outro, me ajudou a tirar o peso da academia e de suas referências falando das crianças e do ensino com entusiasmo pelo conhecimento. Obrigado pelo empurrãozinho fundamental à Faculdade de Educação! Lembro-me também daqueles da zona norte, obrigado Caio de Vita, Rafael Nascimento, Carlos Wieck, Leonardo Negrão, Diogo Reis, Fábio Bidinoti, Emerson e Anderson Almeida, Rodrigo Araújo, pelos encontros, que, apesar de raros, são tão gostosos quanto naquela época. Aos não tão novos encontros, que trazem a felicidade do entusiasmo da renovação dos caminhos, dos carinhos e de outros aprendizados, olhares, perspectivas. À Eveline da Silva, por comermos tantas vezes juntos. Por Goiânia e Paracuru. Pelo seu ímpeto em mostrar o quanto podemos ser e fazer no presente. Pelo preenchimento da palavra como gesto, como gesto central. Pela paixão pelo texto. Pelo prazer que compartilhamos ao me ensinar sobre o escrever. Por me mostrar como sou em você. Ao Matheus Furtado, pelo silenciamento de julgamentos morais. Por se colocar sem se opor. Pela ponderação que acalma. Pelos mais novos sentimentos de uma amizade que nasce forte e que tem gosto de futuro. Aos Vingador@s, novos parceiros de pesquisa e fundamentais para a minha continuidade com as ideias geográficas e cartográficas. Eduardo Giroto, obrigado por fazer uma outra academia. À Larissa Campos, João Pavesi, Rafaela Miyake e Waldirene do Carmo (por todos abraços nas recepções no Lemadi) agradeço pela coerência e pelo fôlego desses que são apenas os primeiros momentos! Também e, mais uma vez, àqueles que me viram crescer e que continuam sendo para mim, a família, essa coisa que não se acerta em mim, mas que sinto cada vez mais ser tão importante! São eles e elas: a Maria Júlia, o Thiago e a Nathália, o Guilherme, a Andressa, a Clara, a Lark, a Fernanda, o Wandinho, a Monique, o Wanderley, o André, o Fernando e a Isaura (em memória). Eu ainda sei como dizer, me desculpem. Vou tentar no decorrer dos dias.

Quantas são as possibilidades do mapa?

Resumo

PASSOS, F. G. **A Cartografia digital na Geografia escolar brasileira: contexto, características e proposições.** 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Ao considerarmos o mapa como linguagem, admitimos que haja implicações no processo de comunicação dependentes do suporte no qual as representações tomam forma. Assim, conforme se avolumam experiências pedagógicas com produtos da cartografia no meio digital, torna-se pertinente a análise dos condicionantes da relação humano-mapa nesse novo contexto. No primeiro capítulo da dissertação, tendo como referência as possibilidades de comunicações ensejadas pelos mapas interativos, é apresentada uma aproximação ao estágio atual da produção intelectual de estudantes, professores e pesquisadores sobre as práticas didáticas com recursos cartográficos digitais no ensino escolar de Geografia no Brasil. Ao final do capítulo, concluímos que, em geral, o uso didático desses recursos não contempla conceitual e metodologicamente as características exclusivas dos mapas interativos. Diante do cenário inicial, procuramos responder duas questões: quais são as propriedades exclusivas do sistema de comunicação nos mapas interativos e por meio de qual concepção de uso didático elas podem potencializar os processos de ensino e de aprendizagem. Para isso, no segundo capítulo são procuradas e descritas as diferenças essenciais da comunicação com os conteúdos no meio digital. Esse trabalho é feito por meio dos conceitos de interatividade e de visualização cartográfica, os quais permitem uma nova condição do estudante diante do mapa. A nova condição, de participação ativa do usuário no processo de comunicação cartográfica, altera o sistema clássico *cartógrafo* → *mapa* → *leitor*, implicando na necessidade de atualização conceitual e metodológica das práticas cartográficas. A partir do contraste entre as duas partes iniciais, propomos uma apropriação pedagógica do conceito de visualização cartográfica. Tal proposta de apropriação foi usada para desenvolver uma situação de aprendizagem baseada nos princípios teórico-metodológicos da Atividade Orientadora de Ensino, que são descritos no início do terceiro capítulo. Para elaborar a situação de aprendizagem, definimos seu conteúdo de ensino (conceito de orientação espacial) e avaliamos as características do software usado (Google Earth). A escolha desses elementos se deu a partir do trabalho de observação feito em dois 6º anos, cada um em uma escola municipal de São Paulo. Ao final do terceiro capítulo descrevemos a experiência do pré-teste em uma das escolas, o que nos levou, depois de ajustes, a uma versão final da situação de aprendizagem. No quarto capítulo analisamos qualitativamente o diálogo e uma representação gráfica de um grupo de estudantes. Nossa análise mostra como características próprias de ambientes cartográficos interativos, quando congruentes com uma metodologia fundamentada em princípios dos estudos psicopedagógicos, podem contribuir para que o aluno se aproprie de conteúdos da Geografia escolar.

Palavras-chave: Cartografia escolar; Cartografia digital; Visualização cartográfica.

Abstract

PASSOS, F. G. **The Digital Cartography in Brazilian geographic education: context, characteristics and propositions.** 2017. 130 f. (M.A. Dissertation – Faculty of Education, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, 2017.)

When considering the map as a language we admit that there are implications for the communication process which depend on the means through which the representations take shape. Therefore, as pedagogical experiences pile up with cartography products in digital medium, the analysis of the limitations of digital media in the relationship between human being and map becomes pertinent. The first chapter presents an approach to the current stage of intellectual production of students, teachers and researchers about the didactic practices with digital cartography resources in scholar teaching of geography in Brazil. The possibilities of communications created by interactive maps are taken as a reference in this analysis. At the end of the chapter, we conclude that in general, didactic uses of such resources do not contemplate conceptually and methodologically the exclusive characteristics of interactive maps. Given this scenario, we intended to investigate two themes in the research: a) what the unique properties of the communication system in the interactive maps are, and b) through which concept of didactic use such properties may contribute to the teaching and the learning processes. Towards that aim, in the second chapter, the essential differences of communication with the map contents in the digital medium are sought and described. Concepts of interactivity and cartographic visualization which allow a new condition of the student in front of the map are drawn upon at this stage. The new conditions of the active participation of the user in the cartographic communication process break up with the conventional system *cartographer* → *map* → *reader* and this break implies a conceptual and methodological update of the cartographic practices. From the contrast between the two initial parts we propose a pedagogical appropriation of cartographic visualization concept. That proposed appropriation was used to develop a learning situation based on the theoretical-methodological principles of the Activity Guide in teaching. These principles are described at the beginning of the third chapter. To develop the learning situation, we define the learning content (concept of spatial orientation) and evaluate the characteristics of the software used (Google Earth). The choice of these elements spawned from the observation of two 6th year classes each from a different school in São Paulo city. At the end of the third chapter we describe the experience of pre-testing of the didactic situation at one of the schools. The final version of the learning situation was developed from the pre-testing and its adjustment. In the fourth chapter we analyze qualitatively the dialogue and graphic representation from a group of students. Our analysis shows how characteristics of interactive maps, when congruent with a methodology based on the principles of psycho-pedagogical studies can help the student to appropriate of the geographic school content.

Keywords: Cartographic education; Digital cartography; Cartographic visualization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Trabalhos inscritos por subeixo na temática Educação nos ENG's de 2008, 2010 e 2012	29
Figura 2: Etapas da elaboração do protótipo do Geodem	34
Figura 3: Tipos de interatividade.....	42
Figura 4: Diagrama do sistema de comunicação cartográfica.....	45
Figura 5: Broad Street Pump Outbreak.....	50
Figura 6: Detalhe do diagrama de Voronoi a partir da bomba da Broad Street	50
Figura 7: Gama de funções dos métodos visuais em uma sequência idealizada de pesquisa.....	54
Figura 8: Objetivos de uso do mapa.....	55
Figura 9: Base conceitual para a Cartografia.....	57
Figura 10: Dimensões da visualização cartográfica no ensino	59
Figura 11: Principais componentes da unidade pedagógica AOE	69
Figura 12: Organização da sala de informática da EMEF 1	76
Figura 13: Sala de informática da EMEF 1	77
Figura 14: Organização da sala de informática da EMEF 2	77
Figura 15: Sala de informática EMEF 2.....	78
Figura 16: Enunciado de exercício na seção "No mundo da Cartografia" (EMEF 1)	86
Figura 17: Enunciado do exercício na seção "Leituras Cartográficas" (EMEF 2).....	87
Figura 18: Questões do exercício de "Leituras Cartográficas"	87
Figura 19: Situação de aprendizagem: imagem inicial.....	98
Figura 20: Orientação espacial às 18 horas.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Trabalhos no subeixo Recursos Didáticos por tipo de material (%).....	24
Tabela 2: Trabalhos inscritos por tema (%)	25
Tabela 3: Números de alunos por computador nas escolas públicas da Educação Básica	25
Tabela 4: Porcentagem de escolas públicas da Educação Básica com acesso à banda larga...	25
Tabela 5 - Características do Google Earth para contextualização pedagógica.....	90
Tabela 6: Situação de aprendizagem e elementos da AOE.....	93
Tabela 7: Questões da situação de aprendizagem relacionadas com o ambiente cartográfico e as ações de Davydov (1988).....	93

LISTA DE SIGLAS

AOE – Atividade Orientadora de Ensino

EMEF – Escola Municipal de Ensino Fundamental

GEODEM – Geotecnologias Digitais no Ensino Médio

GEODEF – Geotecnologias Digitais no Ensino Fundamental

GEOIDEA – Geotecnologias como Instrumento da Inclusão Digital e Educação Ambiental

GEPAPe – Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade Pedagógica

GEPED – Grupo de Estudo e Pesquisa em Didática da Geografia e Práticas Interdisciplinares

GEPESPP – Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação, Sociedade e Políticas Públicas

GNSS – Sistemas Globais de Navegação por Satélite

GPS – Sistema de Posicionamento Global

ICA – Associação Internacional de Cartografia

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

MEC – Ministério da Educação

NTICs – Novas Tecnologias de Informação e Comunicação

PNLD – Plano Nacional de Livro Didático

POIE – Professor Orientador de Informática Educativa

SIG – Sistema de Informações Geográficas

Sumário

Trajetória da graduação à pós-graduação.....	15
Apresentação.....	17
1. A CARTOGRAFIA NO MEIO DIGITAL NO CONTEXTO PEDAGÓGICO.....	21
1.1 Sobre o contexto brasileiro de ensino de Geografia com Cartografia digital	22
2. SOBRE A INTERATIVIDADE NA RELAÇÃO HUMANO-MÁQUINA	38
2.1 Cartografia e visualização cartográfica.....	45
2.2 Processo de visualização cartográfica e elementos correlacionados	53
2.3 Apropriação pedagógica do processo de visualização cartográfica.....	58
3. ETAPAS DA ELABORAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM.....	65
3.1 Atividade Orientadora de Ensino e a história virtual do conceito	65
3.2 O trabalho de observação nas EMEFs	74
3.2.1 Observação das condições das salas de informática e das turmas de 6º ano	76
3.3 Origem e funcionamento do conceito de orientação espacial.....	80
3.4 Identificação das características do software Google Earth.....	88
3.5 Pré-teste.....	92
4. ANÁLISE DOS DADOS.....	95
4.1 Análise do processo de investigação dos estudantes	97
4.2 Análise da modelização gráfica dos estudantes.....	104
4.3 Resultados da análise.....	107
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS	121

Trajetória da graduação à pós-graduação

Durante o curso de bacharelado em Geografia, na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, estagiei por três anos em instituições atuantes em atividades distintas, mas que tinham em comum o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a organização e análise de informações espaciais. Para realizar as atribuições do gerenciamento do espaço público e privado por meio dos SIGs, estive em contato constante com temas considerados da Cartografia sistemática, como os de projeção, sistema de coordenada, escala cartográfica e, também, com aspectos de cognição visual, como a análise de dados e a elaboração de mapas temáticos. Aos poucos conhecia mais a linguagem cartográfica, sua pertinência e me interessava pelo que vim a descobrir ser denominado *visualização*.

Em 2011, no último ano do curso de graduação, veio a necessidade de realizar o Trabalho de Graduação individual em Geografia (TGI). Ter passado pela experiência de compreender conteúdos da Cartografia com os softwares interativos me levou a procurar experiências do uso de SIG no ensino escolar de Geografia como tema de interesse da monografia. Na altura, pesquisando trabalhos sobre o tema, me deparei com alguns poucos artigos que avaliavam sistematicamente a introdução de SIG no ensino secundário de Geografia em países estrangeiros. Nesses trabalhos, era preponderante a análise de experiências eventuais de SIG no ensino, realizadas por pesquisadores em âmbito local.

Ao final da monografia referida, reuni as considerações dos trabalhos analisados demonstrando efeitos positivos quanto ao auxílio dos softwares na aprendizagem de conteúdos de Geografia, mas também encontrei que frequentemente o potencial pedagógico não se efetivava por constrangimentos na introdução dos SIGs no ensino escolar. Inicialmente, foi possível constatar que os impedimentos estavam ligados às condições de trabalho dos professores. Os mais comuns eram: a não preparação dos docentes, na formação inicial, no que diz respeito a conteúdos da linguagem digital da Cartografia, cursos de formação continuada na área com duração insuficiente e carga horária de trabalho saturada. No entanto, num segundo momento, apareceram outras duas dificuldades de caráter didático que, de certa forma, antecipavam o trabalho direto que podia ser feito com os professores. Uma delas era a ausência de

softwares e de base de dados elaborados para fins didáticos e, a outra, na qual se origina o objeto dessa pesquisa de mestrado, apontava para a carência de pesquisas teóricas que desenvolvessem questões metodológicas próprias para o processo de ensino e aprendizagem com ambientes cartográficos digitais interativos.

Paralelamente à pesquisa de graduação, eu cursava a licenciatura e buscava me apropriar dos temas apresentados nas disciplinas. Procurava relacionar as proposições apresentadas nas disciplinas ao uso didático dos SIGs com o objetivo de encontrar alternativas para solucionar as questões problemáticas. Entre as disciplinas frequentadas, a de Metodologia do Ensino de Geografia II, ministrada pela professora Sonia Castellar, me fez notar, por meio de exercícios práticos, a pertinência de conceber a organização da aula, no caso, com destaque para qual seria o uso, a função dos materiais da linguagem cartográfica no desenvolvimento do conhecimento. Pareceu-me fundamental para que os recursos cartografia digital efetivassem o seu potencial pedagógico, que era defendido pelas pesquisas sobre as quais eu trabalhava, conceber qual seria o lugar que as características da linguagem digital interativa deveriam ocupar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos da Geografia.

Foi amadurecendo a perspectiva de pesquisar a relação entre o que é exclusivo da linguagem cartográfica digital e o processo pedagógico que, após demonstrar interesse no conteúdo da disciplina citada, passei a participar do Grupo de Estudo e Pesquisa em Didática da Geografia e Práticas Interdisciplinares (GEPED), coordenado pela professora Sonia Castellar. Ao mesmo tempo em que procurava me apropriar das discussões do grupo acerca de condições didáticas para a construção do conhecimento geográfico, encontrava artigos na área de Cartografia Digital que me ajudavam a definir o problema de pesquisa para o projeto de mestrado, cujos resultados aqui se apresentam.

Apresentação

Marco inicial da pesquisa científica em Cartografia escolar no Brasil, a tese de livre-docência de Livia de Oliveira (1978) teve o objetivo de propiciar uma compreensão das bases do mapa no que concerne ao processo cognitivo. A autora foi precursora dos estudos da Cartografia enquanto linguagem a ser ensinada e aprendida na escola. Alguns anos mais tarde, diante de um baixo índice de proficiência na leitura de mapas, Maria Elena Simielli (1986) desenvolveu e aplicou uma proposta de alfabetização cartográfica, a qual ganhou espaço em documentos curriculares nacionais na década de 90 e inspirou outras investigações no tema.

Se por um lado a preocupação com a alfabetização cartográfica tomou espaço na academia e nas escolas brasileiras, por outro não houve o interesse proporcional por temas da leitura e elaboração de mapas que dariam continuidade à formação inicial de professores e estudantes. Na esteira dos trabalhos pioneiros, ao se considerar a Cartografia enquanto linguagem, reconhece-se a implicação de outros conteúdos relacionados ao modo de se expressar pelo mapa, os quais dariam continuidade à formação inicial da alfabetização. Quanto à unidade forma-conteúdo, podemos citar dois casos, bastante anunciados, que estão negligenciados nas práticas cartográficas não só escolares: a representação cartográfica com base na Semiologia Gráfica de Jacques Bertin (1967)¹ e a expressão em mapa das renovações conceituais da Geografia, renovações já abordadas por Milton Santos em 1988².

Neste trabalho, contudo, buscamos abordar um terceiro tema mais recentemente percebido como componente da comunicação cartográfica e pertinente ao trabalho do professor. Tratam-se dos efeitos gerados pelo meio digital no processo de comunicação ensejado pelo mapa. Falamos especificamente das atribuições das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTICs) na relação com a Cartografia no contexto escolar. Apesar de não estarmos familiarizados com a questão devido à

¹ Apesar de haver a publicação de alguns trabalhos que propõem o ensino dos princípios da Semiologia Gráfica, como o artigo traduzido de Jacques Bertin e Roberto Gimeno (1982) e as teses de Janine Le Sann (1989) e Elza Passini (1996), tal conteúdo pouco chega à escola brasileira. Em sua tese, Levon Boligian (2010) não só demonstra essa ausência, mas revela a permanência de “núcleo duro” de conhecimentos no ensino de cartografia por quase dois séculos.

² Para detalhes da discussão sobre a relação entre a Cartografia e as emergências espaciais da Geografia ver Fernanda Fonseca (2004).

naturalização do suporte analógico, a comunicação cartográfica não acontece isenta das condições do meio técnico em que se opera o mapa. Do analógico ao digital se alteram condições essenciais na relação entre o estudante e a representação geográfica. Uma delas é a possibilidade de intervenção do usuário/estudante na mensagem emitida do mapa. É sobre o impacto dessa participação do estudante no processo de ensino e aprendizagem e sua relação com a construção de conhecimentos geográficos escolares que concentramos nossa pesquisa.

A nosso ver, o conhecimento das propriedades exclusivas do meio digital se tornou fundamental para o entendimento de como o estudante pode desenvolver ações diante de um problema que o leve a construir correspondências e lógicas para compreender conceitos e suas aplicações. Desse modo, nossa proposta não seria pertinente caso houvesse na Geografia escolar uma clareza do que distingue, em sua essência, o processo de comunicação no meio digital do analógico, podendo o professor, nessa condição, optar por um destes meios conforme fosse mais adequado ao conjunto de fatores de seu contexto de trabalho.

Uma visão ampliada pela consciência da diversidade de como pode funcionar a comunicação do aluno com um mapa confere autonomia ao professor e lhe permite planejar o uso do recurso didático a partir da congruência entre ele, o conteúdo e o histórico da turma, articulando-os em uma estratégia didática. No entanto, com base em pesquisas que sintetizam a produção intelectual sobre o ensino de Geografia e Cartografia de dois dos principais eventos científicos nacionais e também fundamentando-nos na análise direta de pesquisas que propõem o uso didático de recursos da Cartografia digital, percebemos que as características de comunicação que diferem o mapa digital do analógico não têm sido consideradas no número crescente de trabalhos sobre as práticas pedagógicas com tais recursos ou, quando são citadas, não são contempladas no desenvolvimento metodológico de modo que se efetive usos pedagógicos do mapa que somente o meio digital possibilita.

A partir desse cenário, cuja construção constituiu o primeiro momento de nossa pesquisa, estabelecemos o nosso principal objetivo: elaborar e testar uma aula com uso de um ambiente cartográfico interativo como suporte didático. Esse objetivo geral se desdobrou em outros mais específicos: desenvolver uma discussão sobre como ocorre a comunicação entre nós e o mapa digital e articular as características dessa

comunicação em uma metodologia de ensino de modo que elas potencializem o processo de aprendizagem. A pertinência da pesquisa está em suscitar subsídios às práticas pedagógicas com recursos cartográficos interativos.

A busca pela realização dos objetivos seguiu os parâmetros da metodologia qualitativa de investigação, os quais embasaram todas as etapas do nosso trabalho com as escolas. Algumas das características centrais da metodologia qualitativa, apresentadas por Robert Bogdan e Sari Biklen (1982), evidenciam possibilidades que julgamos pertinentes à nossa proposta: a pesquisa qualitativa tem a escola como ambiente natural de fonte de dados; os dados coletados são predominantemente descritivos; a ênfase se encontra no processo observado e não no que ele resulta; o significado atribuído pelos participantes das situações aos processos é elemento central para o pesquisador, o qual faz a análise dos dados de maneira indutiva.

Dentro da árvore da metodologia qualitativa estivemos como observador participante, com o papel de professor que propõe e guia o trabalho na sala de aula e de pesquisador com a sensibilidade de buscar observar, registrar e analisar os acontecimentos que sucedam antes, durante e depois da experiência didática final (após o pré-teste) com os estudantes.

Organizamos as considerações alcançadas durante a pesquisa em cinco capítulos. No primeiro capítulo, fazemos uma aproximação ao contexto da Cartografia digital no ensino de Geografia, demonstrando a não apropriação da interatividade nas práticas didáticas com base nas pesquisas com carácter de estado da arte de Regina Almeida e Rosângela Almeida (2012) e Marisia Buitoni (2014) e, também, de análises diretas de estudos na temática. No segundo capítulo apresentamos um aprofundamento do que distingue a comunicação que se estabelece entre o estudante e o mapa digital interativo da que ocorre no uso do mapa analógico. Para isso nos valem dos conceitos de interatividade (STEUER, 1993; LEMOS, 1997; LÉVY, 2010b) e de visualização cartográfica (DIBIASE, 1990; TAYLOR, 1994; MACEACHREN e KRAAK, 1997). Nesse capítulo demonstramos que o processo de visualização cartográfica, cuja origem está na possibilidade da nossa intervenção na organização e apresentação dos dados, não só oferece um modo de fazer a investigação com mapas, mas também é entendido como a parte central da Cartografia moderna, sendo seu conhecimento subsidiário das práticas cartográficas de modo geral.

Partimos, no último subitem do segundo capítulo, do contraste encontrado entre as possibilidades comunicação dos mapas e globos digitais interativos e a não contemplação de suas características nas práticas escolares para propor uma apropriação pedagógica do diagrama de David Fraser Taylor (1994), o qual apresenta uma síntese dos aspectos que compõem a visualização cartográfica, buscando contextualizar esses aspectos ao trabalho do professor na escola.

No terceiro capítulo desenvolvemos a maior parte do trabalho concernente à elaboração da situação didática experienciada nas escolas. Apresentamos o recurso metodológico que é a Atividade Orientadora de Ensino (MOURA *et al.*, 2010), tratamos do contato e das vivências nas duas escolas municipais, onde foram realizados o pré-teste e o teste. A observação nas escolas nos permitiu levantar o conhecimento dos estudantes sobre o conceito de orientação espacial, então escolhido como conteúdo de nossa situação didática, e confirmar o Google Earth como material didático da situação didática. Nesse capítulo também são descritas a origem e o funcionamento do conceito de orientação espacial e identificadas as características que justificam o uso do Google Earth. Ao final, no subitem 3.5, apresentamos a experiência prática do pré-teste, as modificações geradas e seus motivos.

O quarto capítulo é composto pela análise qualitativa dos dados da experiência de ensino, contemplando seus critérios (DAVYDOV, 1988) e seus resultados. Para a análise selecionamos um episódio de um grupo formado por três alunos. Dividimo-la em duas partes: a primeira relativa ao processo de busca das correlações e de teste das hipóteses, feito a partir do diálogo transcrito e, a segunda, condizente às sínteses das hipóteses elaboradas pelos alunos em uma modelação gráfica.

No último capítulo apresentamos as considerações finais da pesquisa, algumas insuficiências e questões que julgamos pertinentes para futuros estudos.

1. O CONTEXTO PEDAGÓGICO DA CARTOGRAFIA NO MEIO DIGITAL

O aprimoramento constante de *hardware* e *software*, paralelamente ao de outros elementos dos dispositivos computacionais, tem, ininterruptamente, transformado o processo de comunicação nas mais diversas atividades sociais desde a metade do século passado. Apesar de a gradual difusão e da metamorfose incessante desses dispositivos ter se iniciado há algumas décadas, Pierre Lévy aponta que não enfrentamos um problema histórico que afeta nossa lucidez no que ultrapassa o uso apenas imediato e funcional de tais técnicas. Segundo o autor, há um distanciamento “entre a natureza dos problemas colocados à coletividade humana pela situação mundial da evolução técnica e o estado do debate ‘coletivo’ sobre o assunto” (LÉVY, 2010a, p. 4).

Para Lévy, a origem de tal distanciamento está no fato de que “a filosofia política e a reflexão sobre o conhecimento cristalizaram-se em épocas nas quais as tecnologias de transformação e de comunicação estavam relativamente estáveis ou pareciam evoluir em uma direção previsível” (LÉVY, 2010a, p. 7). No campo da filosofia política, não teríamos, apesar de Karl Marx e de alguns outros, tratado suficientemente das transformações sociológicas ocorridas a partir das renovações técnicas da Revolução Industrial, renovações que alteraram nossa relação com o que constitui o Estado, o Direito e a liberdade. A atualização dessas relações, que envolvem o indivíduo na coletividade, ainda não foram tomadas como objeto de reflexão, ação que contemplaria os efeitos condicionados pelos meios digitais.

No que diz respeito à reflexão entre a técnica e o desenvolvimento de conhecimento, que aqui nos interessa, ainda de acordo com o autor, também não teríamos nos debruçado sobre uma reconfiguração do modo como apreendemos o real, reconfiguração que tem acontecido pelas evoluções técnicas posteriores à generalização da impressão no século XVII e intensificada com disseminação das NTICs. Lévy nos aponta que similarmente às técnicas de escrita e de impressão, que em muito constituem nossa relação prática e teórica com o mundo, temos atualmente a influência do computador e da internet, entre outros recursos de comunicação, que reformulam nossos caminhos e processos cognitivos. Esses instrumentos mediadores abrem possibilidade de novos modos de aprender, pois permitem outras estratégias

de investigação, suscitantos de modificações em nossas *tecnologias intelectuais*, que por sua vez alteram nossas *ecologias cognitivas* (LÉVY, 2010a).

Em *Cibercultura*, Lévy (2010b) faz considerações acerca das transformações políticas e culturais ensejadas pelas técnicas recentes. A essência dessas características sociais estaria nos encaminhando, como indica o título da obra, para uma cibercultura. Trata-se de uma reflexão sobre a influência da técnica a nível antropológico, o que está além dos limites da nossa pesquisa. No entanto, recuperamos sua discussão para pensarmos uma das questões atuais do ensino de Geografia: como nós, estudantes, professores e pesquisadores da Geografia, estamos concebendo o uso didático de geotecnologias? No que diz respeito às tecnologias digitais, estaríamos tirando proveito do que as difere dos recursos analógicos? Ou antes, temos claro quais são as características próprias do meio digital que suscitariam novas estratégias de ensino e aprendizagem?

Fazendo um recorte a fim de empreendermos uma investigação de mestrado a partir desses questionamentos, nos concentraremos no uso dos ambientes cartográficos digitais³ no ensino escolar de Geografia. Nesse sentido, iniciamos a pesquisa fazendo um levantamento da produção intelectual de estudantes, professores e pesquisadores acerca do uso de mapas e globos digitais na Geografia escolar.

1.1 Sobre o contexto brasileiro de ensino de Geografia com Cartografia digital

Duas pesquisas recentes, sobre a produção científica relativa ao ensino de Geografia reunida em edições de dois eventos de âmbito nacional⁴, apontam a crescente quantidade de trabalhos com o uso de novas tecnologias, também consideram que a temática tende a ganhar maior expressão e deixam questionamentos para futuras pesquisas.

³ Com os termos genéricos “ambientes cartográficos digitais” e “mapas digitais”, nos referimos aos mapas e globos digitais que sejam interativos. Discutiremos o conteúdo de interatividade no subitem 2.2.

⁴ Trata-se do Encontro Nacional de Geógrafos (ENG), atualmente o maior evento de Geografia do Brasil, e do Colóquio de Cartografia para Crianças e Escolares, principal evento da área de Cartografia Escolar do país.

Uma dessas pesquisas foi coordenada por Marisia Buitoni (2014) e se intitula *Ensino de Geografia: a produção científica apresentada nos Espaços de Diálogos e Práticas da Associação dos Geógrafos Brasileiros (2008-2012)*. Nesse estudo a autora analisa 1.468 trabalhos apresentados nos ENGs de 2008, 2010 e 2012, os quais foram distribuídos em 20 subtemas do eixo Educação dos Espaços de Diálogos e Práticas (EDPs)⁵.

Cabe uma advertência inicial, feita pela própria autora, à análise empreendida. Uma vez que Buitoni seguiu a divisão dos subtemas do evento, é importante destacar que cada um dos trabalhos enviados ao eixo Educação foi alocado em apenas um subeixo, mas que “uma leitura mais atenta detectou que um mesmo subeixo tinha interfaces e interconexões com outros, e, em vários casos, o trabalho tanto poderia ter sido incluído num subtema como em outro” (BUITONI, 2014, p. 79).

Sobre a escolha dos subeixos aos quais daremos atenção, observamos que apesar de haver o de *Cartografia Escolar*, neste a análise da autora foi bastante sucinta no que diz respeito ao uso de mapas no ambiente digital. O trecho resumiu-se a citar o uso de alguns recursos digitais na elaboração de atlas, não permitindo assim uma apreensão quantitativa ou qualitativa da interface aqui em pauta. Por outro lado, encontramos considerações acerca do emprego didático de produtos cartográficos digitais no exame de outros subeixos, dos quais trataremos a seguir.

Para uma apreensão quantitativa, pode-se dizer que os trabalhos abordando recursos da Cartografia Digital tiveram destaque em cinco subtemas:

Reflexões sobre Aprendizagem em Geografia;

Temas de Geografia Física;

Estratégias Didático-pedagógicas/Recursos Didáticos;

Práticas Docentes;

Ensino de Geografia e Tecnologias.

Dentre esses subtemas, trataremos de dois deles, *Recursos Didáticos* e *Ensino de Geografia e Tecnologias*, cuja análise do compêndio de trabalhos ali alocados traz considerações que destacam a relação entre ensino de Geografia e tecnologia.

⁵ No ENG, os EDPs são o principal espaço de divulgação de trabalhos decorrentes de pesquisas. Esses espaços são constituídos por cinco grandes eixos, a saber: Cidade/urbano; Campo/rural; Pensamento geográfico; Natureza/meio ambiente; e Educação.

No que diz respeito ao subeixo *Recursos Didáticos*, dentre as seis categorias de recursos organizadas pela autora, quase metade dos trabalhos do último ENG analisado estão na de desenho, fotografia, mapa e computador (ver Tabela 1). Entre os 45,7% dessa categoria, a autora destaca que houve uma maior frequência de trabalhos sobre a utilização do computador, com expressiva parte deles considerando a dimensão interativa dos dispositivos.

Tabela 1: Trabalhos no subeixo *Recursos Didáticos* por tipo de material (%)

	2008	2010	2012
Filme, peça, conto, documentário	18,8	35,2	15,7
Desenho, fotografia, mapa, computador	32,1	29,5	45,7
Jogo pedagógico	14,8	5,9	11,4
Música	14,8	13,3	5,7
Rap e poesia	3,7	2,9	5,7
Diversos	15,8	13,2	15,8

Fonte: Buitoni (2014)

Como fonte de dados quantitativos e qualitativos, para nos aproximarmos ao estado da arte da produção científica nacional no que diz respeito ao nosso objeto de estudo, além do trabalho de Buitoni, recorreremos a outro artigo importante, escrito por Rosângela Almeida e Regina Almeida (2012) que, por sua vez, busca uma síntese da produção teórica acumulada nos Colóquios de Cartografia para Crianças e Escolares.

Dando continuidade à busca por uma apreensão quantitativa, encontramos, na Tabela 2 (ALMEIDA e ALMEIDA, 2012, p. 838), um significativo volume de trabalhos relacionando tecnologia e material didático. Apesar de uma relativa oscilação, presente em todas as temáticas do colóquio, a somatória de cada temática mostra a preponderância de trabalhos na temática em que está a interface que analisamos, cenário similar ao da tabela anterior.

Gostaríamos de chamar a atenção para a divisão dos temas feita pelas autoras. A nosso ver, o fato de o termo “tecnologia” ser destacado na temática de “materiais didáticos” pode ser sintomático não só de uma novidade dentro dos materiais

didáticos no ensino de Cartografia, mas sobretudo da crescente expressão do suporte tecnológico. Essa interpretação é reforçada indiretamente pelas autoras ao comentarem a existência de uma demanda por desenvolvimento de metodologia em relação aos recursos tecnológicos.

Tabela 2: Trabalhos inscritos por tema (%)

	Colóquio I	Colóquio II	Colóquio III	Colóquio IV	Colóquio VI
Representação do espaço	24	14	27	28	12
Metodologia de ensino	64	55	9	2	42
Tecnologia e Material didático	6	28	64	48	29
Formação de professores e Currículo	6	3	0	4	17

Fonte: Almeida e Almeida (2012)

Nota: Não houve apresentação de artigos no V Colóquio de Cartografia Escolar.

Acreditamos que o crescente número de práticas pedagógicas e de trabalhos com mapas digitais é estimulado por uma maior disponibilização de computadores e internet nas escolas públicas brasileiras de Ensino Básico. Segundo dados tabulados pelo *Observatório do Plano Nacional de Educação*, o número de alunos por computador teria passado de 96 em 2008 para 34 em 2013 (ver Tabela 3). Já o percentual de escolas com acesso à banda larga no mesmo intervalo passou de 17,7% para 40,7% na média nacional (ver Tabela 4).

Tabela 3: Números de alunos por computador nas escolas públicas da Educação Básica

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Brasil	96	75	55	42	37	34
Norte	163	127	87	60	51	48
Nordeste	162	115	72	53	45	42
Sudeste	83	65	52	42	37	35
Sul	55	45	35	26	23	21
Centro-Oeste	85	66	45	36	32	30

Fonte: MEC/Inep/DEED/Censo Escolar

Tabulação: Observatório do Plano Nacional de Educação

Sobre o desenvolvimento desse cenário, a meta do *Plano Nacional de Educação* vigente estabelece que em 2019 alcancemos o índice de 11,4 alunos por computador e, também, que todas as escolas públicas da rede básica tenham acesso a banda larga. Portanto, a expectativa que fica, apesar do momento político atual, é de constante melhoria dos índices.

Tabela 4: Porcentagem de escolas públicas da Educação Básica com acesso a banda larga

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Brasil	17,7	26,1	32,5	37,1	40,4	40,7
Norte	5,1	9,2	13	15,5	16,5	17,1
Nordeste	4,2	10,2	16,2	20,1	22,7	23,3
Sul	28,4	41,3	49,7	55,6	61,5	63,6
Sudeste	40,6	51,7	58,2	63,6	67	64,3
Centro-Oeste	32,4	45,4	54,1	59,1	63,5	65,4

Fonte: MEC/Inep/DEED/Censo Escolar

Tabulação: Observatório do Plano Nacional de Educação

Contudo, um outro olhar precisa ser lançado à produção intelectual em questão, posto que, se os trabalhos fizeram um uso consciente das características próprias do meio digital, absorvendo-as em suas estratégias didáticas, não teríamos uma problemática a ser estudada. Portanto, a fim de percorrer um viés qualitativo, recorreremos às considerações feitas à produção de outro subtema do trabalho de Buitoni (2014).

Ao analisar a produção condizente com o subeixo *Ensino de Geografia e Tecnologias*, a autora destaca três abordagens mais frequentes. A primeira articula didaticamente os materiais já reconhecidos, principalmente os filmes em DVD e as gravações de imagem e som pelos estudantes. A segunda indica, genericamente, a adesão e o uso intensificado “de tecnologias digitais na formação de professores, bem como de softwares e todos os recursos digitais disponíveis em salas de aula, com a convicção de que eles asseguram maior aprendizagem” (BUITONI, 2014, p. 70). Nesse grupo, 50% dos trabalhos entendem que os professores devem “vencer a resistência a empregar as tecnologias de informações e comunicação (TICs)” (BUITONI, 2014, p. 70) e que tal resistência reside frequentemente no fato dos professores não saberem manejar os recursos tecnológicos⁶.

Em seguida, a autora dispõe as principais justificativas dos trabalhos à pertinência das novas tecnologias na aprendizagem, o que nos fornece indícios da concepção do uso didático de recursos digitais desse grupo de trabalhos.

⁶ A autora fala em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) mesmo quando se refere a computadores e Internet. Não foi possível confirmar se o equívoco também consta nos trabalhos analisados por ela.

Além da importância do direcionamento das políticas públicas explicitada no nome da área (Ciências Humanas e suas Tecnologias), os trabalhos atestam que as tecnologias “possibilitavam a realização de atividades didático-pedagógicas que seriam difíceis e trabalhosas” (BUITONI, 2014, p. 70) por outros meios. Esse argumento nos parece, a princípio, bastante indicativo de uma diferenciação dos recursos digitais dos analógicos. Um discernimento entre a implicação didática de suas diferentes características é um dos fatores que subsidiam um planejamento didático que usufrua das propriedades exclusivas do digital para potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

No entanto, percebemos, em seguida, que a consideração de que as tecnologias digitais facilitariam a execução de algumas práticas pedagógicas tem seu lugar de partida e chegada nas práticas já existentes, carregando uma concepção metodológica referenciada nos procedimentos tradicionais, os quais seriam aprimorados. Portanto, tais práticas seriam baseadas na extensão das características dos materiais analógicos ao meio digital. O digital seria, nesse sentido, apenas uma melhoria do que se pode fazer com os recursos materiais tradicionais. Essa visão sugere um entendimento de que as propriedades do digital não implicariam necessariamente em uma mudança na concepção do uso didático dos recursos digitais. Por consequência, teríamos a transplantação de estratégias didáticas tradicionais para o uso de recursos digitais.

Na análise de Buitoni (2014) procuramos por um aprofundamento do que, nos recursos digitais, permitiria a realização de práticas “difíceis e trabalhosas”. São citados alguns casos com o uso da internet, dois deles de forma mais detalhada: o uso de “imagens de satélite para a análise do uso do solo e da cobertura vegetal” e de “diferentes softwares, inclusive o Flightgear (que simula uma estação de voo, em que o estudante tem a sensação de pilotar um avião e ‘voa’ por um cenário que lhe permite observar diferentes paisagens)” (p. 70-71).

Apesar do voo efetivado pelo estudante implicar em escolhas de direção e de escala, caracterizando, assim, um nível de interatividade, não encontramos em nenhum momento uma alusão a tal recurso revelando como e por que ele tenha sido necessário à aprendizagem. Segundo a autora, os trabalhos justificam essas e outras propostas “como novos caminhos para uma análise da realidade, proporcionando aos alunos e alunas uma maior capacidade de observação” (p. 71).

Apesar dos trabalhos procurarem uma justificativa que relacione as características dos ambientes digitais aos procedimentos pedagógicos e ao conteúdo da Geografia, se afastando assim de justificativas que dizem ser seu emprego pertinente pelo entusiasmo dos alunos com o digital, por seu caráter polivalente na vida social ou simplesmente pela inevitabilidade da sua presença, o argumento identificado pela análise de Buitoni se limita ao caráter passivo de observar, o qual sabemos ser largamente utilizado em diversas metodologias escolares e científicas. No entanto, como mostraremos na próxima subseção deste capítulo, não está no procedimento de observação, mas sim no de interação, um dos principais contribuintes do meio digital ao processo pedagógico.

Passando para a terceira abordagem destacada nesse subtema, Buitoni (2014) reúne nela os trabalhos críticos ao uso indiscriminado de tecnologias, fazendo reflexões sobre seus limites e suas vantagens. Um dos perigos apontados seria a confusão entre o ensino com o auxílio dos instrumentos e o ensino dos instrumentos. O que seriam afinal o mediador e o conteúdo do processo? Essa reflexão nos lembra que, no caso de uma formação escolar básica, a técnica deve ser um meio, e não o conteúdo. O questionamento é importante, porém não encontramos nas considerações de BUITONI (2014) apontamento sobre a continuidade de tal reflexão, que certamente se relacionaria a procedimentos de uso das tecnologias que não as tornassem objeto de ensino. Perguntamo-nos, então, o que caracterizaria pedagogicamente a técnica como auxiliar e como finalidade; qual seria a sua função em cada uma das situações; qual seria sua relação com o conteúdo curricular (conceitos, temas); e, também, como o estudante a usaria? São perguntas fundamentais que dariam continuidade ao questionamento levantado.

O título do subeixo, *Ensino de Geografia e Tecnologia*, nos fez pressupor que seus trabalhos tratassem da relação existente entre os aspectos técnicos constituintes dos suportes empregados e o ensino de conteúdos curriculares de Geografia. Por que ensinar e como ensinar com recursos digitais? A resposta a essa questão seria o que essencialmente substanciaria o uso pedagógico do digital. No entanto, salta aos olhos a ausência de um desenvolvimento teórico acerca da natureza da interface gráfica por meio da qual ocorre o processo de comunicação entre o estudante e o conteúdo e, também, de como seria interessante conceber didaticamente o seu uso.

Segundo os dados resultantes da interpretação de Buitoni (2014), os trabalhos relacionados ao desenvolvimento teórico e metodológico para a prática pedagógica não foram escassos apenas na interface do escopo de nossa pesquisa, mas apresentam as menores taxas de participação na somatória dos três anos do evento analisado (Figura 1):

Figura 1: Trabalhos inscritos por subeixo na temática Educação nos ENGs de 2008, 2010 e 2012

Fonte: Buitoni (2014)

Para a autora, a discussão acerca da metodologia do ensino de Geografia foi pouco discutida e, quando se considerou a pequena quantidade de artigos sobre o tema, as concepções usadas se concentravam em metodologias “tradicionais” e “críticas”, “abordadas de forma genérica, residindo aí uma fragilidade nas contribuições apresentadas no eixo Ensino de Geografia” (BUITONI, 2014, p. 79).

As considerações do trabalho de Almeida e Almeida (2012) corroboram as anteriores. Após a apresentação da Tabela 2, as autoras apontam que a expressiva porcentagem de trabalhos (do Colóquio) no tema *Tecnologia e material didático* pode indicar uma dificuldade em suprir a demanda de professores e alunos por materiais didáticos em geral. Em seguida, relativamente aos materiais didáticos tecnológicos, as autoras consideram que apesar da influência dos mapas digitais abrir um amplo leque de possibilidades para a educação, a contribuição dos recursos tecnológicos seria

dificultada pela necessidade de desenvolvimento de conceitos relacionados à tecnologia, sobretudo porque o uso isolado de tais produtos digitais revelou-se insuficiente, exigindo a criação de metodologias específicas para contextos escolares.

Almeida e Almeida (2012, p. 839) encerram os apontamentos sobre os recursos tecnológicos deliberando que é “urgente empreender pesquisas considerando a Cartografia multimídia no ensino, com o propósito de superar a tendência de transferir experiências de outros contextos para atingir os objetivos educacionais”.

Diante da preocupação das autoras, buscamos por trabalhos que abordassem o uso didático de tecnologias no ensino de Cartografia. Encontramos no trabalho de mestrado de Iomara Sousa (2014, p. 19) a proposta de “desenvolver e avaliar uma metodologia baseada no uso de geotecnologias e recursos de multimídia aplicados à Cartografia”. A aplicação do plano pedagógico foi feita em aulas de Geografia de duas turmas do sétimo ano do ensino fundamental em uma escola municipal de São Gonçalo, no Rio de Janeiro. As propostas das aulas e a resultante produção dos estudantes podem ser consultadas no *site Mapeando Meu Rio* (MMR)⁷.

No que se refere à análise que aqui propomos, no terceiro capítulo da dissertação citada, dedicado à aplicação das novas tecnologias à Cartografia e sua relação com o ensino de Geografia, é defendido que os meios digitais de manipulação e representação de informações espaciais - a Cartografia multimídia, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e os Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS)⁸ - permitem a exploração e interação com a informação geográfica. Dentre as potências de tais recursos - a gratuidade dos programas, a atualidade dos dados, a motivação dos alunos e os dados e imagens do cotidiano -, a forma interativa como ocorre o acesso e a inserção de informações no mapa é enfatizada durante todo o capítulo.

Mas apesar da elucidação quanto à característica interativa dos mapas digitais, não se busca estabelecer quais são os seus desdobramentos no processo de apropriação do conhecimento pelo estudante. Ao contrário da gratuidade, da

⁷ A proposta didática *Mapeando Meu Rio* está disponível em: <http://www.mapeandomeusrios.com.br/>.

⁸ Os SIGs são softwares utilizados para armazenamento, tratamento, comunicação e transferência de dados espaciais. David Maguire (1991) demonstra as dificuldades de um consenso e apresenta onze definições de SIG de diferentes autores. Assim como os SIGs a sigla GNSS se refere a um sistema genérico e seu principal representante é o estadunidense Sistema de Posicionamento Global (GPS).

atualidade dos dados e da motivação dos alunos, que são aspectos que dependem das características dos recursos cartográficos digitais, as ações interativas dos estudantes com os softwares, para que sejam direcionadas à aquisição de conteúdos cartográficos e geográficos, necessitam de serem planejadas, arquitetadas pelo professor.

Como indicaram Almeida e Almeida (2012), o mero uso das tecnologias digitais (assim como das analógicas), não garante a compreensão de conceitos, que são frequentemente complexos em sua dimensão teórica e prática. O “computador” deve ser encarado como um material didático, e não como garantia de realização do processo cognitivo. É fundamental que a organização do processo de desenvolvimento de conhecimento por meio dos ambientes digitais também seja baseada em princípios dos estudos psicopedagógicos, articulando em uma metodologia as particularidades da comunicação no contexto da interatividade (1), as correspondências entre o conteúdo de ensino e as informações e funções do recurso cartográfico utilizado (2) e os conhecimentos prévios dos estudantes (3). Tais fatores são essenciais para que se elabore uma situação didática cuja busca pela solução encaminhe o estudante ao desenvolvimento conceitual.

Apesar de defender que “foi desenvolvida uma metodologia em meio digital” (SOUSA, 2014, p. 6), a autora não enfatiza a relação entre as características dos recursos didáticos empregados e o processo cognitivo de aprendizagem. No que diz respeito aos fundamentos pedagógicos, encontramos apenas a informação de que a estrutura didática das situações de ensino usada pela pesquisadora se baseou em planos elaborados por José Libâneo (1994).

Ao analisar as atividades disponibilizadas no projeto MMR, notamos que os enunciados requisitam o uso das novas tecnologias, mas pouco se diferem das comandas tradicionais encontradas nos livros didáticos que fazem uso de representações estáticas. A maior parte das atividades dos três módulos do projeto se restringe à localização, observação das diferenças nas imagens de satélite (antigas e recentes) e medição de distâncias e áreas, ações que poderiam ser feitas com folhas impressas.

Tem sido recorrente esse tipo de transferência de estratégias didáticas do meio analógico para o digital e interativo. Como mostraremos no capítulo seguinte, tais

estratégias não têm considerado uma mudança essencial no processo de comunicação do estudante com o mapa: para que o potencial da interatividade se efetive, não basta executar tarefas predeterminadas, mas deixar que a tentativa de lógicas, de correspondências, seja elaborada e testada pelo aluno. A simulação da superfície terrestre e os dados georreferenciados geralmente permitem que o estudante os utilize como laboratório para a construção de um caminho para solucionar uma situação. Nesse sentido, o processo interativo pode ser guiado por raciocínios geográficos estimulados pela situação planejada e potencializados pelas funções e os dados dos softwares.

Retomando o trabalho de Sousa (2014), nos capítulos de avaliação da aplicação do MMR e de conclusões da dissertação, após descrever algumas dificuldades encontradas na aplicação das atividades, não fica explícita a contribuição direta das tecnologias empregadas no desenvolvimento de conhecimento pelos estudantes. A principal contribuição dos recursos ocorre de modo indireto, pela motivação que geraram nos estudantes.

Proposições similares às de Sousa (2014) são encontradas no doutorado de Angélica Di Maio (2004). Os objetivos da pesquisa estiveram concentrados em elaborar, aplicar e avaliar o projeto Geotecnologias Digitais no Ensino Médio (Geodem). No decorrer do texto, a autora faz referência às características das geotecnologias como potencializadoras do ensino de Geografia. Assim como em Sousa (2014), a interatividade e o aspecto motivacional são apontados como elementos centrais que constatariam vantagens pedagógicas a tais recursos em relação aos materiais já utilizados pelos professores.

No que se refere à verificação da influência das características dos materiais didáticos empregados na aprendizagem, foram experienciados paralelamente dois métodos, um denominado de tradicional e outro tecnológico ou Geodem. No entanto, não está disposto no trabalho de que forma a autora concebeu os procedimentos de ensino e aprendizagem das situações didáticas de modo a distingui-los. Não fica evidente quais são as particularidades de cada um deles em relação aos materiais didáticos empregados e aos conteúdos das aulas. Em alguns trechos fica sugerido que os recursos didáticos digitais usados carregam um procedimento metodológico implícito, o qual funcionaria por si mesmo.

A confusão entre a estratégia metodológica e os recursos materiais aparece na divisão entre “método tradicional” e “tecnológico”, que se referem a um tipo de aula assumido como comum e à aula com geotecnologias, proposta pela pesquisadora. A atribuição equivocada dessa correspondência direta entre material e método também pode ser encontrada nos seguintes trechos: “[...] o professor tem medo de não aprender, de não dominar as novas metodologias de ensino, de não dominar as novas tecnologias [...]” e em

Uma das professoras afirma ter ocorrido mudanças em sua prática. Ela não se imagina mais trabalhando com seus alunos como fazia há pouco tempo atrás. Segundo seu relato, os estudantes estão muito interessados em suas aulas e comparam sua metodologia com a dos demais professores de outras disciplinas, e confessam não sentirem vontade de assistir as aulas tradicionais. (DI MAIO, 2004, p. 131).

No primeiro trecho, é usado o termo “novas metodologias”, mas na verdade não se cogita, na tese, mais de uma delas, e somente é proposto o uso de variados recursos geotecnológicos. Já no trecho em destaque, são generalizadas as metodologias usadas pelos demais professores da escola como tradicionais, em oposição à da professora que faz uso das tecnologias do Geodem.

A partir dos dois trechos e da análise do trabalho em geral, é possível deduzir que os procedimentos pedagógicos são confundidos com o material didático empregado, fazendo entender que seu mero uso sustentasse uma estratégia de ensino e aprendizagem, não considerando que é recorrente repetirmos procedimentos naturalizados mesmo quando nos valem de variados recursos didáticos.

Apesar de Di Maio (2004) abordar rapidamente, no subitem 2.3.1, considerações de autores cujos objetos de reflexão são os processos pelos quais o conhecimento é desenvolvido pelo estudante, ao analisarmos a elaboração das situações de aprendizagens do Geodem, não encontramos embasamento teórico relativo aos estudos supracitados, sejam eles caracterizados pelo construtivismo ou pelo socioconstrutivismo. Não há explicitamente uma alocação das atividades e de seu material didático no interior de uma estratégia fundamentada em princípios psicopedagógicos. É possível verificar tal ausência na lista de etapas (Figura 2) que resume a elaboração das atividades do Geodem.

Contudo, a possibilidade da interatividade, existente em alguns recursos empregados nas atividades, poderia ter sido explorada nas situações didáticas

preparadas e aplicadas, de maneira que trouxesse um uso laboratorial, uma imersão pelo uso livre para realização de testes de raciocínios por meio das informações e funções que os recursos, ou o conjunto, deles proporcionam.

Figura 2: Etapas da elaboração do protótipo do Geodem

- 1- Levantamento bibliográfico
- 2- Definição, com base nos PCNS, dos tópicos e estudos de caso, abordados no sistema. Esta etapa foi realizada juntamente com os professores das duas escolas que participaram do desenvolvimento do trabalho.
- 3- Elaboração de Módulos de Ensino. O desenvolvimento dos três módulos de ensino e aprendizagem, abordou conteúdos e habilidades propostas pelo Programa do Ensino Médio, conforme tratado no item 2.5 deste trabalho.
- 4- Adaptação do Spring para Educação ("EduSpring"). Esta adaptação consistiu de uma versão simplificada do software Spring.
- 5- Geração da base de dados do protótipo de Ensino Digital (GEODEM) para uso com o SIG/Spring. A base geográfica de dados digitais foi gerada, a partir de trabalhos existentes, envolvendo questões como mudanças na cobertura vegetal, expansão urbana, uso do solo, etc. Foram utilizados trabalhos existentes, alguns mapas e imagens em formato digital, porém os textos e exercícios foram elaborados ou adaptados especificamente para cada módulo do protótipo.
- 6- Geração e implantação do protótipo de ensino via "home page".
- 7- Capacitação dos professores das escolas envolvidas no uso do GEODEM, bem como das tecnologias associadas, como o GPS.
- 8- Uso do protótipo por professores e alunos das duas escolas estaduais em São José dos Campos.

Fonte: Di Maio (2004)

Mesmo que não possamos afirmar que não houve tal uso dos ambientes cartográficos digitais, sobretudo porque a análise dos dados da pesquisa se deu de modo quantitativo, focada nos resultados finais dos estudantes e não no processo pedagógico, o que verificamos na maior parte dos enunciados dos exercícios do Geodem são comandas que pedem informações de localização, distância e cálculo de área por meio de base de dados digitais que, em muitos casos, poderiam ser usados

em suporte analógico sem grandes distinções nos procedimentos empreendidos pelos estudantes para a resolução dos exercícios⁹.

Após fazermos um levantamento sobre o cenário nacional a partir dos artigos de Buitoni (2014), de Almeida e Almeida (2012) e dos trabalhos de Sousa (2014) e Di Maio (2004), buscamos por referências no contexto internacional, as quais reforçaram as considerações que desenvolvemos até aqui.

Na Alemanha, o trabalho de Liqiu Meng (2003) apresenta em seu título, *Ausência de teoria e método na Cartografia Digital*, problemática da qual a autora parte. Ao se desdobrar sobre o problema anunciado, Meng destaca a existência de duas tendências gerais como as principais inadequações teóricas na utilização dos mapas digitais no ensino: a de transplantar os suportes teóricos da Cartografia analógica para as atividades com mapas digitais e a prática de metodologias tecnicamente orientadas, que dariam ênfase no ensino do funcionamento dos ambientes.

Para Meng (2003), alguns conceitos da Cartografia tradicional podem não ser compatíveis com a dinâmica de alteração dos dados própria dos mapas em tela. Se os mais interativos confundem as posições clássicas de leitor e de mapeador e o usuário pode alterar a projeção, a escala e o tema, o mapa funciona como se tivéssemos uma coleção de mapas, ou melhor, um atlas inteiro e, algumas vezes, com a possibilidade de alterações das suas informações, mas, tudo isso em um só "mapa".

As diferenças entre os mapas analógicos e digitais podem ser tão importantes que, em chegaríamos, como defende Michael Peterson (2007), a uma mudança na concepção de mapa:

A palavra 'mapa' deveria ser redefinida para referir-se a uma interface de mapa interativo. Se a apresentação da informação não é controlada pelo usuário – não se trata de um mapa. Se não existe interação – não se trata de um mapa. Nós podemos, eventualmente, perceber que o que chamamos de mapa atualmente são meramente elementos de um mapa estático – tanto uma peça de um quebra-cabeça como um símbolo isolado em um mapa. (PETERSON, 2007, p. 71)

Mesmo não pretendendo responder à questão do que seria um mapa atualmente, temos uma preocupação ao considerar sua nova condição técnica, qual

⁹ Os materiais estão disponíveis em domínio da Universidade Federal Fluminense (UFF): <<http://www.geoden.uff.br/>>. Junto ao Geodem estão uma versão para o ensino fundamental (Geodef) e uma terceira proposta, esta inclusiva, de temática ambiental (Geoidea).

seja, a de entendê-la e de como explorá-la também didaticamente. Ambas as partes, a do entendimento do que sejam os mapas (conceitual) e a do ato de elaborá-los, pesquisá-los e ensinar com eles (prática) estão diretamente associadas. No entanto, de acordo com a literatura, temos no atual trabalho cartográfico o contrário do mote “a teoria de hoje é a chave para as práticas de amanhã” (MENG, 2003, p. 1887). Meng identifica, já em 2003, uma maior busca pelo ensino e a aprendizagem dos procedimentos para a execução de funções dos produtos digitais do que uma inquietação acerca do entendimento das suas diferenças frente ao analógico, o que resulta em uma prática distanciada das teorias cognitivas.

Uma afirmação de Joseph Kerski (2003, p. 128) contribui para entendermos a falta de sincronia entre o desenvolvimento teórico-pedagógico e as práticas com geotecnologias na escola. O autor afirma que a “expansão dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como uma ferramenta educacional [...] ultrapassa em muito a pesquisa associada à sua implementação e eficácia”. No mesmo artigo, o autor lembra que em 1967 o “Conselho Nacional para a Educação Geográfica dos Estados Unidos identificou a carência de pesquisas sobre a eficiência de geotecnologias e, quase 40 anos depois, a necessidade continua a mesma” (KERSKI, 2003, p. 129). Ao final do parágrafo, citando Gross (1967), o autor se atenta para a necessidade de os pesquisadores procurarem especificar qual é o aprendizado que cada uma das geotecnologias potencializa.

Ainda no cenário internacional, mais recentemente, Sara Fabrikant e Amy Lobben (2009) retomam um conjunto de referências que sinalizam a importante demanda por estudos sobre os processos cognitivos no uso de ambientes cartográficos, reforçando o aspecto crônico da carência de pesquisas científicas na área. Destacamos uma das referências citadas (MacEACHREN e KRAAK, 2001), a qual aponta para o fato de que no início do século XXI a Comissão de Geovisualização (na época Comissão de Visualização e Ambientes Virtuais) da Associação Internacional de Cartografia (ICA) já tinha identificado a necessidade de investigações que abordassem a relação entre as interfaces interativas e temas como a solução de problemas, a exploração de conhecimento e a aprendizagem.

Apesar das referências citadas por Fabrikant e Lobben (2009) não se restringirem à temática educacional, uma série de subtemas reclamados como carentes de pesquisas estão diretamente relacionados aos processos cognitivos de

modo geral, cenário que, como evidencia o título da publicação, *Questões cognitivas na visualização de informações geográficas*, certamente influencia o contexto pedagógico.

Portanto, não se trata de determinadas tecnologias desenvolvidas há poucos anos e sobre as quais ainda teríamos um atraso comum para nos apropriarmos pedagogicamente, mas, pelo contrário, nos parece um problema histórico o de não termos a concepção didática de recursos da Cartografia digital como objeto de reflexão. Como consequência, esses recursos chegam para uso em sala de aula sem serem acomodados em propostas didáticas baseadas em suas características de comunicação, o que poderia justificar seu emprego caso eles possibilitassem procedimentos particulares de ação do estudante para a aprendizagem de determinado conteúdo da aula.

Diante de um cenário em que não temos o desenvolvimento de conceitos e de procedimentos metodológicos específicos para experiências pedagógicas com recursos cartográficos interativos, apesar de seu crescente uso nas escolas, nos propomos a desenvolver uma discussão acerca das propriedades genéricas de comunicação dos produtos da Cartografia digital, aspecto que consideramos fundamental para o planejamento de uso didático desses recursos. Por meio dos conceitos de interatividade e de visualização cartográfica, mostraremos como o suporte digital altera a relação entre nós e os mapas e que as novas condições de uso do mapa podem potencializar o processo cognitivo no âmbito escolar.

2. SOBRE A INTERATIVIDADE NA RELAÇÃO HUMANO-MÁQUINA

Diante da necessidade de pensarmos as condições próprias dos mapas no ambiente digital, trataremos, nesse capítulo, da relação do ser humano com a máquina por meio do conceito de interação,

O termo interação terá seu significado discutido a partir de algumas propostas de seu emprego desde o campo artístico até seu conteúdo atual ligado à informática, contexto no qual sua aplicação leva o nome de interatividade. A importância de recuperarmos conceituações e usos do termo está no fato de que o princípio comum de suas acepções contribui para compreendermos o conceito de visualização cartográfica, este que, como mostraremos mais a frente, é disposto como o processo interativo e central na Cartografia moderna (TAYLOR, 1994).

O uso do termo interatividade relacionado às NTICs abrange um campo semântico dos mais vastos, "tão elástico que corre o risco de abarcar uma gama de fenômenos a ponto de não exprimir significado algum" (MACHADO, 1997, p. 250). Bastante relativizado, o termo tem sido frequentemente empregado a qualquer opção mínima de ação do usuário frente a um dispositivo, mesmo quando tal ação não altera a mensagem ali determinada previamente. Com a finalidade de problematizar seu uso, buscaremos retomar brevemente algumas propostas de emprego do conceito para estabelecer aspectos de seu conteúdo referentes ao processo de comunicação.

Fundamentalmente ligado ao campo da comunicação, encontramos as primeiras proposições do conceito de interatividade, sem receberem ainda essa denominação, em trabalhos de artistas na primeira metade do século XX que propunham flexibilizar a relação clássica entre o emissor e o receptor. Julio Plaza (1990, p. 10) considera uma inauguração do universo da interatividade "quando, em 1922, Moholy Nagy decide 'pintar' um quadro por telefone" (p. 10). Nagy dava instruções e alguém as executava motoramente do outro lado da linha.

Alguns anos depois, em um conjunto de artigos escritos entre 1927 e 1932, Bertold Brecht preconizou o processo de radiodifusão, pelo qual trabalhadores alemães passariam a ter participação direta no sistema radiofônico, podendo emitir

mensagens a partir de suas casas. Sua ideia defendia a descentralização da origem das informações (BRECHT, 1984)¹⁰.

Para Arlindo Machado (1997) é somente em 1970 que a expressão interatividade surge e o sentido bidirecional de Brecht é reconhecido no campo teórico. Nesse contexto, destaca-se o trabalho de Hans Enzensberger (1979) caracterizando a interatividade pelo livre revezamento dos papéis de emissor e receptor dos sujeitos em comunicação, constituindo-se em um sistema de trocas que possibilita a produção coletiva do conteúdo, similarmente ao que ocorre na telefonia atual.

Com esse avanço na elaboração do conceito, surgem, já no final da década, críticas sobre a difusão de tecnologias ditas interativas que, no entanto, se limitavam à mera reatividade por terem disponibilizadas ao usuário poucas opções de modificação, intervenção ou direcionamento do conteúdo. Tal crítica é baseada na proposta de que a interatividade deve romper com a unilateralidade da mensagem, representada na expressão *emissor → mensagem → receptor*. O duplo sentido do fluxo presente na ideia de interatividade é proposto desde a sua origem como mecanismo mais democrático, que se contrapõe aos meios de comunicação tradicionais, como a TV, o rádio e o jornal impresso, chamando o expectador à atividade.

Ressaltamos, como sugerem a proposta de Brecht e a crítica acima recuperada, que a abrangência do conceito de interatividade não estava restrita à comunicação entre sujeitos, mas perpassava pela relação do humano com um dispositivo. Pensando nessa relação, encontramos outros artistas que repensaram a relação autor-obra-público. Podemos notar em algumas produções que a interatividade é possível a partir de obras que requerem a participação do público sobre um objeto, como no conceito de *parangolé* de Hélio Oiticica, produzido na década de 1960, e na *Caixa Preta* de Augusto de Campos e Julio Plaza (1975). Tais obras propõem uma relação com o objeto-obra que é característica do nosso contato atual com as NTICs.

Inicialmente imaginados para a dança, os parangolés de Oiticica são feitos de tecidos de materiais e cores diversas para serem vestidos como capas, estandartes e colocados em movimento. Seu suporte depende do deslocamento de alguém para ter

¹⁰ Brecht condensou os cinco artigos no capítulo "Teoria da rádio" no livro *O compromisso na literatura e na arte*. Os títulos têm a nossa tradução, a qual se vale da versão para o espanhol de 1984.

o efeito final. Segundo Celso Favaretto (2015), nesse projeto o artista propõe uma transmutação da experiência de contemplação para um comportamento vivencial do público. De modo semelhante, a *Caixa Preta*, que contém folhas de textos, cartões, estruturas para montagem e oralizações dos poemas *pulsar* e *dias dias dias* (ambos de Augusto de Campos), deixa ao participante as combinações e os percursos em aberto. Sobre a *Caixa Preta*, Antônio Risério, citado por Audrei Carvalho (2007), relata:

Olhando para ela, não temos idéia do que nos aguarda. Abrindo-a, topamos com artefatos e artifícios de linguagem [...] para nos propiciar uma experiência estética inesquecível. No final da viagem, aliás, depois de ter lido-olhado-recortado-montado o que lhe foi dado manipular, o receptor-fruidor daqueles objetos e mensagens vai se ver cercado de letras e formas por todos os lados. (RISÉRIO *apud* CARVALHO p. 48-49)

Esse percurso particular, que encontramos no relato de Risério, facultado ao indivíduo diante de um ambiente predeterminado, vai se tornar uma das características centrais do conceito de interatividade no contexto em que o computador e o celular são os principais dispositivos que suscitam uma relação ativa com a informação. Para Machado (1997), apesar da discussão sobre a interatividade se iniciar antes da informática, é nas suas condições que surge a possibilidade de ampliar a imersão intelectual individual. Isso porque a disposição não linear de informação, característica da memória virtual, permite o acesso aleatório aos dados, recuperando-os conforme interessa à investigação do usuário. Assim, a possibilidade do acesso aleatório resulta em um suporte técnico para a interatividade, por meio da qual “o receptor pode entrar no dispositivo textual a partir de qualquer ponto, seguir para qualquer direção e retornar a qualquer ‘endereço’” (MACHADO, 1997, p. 252).

O constante aprimoramento da capacidade gráfica e da velocidade de processamento dos dados, aliados a interfaces amigáveis, são outros componentes propulsores de uma relação mais intensa com dados por meio dos computadores. É nesse contexto de abertura a uma diversidade de vantagens para manipulações no ambiente digital que notamos uma alteração no significado de interatividade. Doravante, as menções ao termo passam a estar cada vez mais relacionadas com o poder de ação do usuário no meio digital do que necessariamente ao processo bidirecional de comunicação encontrado na ideia da radiodifusão de Brecht.

Nesse novo contexto, Jonathan Steuer (1993, p. 14) diz que interatividade “se refere à magnitude da modificação pelos usuários da forma e do conteúdo de um

ambiente mediado em tempo real". O autor ainda ressalta três importantes fatores que contribuem para interatividade: o *tempo de espera* entre a ação do usuário e a resposta do ambiente após a assimilação do comando; a *variedade de possibilidades de ação* do usuário para modificação do ambiente mediado; e a *capacidade de representação* gráfica, de modo natural e previsível, por meio do gerenciamento das alterações do ambiente (STEUER, 1994).

Na perspectiva da ação do usuário, Steuer (1994) fez uma tentativa de sistematizar quais seriam os elementos condicionantes, o que também encontramos em Lévy (2010b). Em sua divisão dos tipos de interatividade (Figura 3) o autor dispõe uma série de combinações dependentes de duas variáveis: a comunicação bidirecional e a participação do usuário na composição da mensagem. Em relação aos três aspectos mencionados por Steuer, consideramos que eles são qualificadores dos dois critérios de Lévy, somando-se como um pano de fundo que permite caracterizar a relação do usuário com determinada máquina/software.

Depreendemos do quadro de Lévy que desde o menor grau de interatividade, localizado no encontro da "mensagem linear não alterável em tempo real" com a "difusão unilateral" (modelo chamado de Um-Todos), até o outro extremo, que se dá na junção entre a "implicação do participante na mensagem" e o "diálogo entre vários participantes" (modelo Todos-Todos), a interatividade varia a partir das possibilidades de participação do público na composição da mensagem e também na faculdade de diálogo entre pessoas nas trocas dessas mensagens.

Portanto, o autor resguarda a ideia da bidirecionalidade considerando que o nível máximo de interatividade é atingido quando, dentre outras condições, é possível que um número infinito de pessoas converse por meio de uma plataforma. Quando não consideramos o diálogo entre pessoas, ou seja, em nossa relação exclusiva com o computador, o maior grau de interatividade do quadro de Lévy (2010b) se estabelece na participação ativa do usuário para a composição de uma mensagem unilateral.

Desse modo, o autor parte da existência de um grau mínimo de interatividade já no sistema Um-Todos por considerar que o receptor "nunca é passivo". Para ele, "mesmo na frente de uma televisão sem controle remoto, o destinatário decodifica, interpreta, participa, mobiliza seu sistema nervoso" (LÉVY, 2010b, p. 81). Entendermos que, no que diz respeito ao sistema de comunicação (emissor→ mensagem→

receptor), a ideia de participação colocada no trecho guarda um sentido passivo, posto que o sujeito só transforma a mensagem (da TV, rádio etc.) na sua recepção, e não na sua fonte.

Figura 3: Tipos de interatividade

Dispositivos de comunicação	Relação com a mensagem		
	Mensagem linear não alterável em tempo real.	Interrupção e reorientação do fluxo informacional em tempo real.	Implicação do participante na mensagem.
Difusão unilateral	<ul style="list-style-type: none"> - Imprensa. - Rádio. - Televisão. - Cinema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bancos de dados multimodais. - Hiperdocumentos fixos. - Simulações sem imersão nem possibilidade de modificar o modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Videogames com um só participante. - Simulações com imersão (simulador de voo) sem modificação possível do modelo.
Diálogo, reciprocidade	Correspondência postal entre duas pessoas.	<ul style="list-style-type: none"> - Telefone. - Videofone. 	- Diálogos através de mundos virtuais, cibersexo.
Diálogo entre vários participantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Rede de correspondência. - Sistema de publicações em uma comunidade de pesquisa. - Correio eletrônico. - Conferências eletrônicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Teleconferência ou videoconferência com vários participantes. - Hiperdocumentos abertos e acessíveis on-line, frutos da leitura/escrita de uma comunidade. - Simulações (com possibilidades de ações sobre o modelo) como suporte de debates de uma comunidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - RPG multiusuários no ciberespaço. - Videogame em "realidade virtual" com vários participantes. - Comunicação em mundos virtuais, negociação contínua dos participantes sobre suas imagens e a imagem de sua situação comum.

Fonte: Lévy (2010b)

Nesse sentido, temos uma ênfase do autor na implicação do público na composição da mensagem como um dos indicadores da interatividade, definindo que "o termo 'interatividade' em geral ressalta a participação ativa do beneficiário de uma transação de informação". Lévy ainda diz, em seguida, que "a possibilidade de reapropriação e de recombinação *material* da mensagem por seu receptor é um parâmetro fundamental para avaliar o grau de interatividade do produto" (LÉVY, 2010b, p.81, grifo nosso).

Interpretamos que o adjetivo "material" signifique uma qualidade de intervenção direta no conteúdo da mensagem, intervenção feita por meio do suporte

no qual ela se conforma. A nosso ver, esse adjetivo é fundamental para pensarmos o conceito de interatividade aplicado aos ambientes cartográficos digitais: a faculdade de alterar materialmente a mensagem distingue os mapas interativos tanto daqueles só-para-ver (que não permitem alterar a forma e a informação apresentadas) quanto da necessidade da bidirecionalidade, que pode acontecer indiretamente nos mapas colaborativos.

Concentrando-nos na relação do sujeito com o objeto-mapa modificável, a ideia de interatividade aqui defendida, entendendo que existem graus de interatividade, requisitaria inicialmente a relação propiciada nos parangolés de Oiticica e na *Caixa Preta* de Campos e Plaza. Possibilidade de relação que frequentemente encontramos nos ambientes cartográficos digitais, em maior grau nos SIGs, pois estes permitem a elaboração de um mapa desde sua projeção, passando por interatividades intermediárias, como no globo digital Google Earth com diversas ferramentas de consulta e visualização, até projetos com uma única opção de intervenção, como é o caso do atlas *Welcome to the Anthropocene*¹¹, com apenas a possibilidade de *zoom*.

Dentre as diferenças na relação do público com o objeto analógico e com sua versão interativa, André Lemos (1997), citando Ezio Manzini, diz que uma mudança central que distingue o paradigma analógico-mecânico do eletrônico-digital (computador, celular) é a síntese do objeto físico, que está integralmente presente no primeiro modelo, para um símbolo ou geometria digital no segundo. Desde a conversibilidade em números binários até os signos com que trabalhamos em tela, faz-se outra a nossa relação com o objeto (virtual) com que trabalhamos e, conseqüentemente, com o mundo. Agora o público pode determinar performances desses objetos sintetizados em contextos variados, configurando informações inter-relacionadas em quantidades jamais imaginadas e em tempo real.

Voltando às condições citadas por Steuer (1994), uma vez existindo a perspectiva de intervenção do usuário, a autonomia do sujeito diante dos dados é conjugada a partir das condições conceitual e técnica do ambiente com o qual se opera. Tais condições se efetivam nas interfaces gráficas, as quais são o ponto de contato entre nós e a simulação dos objetos/cenários. A evolução do que compõe as

¹¹ Disponível em: <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/see-how-humans-have-resaped-globe-interactive-atlas-180952971/>. Acesso em: nov. 2016.

interfaces tem no horizonte a minimização das barreiras físicas entre seus agentes (ser humano e máquina) para uma representação de cenários mais próximos o possível do real (LEMOS, 1997).

Identificamos, nesse conjunto de autores dedicados às implicações do nosso contato com o meio digital, que a interatividade está condicionada pela autonomia no trabalho com os dados, autonomia essa configurada de modo particular em cada ambiente digital. Refletimos, por outro lado, que não há recurso analógico ou digital que não apresente limites para a nossa intervenção. Tal reflexão nos revelou uma tensão entre as restrições dos projetos que tornam artificial nossa relação com um objeto ou com um ambiente e aquelas presentes no nosso contato direto com o real. A esse respeito nos foram bastante esclarecedoras as ideias da tese de doutorado de Marie-Hélène Tramus (1990) mencionadas por Plaza (1990).

A autora busca distinguir interatividade de interação. Sua hipótese é que a interatividade é uma simulação da interação, sendo, enquanto simulação, sempre limitada a algumas condições conceituais e técnicas de determinado ambiente virtual em que se busca reproduzir a realidade. Tal simulação implica, portanto, sempre em uma realidade virtual, e não real. A interação, por sua vez, seria a relação que temos com a realidade real, à qual não se impõe barreiras em termos de quantidade e integralidade das variáveis que participam dos fenômenos.

Tendo essa distinção em mente, não podemos nos esquecer de que no contato *in natura* com o objeto, nossas ações são restritas pelas capacidades que temos de atuação sobre o ambiente real, de escala temporal e espacial, de coleta de dados, de testes. Não seria possível, por exemplo, fazermos análises espaciais considerando uma porção grande de um território sem manipularmos dados sobre os mapas. Reside aqui a vantagem da simulação da dimensão espacial com dados georreferenciados em diferentes ambientes digitais: cada um desses simuladores, com suas características conhecidas previamente, permite configurações variadas em um tempo artificialmente veloz.

Pensando no uso didático dos recursos cartográficos digitais, fica a cargo do professor equacionar as potências de cada ambiente interativo em relação aos outros tipos de material didático, de acordo com seu objetivo e objeto pedagógico. Queremos chamar atenção para a importância de que o professor saiba, ao fazer a

avaliação de um ambiente, que o princípio do conceito de interatividade gera uma ruptura no modelo clássico de comunicação. Esse modelo foi aplicado à Cartografia e sintetizado por Barbara Petchenik e Arthur Robinson (1976) no seguinte esquema:

Figura 4: Diagrama do sistema de comunicação cartográfica¹²

Fonte: Robinson e Petchenik (1976)

Sua ruptura se dá pela possibilidade da participação do usuário, tornando possível um redirecionamento no fluxo de comunicação no último estágio do esquema. No que diz respeito aos mapas, confundem-se os papéis do cartógrafo e do leitor. O retorno instantâneo dos dispositivos aos testes do usuário abre novas possibilidades para o processo de comunicação e, portanto, também no pedagógico.

Para Alfredo Queiroz e Marcos Rodrigues (2007, p. 61), "se o esquema [de comunicação] é alterado, torna-se necessário rever sua estrutura e avaliar os impactos nas áreas que o utilizam". Segundo os autores, essa ruptura implica em transformações consideráveis na Cartografia, porque a vertente da Comunicação Cartográfica é fundamentada na concepção tradicional *emissor* → *receptor*.

Em boa medida, no âmbito acadêmico, tem-se considerado o conceito de visualização cartográfica como recurso que assume aspectos teóricos e metodológicos para tornar real a possibilidade catalizadora oferecida pela interatividade no trabalho com a informação espacial digitalizada. Para isso buscaremos apresentar os elementos e o funcionamento da visualização cartográfica, tendo como finalidade nos apropriarmos dela como recurso pedagógico para a elaboração de uma proposta de aula com o uso do ambiente cartográfico Google Earth.

2.1 Cartografia e visualização cartográfica

Um passo inicial de investigação diz respeito à terminologia adotada, sua origem e seus entendimentos. Segundo Christiane Ramos (2003), além de visualização

¹² Neste trabalho, as citações de trabalhos cuja publicação consta em língua estrangeira são de nossa responsabilidade.

cartográfica, também podem ser encontrados na bibliografia os termos visualização geográfica e geovisualização, ambos referentes à representação espacial da informação. Adotaremos o de visualização cartográfica por nos restringirmos nesse trabalho aos ambientes de representação caracterizados como cartográficos: constituídos por elementos centrais da linguagem cartográfica - projeção, escala, informação georreferenciada - para representar um território espacialmente. Não são a preocupação central dos ambientes com essas características a visualização de gráficos e tabelas convencionais, que seriam contemplados pelos outros dois termos.

No que diz respeito ao termo visualização, Juan Dürsteler (2002) o conceitua como o processo de formação de uma imagem mental a partir de um conceito abstrato, de uma ideia, por meio de uma representação. Em entrevista em 2012, o autor faz uma consideração acerca do que seria a visualização da informação:

é uma disciplina emergente e multidisciplinar que pretende estudar como se gera e se amplia o conhecimento partindo de informação *representada* de tal modo que estimule diretamente a percepção dos sentidos, principalmente do visual. (DÜRSTELER, 2012, p. 3, grifo nosso)

De acordo com o trecho, o autor entende a visualização como estímulo sobretudo visual, decorrente de uma expressão, aos processos cognitivos. Dürsteler (2012) defende que a visualização da informação existe há milhares de anos, desde quando surgiam os primeiros mapas, mas que a designação atual do termo se deu apenas com o desenvolvimento das NTICs. A confluência dessas duas características – do entendimento de mapa como recurso da visualização da informação e de que o termo ganha expressão com as NTICs – sugere fortemente que a ideia de visualização da informação seja uma das origens da visualização cartográfica, esta considerada então uma especificação da visualização da informação que seria aplicada às características cartográficas.

Em outro trabalho, no entanto, Cristhiane Ramos (2003) argumenta que a origem do conceito de visualização cartográfica deriva de visualização científica, termo que pode ser definido

como o uso de ferramental computacional com o propósito de aprimorar a análise de dados, tornando evidentes informações que não poderiam ser percebidas de outra forma, ou tornando mais rápido o processo de percepção. (RAMOS, 2003, p. 35)

Como indica o trecho, para a autora, a gênese do conceito se dá no contexto do trabalho com a informação por meio da tecnologia computacional. Segundo ela, foi o crescente uso auxiliar de computadores em pesquisas que levou o termo visualização a se tornar objeto de conferências e publicações já no final da década de 80, período no qual ganhou o adjetivo científica.

Queiroz e Rodrigues (2007) também entendem que a visualização cartográfica deriva da expansão do uso computacional nas atividades científicas. Os autores identificam o evento *Visualization in Scientific Computing Report – Visc*, ocorrido em 1987, e a subsequente publicação das comunicações ali realizadas, organizada por Bruce McCormick *et al.*, como um marco inicial do uso da expressão. Nesse documento, McCormick *et al.* (1987, p. 9) defendem que a “visualização é um método de computação. Ele transforma o simbólico em geométrico, possibilitando a pesquisadores observarem suas simulações e cálculos”, fazendo coro, portanto, ao entendimento de que as formas tecnológicas são determinantes no que constitui o termo.

Buscando estabelecer diferenças entre a visualização da informação e a científica, baseando-se nos trabalhos de Stephen Few (2009) e de Stuart Card, Jock Mackinlay e Ben Shneiderman (1999), Júlia Giannella e Rodrigo Medeiros (2015) consideram que os dois termos estariam sob o guarda-chuva da visualização de dados. Para os autores a diferença está no tipo de dado em análise. A visualização científica estaria relacionada aos dados de fenômenos de ordem física, que ocupam espaço (a superfície, o corpo humano, as bactérias) enquanto que a visualização da informação está ligada a dados que representam acontecimentos imateriais (informações financeiras, documentais e conceituais). Tal distinção das duas visualizações, se levada a cabo, nos faria supor que a origem da visualização cartográfica teria vínculo com os dois termos, já que a Cartografia, seja ela digital ou não, também representa fluxos imateriais.

Contudo, é olhando para dentro da Geografia que vamos encontrar um caminho de ponderação entre as duas grandes perspectivas anunciadas previamente. Isso porque, em nossa ciência, a análise e as proposições de realidade por meio de representações visuais, sejam estas de objetos (rios e morros) ou de abstrações

(monstros e fronteiras), sempre foi algo feito com ajuda dos mapas e de gráficos de modo geral, antes ou depois do computador.

Ao buscar demonstrar a relevância do conceito de visualização cartográfica, Alan MacEachren (1994), por exemplo, acaba revelando que a ideia central do conceito de visualização cartográfica já estava presente no desenvolvimento da própria Cartografia. Mesmo ele não sendo um objeto de estudo teórico como o é atualmente, seu propósito de auxiliar na investigação em Geografia já estava presente nas questões ligadas à percepção visual.

MacEachren (1994, p. 2) diz que a visualização por meio do mapa é tratada "como um método geográfico fundamental". Sua leitura parte de um trecho de *Rumo a uma unidade de formas cartográficas e conteúdos geográficos*, de Allen Philbrick (1953), texto no qual se defende que "a interpretação geográfica do fenômeno depende da visualização feita no mapa", nos levando a questionar a possibilidade de fazer Geografia sem o uso de imagens. Também encontramos em outro importante texto da história da Geografia, de Richard Hartshorne (1939, p. xi), que a "apresentação cartográfica é a técnica mais distinta no trabalho geográfico".

Diante da inquestionável ligação da visualização com a Geografia, consideramos que a história do que veio a ser o termo visualização cartográfica pode ser contada pela perspectiva da Cartografia vinculada à Geografia. Iniciamos tal narrativa dando seguimento à análise do conceito, agora, no entanto, na perspectiva do geógrafo Michael Peterson (1994), que funde as duas divisões sobre visualização até aqui apresentadas - uma delas que divide a visualização entre uma imagem criada no computador e outra na mente; e outra que distingue a representação do material à do imaterial.

Para Peterson (1994) a visualização pode ser interpretada das duas formas: tanto como um processo de criação externa de uma imagem, na tela de um computador, quanto como a elaboração de uma imagem interna, ou seja, mental, não distinguindo, assim, a representação de objetos da de conceitos. Compreendemos, então, que o desenvolvimento do recurso da visualização, seja em suas aplicações relativas ao raciocínio (interna) ou para o seu aprimoramento gráfico (externa), requer o estudo da unidade que conforma ambas as duas dimensões.

Pensando tal unidade da visualização cartográfica como parte integrante dos processos de pesquisa geográfica, encontramos o seu estágio atual em plena evolução. Numa abordagem histórica, David Taylor (1994) pondera que o contexto moderno da visualização cartográfica é uma continuação motivadora dos métodos para análise e apresentação de dados, métodos que estão presentes na Cartografia moderna ao menos desde o século XVIII.

No progresso histórico, Taylor (1994) e McEachren (1994), apesar de não darem ênfase aos mesmos aspectos da visualização cartográfica, concordam que a interatividade tem sido a característica que oferece um processo de comunicação do usuário com o mapa que é qualitativamente distinto, por permitir que seja feito um diálogo com os dados a partir de ferramentas automáticas de análise e em tempo real.

Para ilustrar a mudança proporcionada pelas condições de interatividade que suportam a visualização cartográfica, retomaremos a história dos mapas de John Snow, datados da metade do século XIX. Os mapas analógicos do epidemiologista são um caso bastante conhecido de aplicação da visualização. Eles serviram como meio de investigação de qual seria a origem da contaminação por cólera.

Segundo Steven Johnson (2008), frente a uma epidemia de cólera na cidade de Londres, Snow empreendeu uma investigação para combater a hipótese de Edwin Chadwick, membro do Comitê Geral de Saúde, de que a contaminação das pessoas tinha natureza miasmática. Antes das descobertas da microbiologia, a causa de muitas contaminações era atribuída à exalação pútrida originária de locais onde se acumulava matéria orgânica contaminada. Por sua vez, em desacordo, o epidemiologista pensava que a contaminação acontecia pelo consumo de água.

A primeira análise de Snow (Figura 5) buscou estabelecer, por meio da localização, uma correspondência entre as fontes de água e as casas com vítimas. Para isso, ele espacializou a quantidade de mortos por residência e as bombas de captação de água da área afetada. Como resultado, a distribuição dos dados indicou que as mortes estavam concentradas em residências no entorno da bomba da rua *Broad*.

No entanto, poderia haver um ponto de exalação de ar contaminado nas cercanias da bomba de *Broad Street* e, assim, o primeiro mapa também poderia ser usado como argumento para a hipótese levantada com base na teoria miasmática. Por isso foi necessário um novo mapa para contestar a ideia da contaminação pelo ar. E

foi a partir de entrevistas com moradores, que indicavam que apenas os consumidores de água da bomba de *Broad Street* sofriam com a cólera, que o epidemiologista passou a pensar em como poderia correlacionar a distribuição espacial das mortes com o consumo de água da bomba de *Broad Street*, tese a ser defendida.

Figura 5: *Broad Street Pump Outbreak*¹³

Fonte: Regmarad (1960)

Com esse objetivo, Snow calculou uma circunferência que contemplava as residências cujo tempo de acesso a pé até a referida bomba era menor. Esse cálculo, conhecido como diagrama de Voronoi, considerou as condições concretas do tráfego pedestre a cada uma das bombas d'água. A análise demonstrou que os locais

¹³ O mapa de *Broad Street Pump Outbreak* elaborado por John Snow em 1854 pode ser acessado em: http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/snowmap1_1854.html. A reelaboração de Regmarad (1960) encontra-se diretamente em: <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/mapsbroadstreet.html>. Ambos estão disponibilizados pela Faculdade de Saúde Pública, Universidade da Califórnia.

metricamente mais próximos, mas que estavam temporalmente mais distantes da bomba de *Broad Street* por terem caminhos mais longos ou algum outro retardamento, tinham incidência de mortes menor do que outros mais distantes fisicamente, mas com menor tempo de caminhada (JOHNSON, 2008). Assim, o desenho final do traçado (Figura 6) argumentava contra a contaminação pelo ar, que teria uma abrangência espacial dependente de outras variáveis que não a do traçado das ruas do bairro, resultando, provavelmente, em outro “desenho” delimitador das mortes.

Figura 6: Detalhe do diagrama de Voronoi a partir da bomba da *Broad Street*¹⁴

Fonte: Snow (1854)

Acontece que àquela época Snow teve que fazer a medição do tempo de caminhada para as bombas com o recurso do mapa em papel. É provável que o epidemiologista tenha estabelecido uma velocidade média para o trajeto a pé e medido por meio do mapa o tempo de deslocamento até as bombas disponíveis no

¹⁴ Mapa disponibilizado pelo Centro Digital de Humanidades e Ciências Sociais da Universidade do Estado de Michigan em: http://johnsnow.matrix.msu.edu/images/online_companion/chapter_images/fig12-6.jpg. Acesso em: nov. 2016.

bairro. É certo que, se ele possuísse a possibilidade de cálculo a partir de uma análise espacial automática, de um software de geoprocessamento, levaria um tempo bastante menor para traçar a linha do diagrama e poderia, inclusive, testar outras métricas de acordo com hipóteses paralelas, como a da transmissão pelo ar¹⁵.

Pelas condições de mapeamento da época, sabemos que o tempo da elaboração dos dois mapas que retornavam à sua visão (âmbito externo) a materialidade das suas hipóteses (âmbito interno) era muito maior do que o de hoje. Gostaríamos de evidenciar que não se trata apenas de uma questão quantitativa, pois o tempo está ligado ao fluxo das hipóteses, ao raciocínio do pesquisador/estudante.

No âmbito da investigação científica é o pesquisador que escolhe os recursos técnicos e, com esses, as operações para o tratamento de dados e elaboração de mapas. Na escola, cabe ao professor preparar a situação didática e dentro dela, se for pedagogicamente benéfico, um ambiente cartográfico interativo. No contexto escolar, no entanto, os critérios para a escolha devem ser outros que no gabinete do pesquisador, contemplando não somente a relação entre o mapa e o conteúdo da aula, mas também os conhecimentos dos estudantes em relação às linguagens disponíveis e aos procedimentos de uso do mapa. Esses cuidados são fundamentais para que o uso auxiliar dos ambientes cartográficos no processo pedagógico seja o mais adequado possível à realidade de cada sala de aula.

Desde a época de Snow, as condições de análise de dados por intermédio da visualização foram transformadas pelo avanço das técnicas de representação e automatização de funções em modo digital. Não ocorreu sem razão, já na década de 1980, uma intensificação do uso das interfaces digitais no modo de desenvolver o conhecimento (RAMOS, 2003). Com o tempo, a representação visual em tela de computadores passou a significar um avanço no processo de comunicação do pesquisador com seu banco de dados. Isso porque a manipulação das informações no meio digital torna possível, e em menor tempo, análises e simulações que seriam dispendiosas no meio analógico, permitindo maior fluidez investigativa para a

¹⁵ A reprodução da análise de Snow a partir do diagrama de Voronoi constitui a disciplina de John Mackenzie, professor do Departamento de Economia Aplicada de Estatística da Universidade de Delaware. Os dados e as instruções para o exercício estão disponíveis em: <https://www1.udel.edu/johnmack/frec682/cholera/cholera2.html>. Acesso em: dez. 2016.

percepção de padrões e diferenças entre os dados. Desde então, a transformação de dados em gráficos e modelos multidimensionais digitais tem funcionado como elemento que aprimora procedimentos metodológicos em pesquisas.

Apesar de a visualização cartográfica ser utilizada majoritariamente no âmbito científico e dos estudos que a tomam como objeto se restringirem em sua maioria à pesquisa acadêmica, veremos que o entendimento de como ocorre o processo de visualização cartográfica e a sistematização dos elementos que o conforma nos servem como subsídios para elaborarmos práticas pedagógicas com ambientes da Cartografia digital, explorando suas características exclusivas que podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem.

Para o nosso trabalho, torna-se pertinente procurar por uma apropriação da potencialização da análise espacial proporcionada pela visualização cartográfica, relacionando-a ao processo de ensino e aprendizagem escolar de conceitos de Geografia. Nesse sentido, fazemo-nos algumas perguntas: de que modo os mecanismos de visualização cartográfica podem contribuir para o processo pedagógico? Como podemos utilizá-los nos procedimentos didáticos? Compreendemos que um passo inicial na busca pelas respostas dessas perguntas está no entendimento do que a literatura tem considerado constituir o processo de visualização usado na Cartografia.

2.2 Processo de visualização cartográfica e elementos correlacionados

Como mencionamos antes, para relacionar o conceito de visualização cartográfica com o desenvolvimento de conhecimento escolar, pensamos ser importante refletir sobre a relação entre as duas formas de gerar imagens, externa e internamente, propondo que elas são partes de uma unidade na qual o processo de percepção se realiza. Buscaremos fazer essa reflexão olhando para as particularidades da estrutura interna do processo de visualização e para os elementos da Cartografia que o constituem. Para isso faremos uma breve discussão baseada em referências que tratam da visualização cartográfica aplicada ao científico.

O artigo *Visualização nas ciências da Terra*, de David DiBiase (1990), é considerado por Queiroz e Rodrigues (2007) a primeira abordagem do processo de visualização por meio do mapa. Nesse trabalho, DiBiase propôs uma sistematização de

como ocorreria o processo de pesquisa com base na visualização. A representação gráfica do autor (Figura 7) distingue dois momentos principais: o uso concentrado no pensamento visual, para a exploração de dados e a confirmação de ideias (domínio privado), e as funções da comunicação visual, que serviriam para sintetizar e apresentar resultados (domínio público)¹⁶:

Figura 7: Gama de funções dos métodos visuais em uma sequência idealizada de pesquisa

Fonte: DiBiase (1990)

Ao analisar a Figura 7, percebemos que no primeiro momento do que o autor concebe como o processo de visualização cartográfica o foco está no pensamento visual. Nessa etapa, a ênfase está no que ocorre com o raciocínio do leitor, ela é subdividida pela exploração de informações, a fim de fazer correlações, e pela fase de confirmação, na qual testes e simulações dariam força ou não às hipóteses anteriormente levantadas. Pensando em uma aula, essas duas subfases iniciais podem constituir a investigação dos estudantes a partir de um problema a ser resolvido. Esse caminho de coleta de dados até os testes das hipóteses pode ser repetido quantas vezes forem necessárias para alcançar uma lógica que responda satisfatoriamente a um problema. Nesse caso, o estudante pode fazer um uso laboratorial do(s)

¹⁶ Os domínios privado e público aqui não se referem à distinção interna/externa feita anteriormente. No primeiro o sujeito trabalha com o mapa as suas imagens internas, reelaborando-o. No segundo o propósito é de que o público leia uma representação predefinida. Em ambos está presente a relação entre as imagens interna e externa, mas só no primeiro há a materialização da interna.

ambiente(s) digital(is) escolhido(s) para a aula, de acordo com as suas características de acesso.

As subfases seguintes do modelo, de síntese e de apresentação, são concebidas cientificamente como o trabalho de condensar as correlações encontradas, isolando e tornando mais perceptíveis suas características, e de comunicá-las ao público, numa apresentação final. Consideramos que essas duas últimas etapas do processo de visualização, tanto a síntese como a apresentação final das correlações, podem ser contempladas em elaborações manuscritas de desenho, gráfico, mapa e escrita, entre outras formas de representação. Isso porque os conteúdos-objetos de análise dos estudantes têm caráter fundamental, implicando menos quantidade de variáveis e volume de dados.

Em outra representação da aplicação do conceito de visualização ao mapa (Figura 8), proposta por Alan MacEachren e Menno-Jan Kraak (1997, p. 338), temos quatro eixos temáticos abordados: a audiência, referente ao uso privado ou coletivo; a interação, podendo variar da mera observação à modificação completa da representação; as relações entre os dados, sendo elas desconhecidas ou prontas para divulgação; e o eixo transversal, relativo ao uso que se faz ou que se pode fazer do mapa no qual implicam todas as outras três dimensões.

Figura 8: Objetivos de uso do mapa

Fonte: MacEachren e Kraak (1997)

Similarmente ao exposto por DiBiase (1990), o conceito teria dois polos gerais: em um extremo estaria a alta interação com os dados, no domínio privado, para revelar o desconhecido, caracterizado, portanto, pela visualização de investigação; e, no outro, a intenção de condensar as correlações encontradas e de comunicar ao público uma mensagem já definida, que a recepciona sem intervir, objetivando uma visualização preocupada com a comunicação para outrem. Também identificamos que há um consenso entre os autores sobre o processo geral de visualização cartográfica, composto por quatro etapas presentes nas duas figuras.

No entanto, gostaríamos de destacar algumas diferenças. No modelo de MacEachren e Kraak (1997) percebemos que a transição entre o domínio da investigação do usuário, que podemos pensar como um estudante, para as etapas de síntese e de apresentação da sua resposta está explicitamente relacionada não só aos âmbitos privado e público, mas a outras duas variações: da baixa para a alta interatividade e do conhecimento que passa de desconhecido para conhecido. Esses dois aspectos são fundamentais para diferenciar as duas grandes fases do processo de visualização e também para concebê-las didaticamente.

Uma segunda distinção recai sobre as relações entre as partes do processo. Na figura de DiBiase (1990), a proposta de uma transição abrupta representada pela linha que divide o pensamento visual da comunicação visual é passível de crítica, já que em nenhum momento a investigação ou a comunicação deixam de existir: nas etapas de síntese e de apresentação, o leitor ainda trabalha a lógica encontrada, procurando estabelecer o que é essencial para seu funcionamento; isso ocorre de modo análogo com a comunicação visual, objeto de maior preocupação nas últimas etapas, mas que não se ausenta da disposição inicial dos dados (seja ela previamente organizada ou não) e dos testes feitos com eles. Ao contrário, é a comunicação visual inicial (e a interação) que possibilita o diálogo com os dados. Portanto, a diferença entre as fases de investigação e de comunicação está na ênfase dada a cada uma delas, não em exclusividades.

Uma última importante observação sobre os dois diagramas está na proposta de como ocorre a visualização. Em DiBiase somos levados a pensar, pelo ininterrupto caminho sugerido pela seta, que o processo de visualização cartográfica é contínuo, da exploração dos dados até a apresentação de resultados. De outra parte, na

representação de MacEachren e Kraak é enfatizada a possibilidade do uso isolado de cada uma das quatro etapas, que flutuam de modo independente dentro do cubo. Pensando no processo pedagógico, temos nessa segunda perspectiva que para usar o recurso da visualização cartográfica uma atividade prescinde de contemplar as quatro etapas, cabendo ao professor planejar o uso das etapas conforme seja pertinente.

Para avançar na discussão do processo de visualização cartográfica recorremos a um último diagrama (Figura 9), agora de David Taylor (1994, p. 334). Ele se distingue das ênfases dadas às etapas do processo no modelo de DiBiase (1990) e aos usos do mapa em MacEachren e Kraak (1997). Taylor traz uma visão ampliada das relações que envolvem a Cartografia moderna, colocando o recurso da visualização no centro da ciência-triângulo. A visualização cartográfica seria constituída por três componentes-lados – cognição, comunicação e características formais – que são conectados a fatores externos à visualização, mas que confluem para os mapas. Assim, de forma complementar ao processo interno de visualização apresentado nos dois diagramas anteriores, podemos pensar os três componentes do triângulo de Taylor como elementos que também existem externamente ao seu processo. A proposta é entender que a visualização cartográfica não é um recurso metodológico que funciona de modo independente, mas, ao contrário, que os aspectos que a compõem têm origem em outras áreas com interfaces na Cartografia.

Figura 9: Base conceitual para a Cartografia

Fonte: Taylor (1994)

Interpretando o triângulo de Taylor (1994), a visualização em Cartografia teria em sua base as técnicas computacionais e de multimídia possibilitando as representações e a interatividade; em um lado estaria a comunicação, que também poderia ocorrer explorando os sentidos não visuais, e no outro lado estariam os aspectos cognitivos de reconhecimento e desenvolvimento do conhecimento.

O autor atribui à técnica, base do triângulo, um papel determinante sobre os outros dois aspectos. Em 1994, Taylor apontava o espraçamento dos cabos de fibra ótica e a “entrega domiciliar interativa da informação” (p. 335) como a última promessa de revolução da informação. Hoje tal base técnica já está disponível em grande parte do nosso cotidiano e da escola pública, no entanto, conforme procuramos evidenciar no primeiro capítulo, pouco se tem desenvolvido em relação aos impactos gerados na comunicação e suas correspondências metodológicas no uso de geotecnologias.

Para que as contribuições técnicas desse “novo” contexto chegue aos processos pedagógicos, torna-se fundamental entender que o processo de comunicação entre o estudante e a informação é alterado e, em seguida, incorporar as possibilidades exclusivas de relação do estudante com as NTICs em caminhos metodológicos para a construção do conhecimento.

A comunicação cartográfica não foge a esse princípio. A síntese proposta por Taylor (1994) nos permite pensar as possibilidades de usos da visualização (MACEACHREN e KRAAK, 1997) na escola a partir de seus três principais elementos, os quais têm características distintas em cada ambiente cartográfico. A identificação e a análise dessas características, conjugadas com as condições do contexto pedagógico em que se faz uso desse ambiente, são o caminho metodológico que elaboramos para nos apropriar do processo de visualização com o objetivo de usá-lo na sala de aula.

2.3 Apropriação pedagógica do processo de visualização cartográfica

Diante de um contraste entre as particularidades ofertadas pelos meios cartográficos interativos no processo de comunicação e a não apropriação metodológica dessas particularidades em práticas didáticas na Geografia escolar, ambos indicados pelos estudos iniciais de nossa pesquisa, nos propusemos a elaborar e experienciar, com alunos do 6º ano de duas Escolas municipais de Ensino Fundamental (EMEF) de São Paulo, uma situação didática (pré-teste e teste) na qual

nos valem de um ambiente cartográfico digital – Google Earth – como material didático.

O desafio então foi o de elaborar uma situação didática. Perguntamo-nos como poderíamos propor o uso da visualização cartográfica (MACEACHREN e KRAAK, 1994) a partir de seus três elementos (TAYLOR, 1994) considerando as características contextuais do ensino escolar. Para isso, identificamos em cada um dos três aspectos do triângulo de Taylor duas dimensões pertinentes ao processo de ensino e aprendizagem: uma relativa ao conteúdo curricular a ser objeto de aula e outra aos conhecimentos dos estudantes.

Figura 10: Dimensões da visualização cartográfica no ensino

Fonte: Passos (2017)

No trabalho de descrever no que consistiria os dois desdobramentos de cada um dos três elementos de Taylor, percebemos haver uma possível hierarquização entre eles, a qual varia de uma macro a uma micro determinação das características do ambiente cartográfico. Estruturando as características gerais estaria o suporte técnico, que é base do triângulo (1), facultando e limitando formas de apresentação do conteúdo do ambiente (2), formas que consistiriam numa passagem entre a

macroestrutura técnica e uma micro determinação, esta referente aos modos de investigação possibilitados pela conjugação de funções e informações presentes no ambiente (3). Tais modos de investigação devem ter relações estreitas com o conteúdo de ensino, permitindo a compreensão de lógicas relacionadas a ele.

Representamos na Figura 10 uma expansão do triângulo inicial de Taylor, atribuindo uma dimensão pedagógica aos componentes da visualização cartográfica.

Obedecendo a hierarquia mencionada, descrevemos abaixo no que consistiria cada uma das seis dimensões relacionadas ao contexto pedagógico:

1. Sobre as características técnicas do ambiente cartográfico digital, a estrutura-base do triângulo:

- 1.1 Taylor (1994) descreve as características técnicas como condições mais gerais que vão, em larga medida, criar e limitar possibilidades dos outros dois aspectos da visualização. O autor assume as novas tecnologias computacionais e multimídias como protagonistas da visualização atualmente. Como já nos referimos, essas tecnologias e suas combinações vão variar bastante em cada um dos mapas: desde o modo de acesso (*off-line* e *on-line*, pelo computador pessoal e telefonia), passando pelos tipos de mídia (que podem explorar os sentidos da visão, tato, audição), níveis de interatividade (da única possibilidade de intervenção do participante na mensagem até aquelas em que se manipula vários elementos da mensagem) e sua qualidade de interatividade (variedade de opções de intervenção e consulta, tempo de retorno e capacidade de representação). A finalidade do ambiente pode ser indicativa do grau de interatividade e da relação com o conteúdo facultada. Um GPS, por exemplo, não fornece variedade de informações e tampouco é "navegável" pelo estudante. Por outro lado, um SIG pode exigir conhecimentos e tempo de familiarização com sua interface que não correspondem aos objetivos escolares. Estar atento a esses aspectos dá ao professor repertório para a escolha e concepção do ambiente cartográfico e das suas linguagens no arranjo geral da metodologia de ensino e aprendizagem.

1.2 Do mesmo modo, é razoável relacionar as características dos suportes técnicos do mapa com a familiaridade de seu uso pelos estudantes. Tal equilíbrio, entre os conhecimentos dos alunos e o que se pretende operacionalizar, também será um requisito presente nos dois próximos aspectos.

Sobre a relação interativa do estudante com o mapa, Taylor (1994, p. 338) cita Paul Booth (1989), cuja pesquisa em psicologia reforça que

a efetiva interação entre o ser humano e o computador é a chave para a aprendizagem e a comunicação. Se esse é o caso, então *o grau de interatividade possível* entre usuário e a emergência da gama de novos produtos cartográficos será fundamental. (TAYLOR, 1994, p. 338, grifo nosso)

Considerando o trecho destacado, no contexto escolar, fica atribuído mais uma vez ao professor a escolha do ambiente mais adequado ao trabalho, para que a interação se “efetive”, valendo-se como critério da sua carga de conhecimentos sobre seus alunos e sobre as diferenças entre os processos pedagógicos.

2. No que se refere à forma de apresentação e ao conteúdo do ambiente:

2.1 Procurar relações entre as funcionalidades e os dados e informações simbólicos do ambiente cartográfico e o conteúdo da aprendizagem. Para isso é importante que o professor busque quais são os dados disponíveis no mapa e em quais condições são expressos. Tais informações (em ponto, linha ou área) não precisam estar em forma textual ou numeral, podem estar contidas na própria imagem do mapa, em símbolos, fotos acopladas, em geometrias de duas ou três dimensões. Além de saber quais são os dados disponíveis a serem trabalhados, é fundamental pesquisar como eles podem ser alterados/manipulados (em sua localização, escala, ângulo de visão do terreno etc.) pelo estudante. Como o aluno pode trabalhar os dados? Que proximidade é oferecida com a complexidade que o objeto da aula assume em seu ambiente real? Ou ainda, as condições são suficientes para contemplar a manifestação do objeto da aula prevista? O ambiente cartográfico as contempla?

A tarefa seguinte seria a de encontrar correlações e lógicas que podem ser percebidas por meio dos dados disponíveis e das possibilidades de

interagir com o ambiente e, em seguida, refletir se elas contribuem de maneira satisfatória para o desenvolvimento do conceito/tema a ser ensinado.

2.2 Contudo, não se pode esquecer a importância que tem o fácil manuseio dos recursos do ambiente cartográfico em análise, avaliando a complexidade da interatividade se detendo às funções e à interface do ambiente de modo geral, que são os meios pelos quais ela se efetiva. Um certo nível de congruência entre ambiente e estudante é fundamental para que este não tenha como mais um obstáculo a operacionalização do mapa.

Por outro lado, a linguagem cartográfica por meio da qual são expressos os conteúdos e estes mesmos têm que ser relativamente familiares aos estudantes. É interessante que tanto a linguagem cartográfica quanto os dados apresentados por ela estejam próximos ao que os estudantes já conhecem, para que eles possam fazer uso do ambiente sem grandes constrangimentos. Novamente cabe ao professor pensar o que do ambiente é necessário para sua aula, quais funções e dados são importantes, e como tais recursos são ou podem ser conhecidos pelos estudantes no decorrer da aula.

3. Em relação à cognição e análise ou ao processo investigativo do estudante:
 - 3.1 Trata-se aqui da preocupação de planejar as ações de aprendizagem do estudante a partir das características do ambiente cartográfico e do conteúdo da aula. Tal planejamento pode ser feito com base nas funcionalidades e dados que foram levantados no subitem 2.1, examinando quais são os instrumentos cognitivos que o conjunto de recursos do ambiente pode suscitar o exercício e como esses instrumentos podem estimular o raciocínio geográfico para o desenvolvimento do conteúdo da aula.

Sobre os atos cognitivos dos estudantes, Lana Cavalcanti (2010, p. 145) cita Ligia Goulart listando a observação, a localização, a relação, a compreensão, a descrição, a expressão e a representação como “instrumentais cognitivos particularmente importantes para a

aprendizagem de Geografia” que compõem a estrutura mental superior do estudante. Para nossa situação de aprendizagem, como descrevemos no subitem 3.1, nos baseamos nas ações propostas por Davydov (1988) para que os estudantes iniciassem um caminho para a apropriação do conceito escolhido.

Cabe ao professor harmonizar os atos cognitivos e práticos de aprendizagem às características do ambiente cartográfico no planejamento da aula. Essa conjugação é fundamental para que a interação com o ambiente cartográfico aconteça a propósito do desenvolvimento psíquico do estudante por meio da aprendizagem de um conceito/tema.

3.2 Para que o anterior seja bem-sucedido é importante que o professor esteja a par dos conhecimentos dos alunos sobre o conteúdo abordado e sobre os procedimentos mentais relacionados que podem ser explorados no ambiente. Ambos os conhecimentos podem ser sistematizados pelo professor a partir do histórico de desempenho da turma ou por meio de situações diagnósticas.

Dos seis itens, três deles (1.2, 2.2, 3.2) se referem ao levantamento de conhecimentos da turma de estudantes na qual se pretende lecionar. Se o professor acompanha a turma por tempo razoável, é provável que ele já esteja a par da maior parte desses conhecimentos. Os outros três itens se relacionam a conhecimentos que são desenvolvidos na relação entre o conteúdo a ser objeto da aula e o ambiente cartográfico.

Fica claro que existem sobreposições entre um item e outro. Isso ocorre porque a visualização cartográfica, aplicada ao âmbito científico ou escolar, é uma interface dos diversos componentes que tentamos separar, ou seja, o processo de visualização só ocorre quando esses elementos estão imbricados uns nos outros. Além desse, outro fator a ser destacado se refere ao aspecto sequencial que vai do primeiro, o suporte técnico, ao terceiro item, o de cognição e análise, este mais ligado à dimensão pedagógica da visualização cartográfica. Seguir tal sequência encaminha ao

planejamento pedagógico partindo do ponto de vista das condições técnicas para pensar o uso do ambiente cartográfico.

Consideramos que atender aos requisitos acima descritos permite conceber o uso do ambiente cartográfico como material didático de modo a usufruir das vantagens dos mapas digitais interativos na prática pedagógica. No entanto, lembramos que os processos da visualização cartográfica não contemplam reflexões psicopedagógicas. Tal como aponta Taylor (1994), sua conceituação atual foi em grande parte balizada pelas evoluções técnicas de tratamento gráfico e de reprodução dos mapas. Assim, temos que o processo de visualização, tomado como base para o estabelecimento dos requisitos listados, não foi gerado levando em consideração reflexões fundamentais à Pedagogia e à Psicologia. Portanto, quando falamos de visualização cartográfica, não está implícita uma preocupação de como o ser humano se desenvolve cognitivamente e tampouco uma reflexão sobre qual ideal de sujeito almejamos no processo educativo. Estes são questionamentos pertencentes à dimensão pedagógica.

Entendemos, portanto, que outras preocupações, voltadas para a efetivação de uma aprendizagem que transforme o sujeito sob determinada concepção, devem fundamentar o processo de ensino e aprendizagem que usufrua do processo de visualização cartográfica. Trata-se tanto de um posicionamento diante da formação social como também de ter o apoio de correspondentes estruturas metodológicas, resultantes de uma história secular de estudos para o planejamento de aulas.

Como explicaremos à frente, dentre as matrizes psicopedagógicas de pensamento, encontramos nos princípios da escola histórico-cultural uma interpretação bastante explicativa da realidade e cujos princípios de entendimento do processo cognitivo em muito nos prepara para o planejamento do uso de materiais didáticos tendo o estudante como protagonista de seu aprendizado. Dentro dessa perspectiva, fizemos uso do recurso teórico-metodológico chamado história virtual do conceito organizado na estrutura da Atividade Orientadora de Ensino (AOE) para elaborar nossa situação de aprendizagem.

3. ETAPAS DA ELABORAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM

Neste capítulo reunimos o conjunto de conhecimentos que consubstanciaram a situação de aprendizagem que experienciamos em duas EMEFs de São Paulo.

Antes de pautarmos o desenvolvimento dos conhecimentos específicos da situação didática, assumiremos uma perspectiva dentre as proposições teórico-metodológicas no campo da Pedagogia. São os princípios da perspectiva assumida que guiarão toda nossa intervenção didática, inclusive a função metodológica do ambiente cartográfico Google Earth.

Em seguida descrevemos a observação feita nas escolas, que proporcionou o levantamento dos conhecimentos dos alunos sobre o conceito de orientação espacial e a escolha do software Google Earth, conforme descreveremos. Adiante recuperamos a estrutura e o funcionamento essenciais do conceito de orientação espacial; depois, descrevemos as características do software; e, por último, sistematizamos a correlação feita entre os elementos da AOE, o conteúdo da aula e o Google Earth e mostramos os resultados do pré-teste, que nos levou a construir um enunciado final da situação de aprendizagem.

3.1 Atividade Orientadora de Ensino e a história virtual do conceito

Ao longo desta seção, apresentaremos os fundamentos e os principais elementos estruturantes da AOE. Sobre os fundamentos, tratamos da origem do conceito de atividade, o qual guia toda a proposta da AOE. Acerca dos elementos da AOE, abordaremos as ações de aprendizagem e as operações ligadas a elas, ambas compõem o caminho de investigação do aluno que se dará com o uso do Google Earth, também trataremos o motivo que mobiliza o estudante a entrar em atividade e, por último, a ideia de necessidade de aprender algo para resolver o problema proposto.

A partir de sua definição, todos os elementos da AOE foram preenchidos de conteúdos e articulados com o objetivo de propiciar a apropriação do conceito de orientação espacial, constituindo um enunciado final. As correspondências entre os elementos e os conteúdos da situação desencadeadora de aprendizagem estão dispostas na Tabela 5, no subitem 3.5, e a previsão de uso do ambiente cartográfico

consta logo em seguida, na Tabela 6. As versões integrais do pré-teste e do teste da situação de aprendizagem constam nos anexos 4 e 5, respectivamente.

Tratando então das características didáticas da AOE, encontramos que elas têm origem nos princípios da Teoria Histórico-cultural da Atividade que, segundo Libâneo (2004), foi desenvolvida inicialmente por Alexis Leontiev, Sergei Rubinstein e Alexander Luria. A teoria é considerada uma continuidade do pensamento de Lev Vygotsky. Segundo Leontiev, citado por Libâneo (2004, p. 7), “a idéia de análise da atividade como um método na psicologia científica do homem foi formulada nos primeiros trabalhos de L. S. Vygotsky”. No contexto da pesquisa em psicologia e pedagogia histórico-cultural, desde os trabalhos iniciais de Vygotsky, estamos hoje na terceira geração de psicólogos russos e soviéticos, da qual se destaca Vasily Davydov, entre outros (LIBÂNEO, 2004)¹⁷.

Os fundamentos que instituem as formulações de cunho psicopedagógico de autores posteriores a Vygotsky também foram desenvolvidos com base na interpretação materialista e histórica sob a lógica dialética. Para Gerardo Serpa e Adriana Falcón (2015, p. 624) tais estudos partem de um entendimento da natureza e dos limites do ato cognitivo que se distancia da “pedagogia tradicional e de seu enfoque metafísico de pensamento”. Neles, tanto a independência do contexto material quanto a percepção materialista a partir da lógica formal, como os estudos de Jean Piaget, são considerados insuficientes para a percepção da complexidade do processo de formação humana.

Na perspectiva aqui assumida, ao se questionar como ocorre a transformação integral do sujeito, preocupação central nos estudos psicopedagógicos histórico-culturais, a atenção se volta para a hipótese de que nesse processo há uma unidade entre a atividade em que se encontra o sujeito e o seu desenvolvimento psíquico. Segundo Davydov e Anastasia Márkova (1987), as formulações explicativas de tal interdependência foram estabelecidas nos estudos de Rubinstein e Leontiev. A partir desse princípio, postula-se que a transformação do sujeito ocorre no processo de

¹⁷ O entendimento histórico-cultural de como ocorre a formação humana foi base de um conjunto de contribuições realizados ao longo do século XX. Sistematizações das contribuições de Luria e de Davydov à Teoria da Atividade podem ser encontradas, respectivamente, em Libâneo (2004) e em Teresa Rego e Marta Oliveira (2010). Citando Golder (2002) elenca as contribuições de Galperin (Psicologia Infantil), Bozhovich (Psicologia da Personalidade), Elkonin (Psicologia Evolutiva e periodização do desenvolvimento humano), Zaporoyetz (Psicologia Evolutiva) e Levina (Psicologia da Educação).

produção da própria cultura: ao passo em que a cultura material (objetos, instrumentos) e imaterial (conhecimento, saberes) tem sido produzida, pela necessidade de aprender algo novo imposta em situações específicas, no trabalho humano empreendido para superar tal necessidade também se produz o próprio ser humano.

A ênfase então recai sobre o papel da atividade empreendida pelo sujeito. A ideia de atividade assumida aqui tem sua maior expressão no conceito de trabalho de Friedrich Engels e Karl Marx (1977). A atividade é entendida como afazer externo e interno que move o ser a sair de sua antiga condição para uma nova. Essa transformação ocorre a partir de uma realidade material transformada em consequência de uma elaboração intelectual. Parte-se do concreto, transforma-o em objeto de reflexão para depois voltar a ele com uma ação deliberada.

A atividade de aprendizagem funciona similarmente a uma atividade de trabalho ocorrida em determinado contexto histórico para desenvolver um objeto. No entanto, uma diferença fundamental entre essas duas atividades é que, no contexto escolar, enfatizamos o desenvolvimento intelectual/conceitual, ou seja, a parte abstrata do método. Nas palavras de Daniil Elkonin (1960, p. 10) “a diferença entre esta [atividade de aprendizagem] e outras consiste em que sua finalidade e resultado é a transformação do próprio sujeito e não a transformação das coisas com as quais atua o sujeito”.

Ocorre o mesmo com a atividade de aprendizagem na escola¹⁸. Isso porque o objetivo da escola e do professor está em criar condições para que o estudante se aproprie da dimensão cultural já existente. Não se faz necessário trabalhar os fenômenos a partir da integralidade das condições históricas em que nossa cultura foi gradualmente desenvolvida. Se assim fosse, demoraríamos outros milênios para que o aluno chegasse, em termos de conhecimento, até os dias de hoje.

Diferentemente, os instrumentos, as linguagens e a interação social podem ser usados como elementos catalizadores da apropriação dos conhecimentos já sistematizados. Podemos reproduzir na sala de aula uma situação que simule as condições essenciais para o desenvolvimento de determinado conceito, usando o

¹⁸ Notar que nem toda atividade de aprendizagem ocorre dentro da escola.

repertório cultural que temos para encaminhar e estimular a aprendizagem. Similarmente ao resultado da atividade de trabalho sobre o próprio indivíduo, objetiva-se que, ao final da situação de aprendizagem organizada nos moldes da AOE, ocorra o desenvolvimento do estudante por meio da internalização do conhecimento abordado.

Segundo Lana Cavalcanti (2010), o processo de internalização do conhecimento promove o progresso das funções psíquicas superiores - atenção, percepção, memória e o pensamento - do sujeito, destacando, assim, a importante correlação entre aprendizagem e a formação de estruturas cognitivas para a aquisição de saberes escolares.

No que se refere ao uso didático dos ambientes cartográficos interativos, entendidos, na perspectiva em pauta, como instrumentos culturais que foram sofisticados historicamente, cabe destacar que a sua contribuição advém da tecnologia de que dispõem – síntese de objetos físicos em simbólicos e geométricos, acesso aleatório de informação em grande quantidade, interatividade – que aproxima, pela simulação, a realidade ao controle dos nossos dedos e olhos. A variedade de mecanismos automáticos de consulta, análise e visualização de informação abrem espaço para que ocorram percepções do conteúdo curricular, por meio do mapa, de um modo qualitativamente distinto.

Contudo, para que tal processo aconteça, faz-se necessária uma situação didática que reúna um conjunto de condições. Uma parte desse conjunto diz respeito à concepção de uso do material didático, ao entendimento de suas características, o que desenvolvemos no subitem 2.3. Outra parte está ligada à estratégia genérica que fundamenta todo o processo pedagógico e à qual o uso do material didático será integrado. Nessa segunda tarefa, que desenvolvemos agora, após tratarmos do que constitui o conceito de atividade, princípio basilar da AOE, passamos aos elementos que dão corpo a sua proposta.

A proposta teórico-metodológica da AOE surgiu a partir da mesma necessidade que encontramos de sistematizar e correlacionar o conjunto de condições pedagógicas estabelecidas pelos estudos no contexto da Teoria da Atividade. Tal proposta é um dos frutos do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade Pedagógica (GEPAPe), orientado pelo professor Manoel Oriosvaldo de Moura. Uma

síntese da estrutura final do trabalho desenvolvido pelo GEPAPe foi publicada no artigo *Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem* (MOURA *et al.*, 2010).

Segundo os autores, a AOE funciona como uma unidade pedagógica cuja estrutura serve tanto para o planejamento do professor quanto para a aprendizagem do aluno. Para compreendermos essa unidade pedagógica formada pelo ensino e pela aprendizagem, adaptamos de Silvia Moraes (2008) uma representação da articulação entre os elementos da AOE:

Figura 11: Principais componentes da unidade pedagógica AOE

Fonte: Modificado de Moraes (2008)

No eixo central temos os elementos constituintes da AOE. À esquerda o que cada elemento corresponde, genericamente, à atividade de ensino, ou seja, ao trabalho do professor, e, à direita, as correspondências relativas à atividade de aprendizagem. A seguir apresentaremos a função que constitui cada um dos elementos centrais da AOE.

As ações de aprendizagem são atos “isolados” que contribuem para a resolução de aspectos do problema apresentado e, por isso, seu início e término não coincidem necessariamente com os da situação. O objetivo imediato de cada ação pode satisfazer

a uma condição para a resolução, mas em geral não é a resolução final. Em nossa situação, procurar referências espaciais e relacioná-las são ações condicionais para atingir o objetivo final de dar orientação espacial.

Em geral, uma ação é constituída por uma série de operações dependentes das condições materiais em que se realiza cada situação. Em nosso caso o estudante terá que ler o enunciado, conversar com os colegas e com o professor, navegar no computador, anotar as orientações, desenhar etc. Para os nossos alunos do 6º ano, todas essas operações foram, um dia, ações. A diferença entre as operações e as ações está no fato de que, ao contrário das ações, os objetivos das operações não são conduzidos diretamente por nossa consciência, porque são processos já automatizados.

Davydov (1988, p. 181) destaca o papel fundamental das ações de aprendizagem para que ocorra o desenvolvimento psíquico do indivíduo. Para ele a “aprendizagem é produzida pelos escolares mediante o cumprimento de determinadas ações”¹⁹. De acordo com esse valor, Vitaly Rubtsov (2003, p. 131) chama de “regras de aquisição” a presença de três tipos de ações em uma situação: de aprendizagem, de avaliação e de regulação. Detalhando esses três tipos, Davydov (1988) enumerada seis ações:

- 1ª: A transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado;
- 2ª: A modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras;
- 3ª: A transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em ‘forma pura’;
- 4ª: A construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral;
- 5ª: O controle da realização das ações anteriores e
- 6ª: A avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada. (DAVYDOV, 1988, p. 181)

Apesar das ações acima serem recomendadas como fundamentais para a internalização do conteúdo, contemplar todas em uma sequência de situações didáticas nos implicaria uma série de tarefas que não contribuiriam diretamente para o nosso objetivo de apresentar considerações teóricas e metodológicas sobre o uso didático de mapas interativos. Isso porque sabemos que raramente se faz necessário

¹⁹ As traduções do livro *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*, de Davydov, usadas neste trabalho foram feitas por José Libâneo e Raquel Freitas.

o uso de um mesmo material didático durante todo o percurso de aprendizagem de um conteúdo. Em nosso caso, para fazermos um teste da contribuição de uma concepção didática do Google Earth, preparamos uma situação de modo que sejam realizados os objetivos das duas primeiras ações. Estas são acompanhadas pelas ações de autocontrole dos estudantes sobre o seu desenvolvimento, ação cuja presença é fundamental em todos os momentos da aprendizagem (DAVYDOV, 1988).

Portanto, não se configura como objetivo específico de nossa situação de aprendizagem a internalização definitiva do conceito de orientação espacial, mas sim que ela funcione como uma etapa importante desse processo. Preocupamo-nos, contudo, em identificar qual tema estava sendo abordado pelas professoras dos sextos anos, isso para que nossa experiência fosse elaborada tendo um conteúdo que desse continuidade à aprendizagem das turmas, usando os objetivos das duas primeiras ações de Davydov (1988).

A primeira ação se constitui como a principal delas por ter o objetivo de transformar os dados para revelar a relação universal do objeto/conceito em estudo²⁰. O caráter universal do conceito diz respeito aos elementos e ao funcionamento que é próprio do conceito, o qual caracteriza as suas manifestações concretas. A investigação pelo aluno dessa base genética do conceito ocorre buscando entender o funcionamento do objeto a partir de dados e informações que a ele correspondem. Enquanto o estudante não encontra raciocínios explicativos da manifestação do fenômeno, seus testes não têm retornos positivos. A primeira ação termina com o reconhecimento inicial de relações gerais, reconhecimento que vai subsidiar o estudo pormenorizado de suas propriedades (DAVYDOV, 1988).

Davydov (1988) descreve a segunda ação como a de modelação em representação concreta (palavra, gráfico) da relação encontrada anteriormente. O tratamento objetivo da essência do conceito dependerá, portanto, de sua identificação e diferenciação na ação anterior. Assim, para que a relação universal esteja expressa, o conteúdo desse modelo deve conter os nexos internos do conceito estudado. A

²⁰ O caráter "universal" do conteúdo aparece aqui como sinônimo de célula, núcleo, essência e nexos internos. Todos esses termos se referem à "conexão interna que, como fonte única, como base genética [do conceito], determina todas as outras especificidades particulares do todo. Trata-se de conexões objetivas, as que em sua dissociação e manifestação asseguram a unidade dos aspectos do todo, isto é, dão ao objeto um caráter concreto. Neste sentido, a essência é a determinação universal do objeto" (DAVYDOV *apud* MOURA, 2010, p. 210).

representação pode ser entendida como um “produto da análise mental” do estudante que é denominada de “modelo de aprendizagem” quando ela corresponde ao objeto (DAVYDOV, 1988, p. 175).

Fazendo uma aproximação entre as duas ações e o Google Earth, encontramos que, a partir de uma situação-problema, a transformação dos dados iniciais pode ocorrer com o uso intenso do software pelos estudantes ao interagirem com os dados à procura de indícios, indicadores e argumentos para o estabelecimento de correlações e de lógicas ligadas ao conteúdo estudado. Para realizar a segunda ação, é provável que o estudante faça apenas retornos ao software para tirar dúvidas e refazer algumas consultas.

A nossa análise da proposta didática de uso do ambiente digital, portanto, estará concentrada na primeira ação e será feita por meio da transcrição do diálogo do momento de seu processo. Tal análise será complementada com a representação gráfica produzida pelos estudantes como parte da segunda ação.

A realização do conjunto das seis ações, assim como das ações que contemplamos na situação de aprendizagem, deve conduzir o aluno à formação de um procedimento geral de ação. São esses procedimentos gerais que, quando interiorizados, permitem ao estudante a identificação e reprodução do conceito em situações diversas. As ações do estudante suscitadas pelo trabalho do professor devem, pelo reconhecimento das relações universais do conceito, encaminhá-lo à aquisição das formas gerais de ação, estas compõem o objetivo final de um conjunto de atividades de aprendizagem.

Nas palavras de Rubtsov (2003),

O termo ‘formas de ação geral’, também chamado de forma de ação universal, designa aquilo que é obtido como resultado ou modo de funcionamento essencial para trazer soluções para os problemas de aprendizagem; mais do que soluções, é este resultado particular o objeto desses problemas. (RUBTSOV, 2003, p. 131)

Nesse sentido, preocupamo-nos não somente com o contato do aluno com as características conceituais de orientação espacial, mas, principalmente, com a apropriação da estrutura funcional desse conhecimento. Para tanto, organizamos a situação de modo que os nexos internos do conceito, estabelecidos em seu caráter universal de referenciar espacialmente pessoas ou objetos por meio de astros celestes, sejam desenvolvidos pelos próprios alunos.

As situações de aprendizagem podem ser materializadas de diferentes formas. Moura e Lanner de Moura (1998) dão destaque ao jogo, às situações emergentes do cotidiano e ao que denominam de história virtual do conceito, proposta pela qual optamos. Para Moura *et al.* (2010, p. 224), a história virtual do conceito

é compreendida como uma narrativa que proporciona ao aluno envolver-se na solução de um problema como se fosse parte de um coletivo que busca solucioná-lo, tendo como fim a satisfação de uma determinada necessidade à semelhança do que pode ter acontecido em certo momento histórico da humanidade. Para os autores [Moura e Lanner de Moura], o significado de virtual encontra-se ao apresentar um problema na situação desencadeadora de aprendizagem que possua todas as condições essenciais do conceito vivenciado historicamente pela humanidade. (MOURA *et al.*, 2010, p. 224)

Depreendemos do trecho em destaque que, para formular uma situação de aprendizagem por meio da história virtual do conteúdo, salvaguardando a sua universalidade, faz-se necessário reconstituir teoricamente o seu cenário originário, exercício que, quando realizado, por nós contribuiu para que compreendêssemos a complexidade da elaboração do conceito nas condições do conflito teórico da época. Apresentamos tal percurso no subitem 3.3.

A necessidade de resolver o problema, citada no trecho acima destacado, é outro elemento da AOE cuja superação pelo aluno deve coincidir com a apropriação do núcleo do conceito. O estudante avança na assimilação do conceito conforme encontra a resposta para a situação colocada pelo enunciado da situação, satisfazendo a necessidade implícita no problema apresentado.

O que move o estudante para suprir, por meio das ações, a necessidade apresentada é o motivo. Este não deve estar alheio à situação de aprendizagem, como nas preocupações com a avaliação do professor ou no medo de ser reprovado. Ao contrário, é fundamental que o estudante seja movido pela situação proposta, por um motivo que seja inerente a ela, para que ele entre em atividade mobilizando seus sentimentos e repertório intelectual.

As ações realizadas pelos estudantes são reguladas no compartilhamento entre os estudantes e com o professor. Em nossa experiência reservamos um momento para a abordagem coletiva, entre todos os grupos formados, dos processos e dos resultados parciais que íamos alcançando. Desse modo, ocorreu uma coordenação coletiva das formulações de cada grupo, que durante toda a aula coordenavam as ações individuais de seus integrantes. Também chamadas de ações de controle, elas geram a reflexão

do aluno sobre o modo como ele está encaminhando seu estudo. Assim, o trabalho do aluno com objeto de estudo, na sua dimensão social, não é mediado somente por sua linguagem e pelo instrumento didático disponível, mas perpassa pelas avaliações e roça com pessoas ao seu entorno.

As ações de avaliação e regulação complementam as outras ações que promovem a interiorização do conhecimento. Para Vygotsky (2010) é a partir das relações interpessoais (coletivas) que se constituem as relações intrapsíquicas (individuais). É nesse movimento que o estudante se apropria do patrimônio intelectual da humanidade. As situações de aprendizagem, com a eficácia e rigor que o planejamento intencional do professor pode suscitar, cumprem um papel fundamental nesse complexo processo que dificilmente se dá espontaneamente.

3.2 O trabalho de observação nas EMEFs

Após decidirmos fazer uma parte da pesquisa de forma empírica, seguindo os parâmetros da investigação qualitativa descritos na apresentação, definimos entrar em contato com duas Escolas Municipais de Ensino Fundamental de São Paulo (EMEFs), nas quais estivemos como observador participante. Em uma das escolas para realizamos o pré-teste e, na outra, o teste da situação de aprendizagem. A realização do pré-teste permitiu que revíssemos aspectos da primeira versão da situação de aprendizagem. Indicaremos, ao final deste capítulo, a alteração feita e o motivo dela. A prática do teste em outra escola salvaguardou o carácter inédito do contato dos estudantes com a estrutura da situação didática, familiaridade que poderia conferir diversas alterações no processo de ensino e aprendizagem proposto.

A escolha de uma das escolas se deu por sabermos que nela já haviam sido desenvolvidas outras pesquisas cujos projetos tiveram apoio dos funcionários e professores. A segunda escola foi indicada pela direção da primeira. A pesquisa foi autorizada e ficamos com as duas escolas até o final da pesquisa. Ambas as EMEFs se localizam na região oeste da cidade de São Paulo, sendo o corpo de alunos majoritariamente de baixa renda.

O contato inicial foi feito com a coordenação pedagógica das escolas. Na ocasião entregamos a *Carta de Apresentação de Pesquisa*²¹ e apresentamos a pesquisa de modo mais detalhado, respondendo as dúvidas da coordenação. Dentre os aspectos pormenorizados, explicamos que as informações do conteúdo da pesquisa contidas na carta, como o título e o objeto da aprendizagem, poderiam ser alteradas, assim como ocorreu, em função do próprio desenvolvimento do projeto, que passaria naturalmente por reflexões. Nas duas EMEFs foi necessário o consentimento da direção para prosseguirmos. Num segundo momento apresentamos a pesquisa para as docentes responsáveis pela disciplina de Geografia do 6º ano, das quais também dependíamos do aceite.

Chamaremos a EMEF Júlio Mesquita de EMEF 1, onde realizamos o teste e, a EMEF Ibrahim Nobre de EMEF 2, local do pré-teste. Não revelaremos os nomes dos alunos e alunas participantes do teste, cuja parte da gravação, analisada no terceiro capítulo, leva nomes fictícios dos estudantes. Cada um dos alunos e alunas participantes das aulas gravadas teve assinado pelos responsáveis o *Termo de Consentimento Esclarecido*²², com informação do que consistia a pesquisa, seu vínculo institucional e os dados do pesquisador e da sua coordenação. No termo, além da garantia de anonimato dos estudantes em qualquer situação, também constava nosso compromisso ético de não revelar imagens ou dados relativos à experiência em ocasiões que estejam desvinculados do âmbito e dos interesses da pesquisa científica.

Após esse momento inicial de apresentação da pesquisa às escolas, pudemos começar a observação dentro das escolas para conhecer a estrutura das salas de informática e observar as aulas de Geografia. Considerando o nosso objetivo de trabalhar com mapas interativos, fizemos a opção de realizar a prática com o 6º ano por supor que os estudantes em tal estágio já teriam tido contado com os conteúdos iniciais da alfabetização cartográfica, prevista para o Ensino Fundamental I, conforme Simielli (2003). Dentre as turmas de 6º ano, deixamos a critério das docentes de Geografia a indicação de qual delas seria a mais adequada para a situação didática proposta.

²¹ A *Carta de Apresentação de Pesquisa* consta no item Anexos.

²² O *Termo de Consentimento Esclarecido* consta no item Anexos.

3.2.1 Observação das condições das salas de informática e das turmas de 6º ano

Antes de iniciarmos a observação dentro das salas de aula, verificamos a conexão à internet, o funcionamento e o número de computadores do laboratório de informática de cada uma das duas EMEFs. Na EMEF 1 esse processo foi feito com a companhia do Professor Orientador de Informática Educativa (POIE). Na EMEF 2 a POIE havia sido transferida recentemente para outra EMEF. Neste caso, a coordenação da escola nos permitiu o contato com a professora por telefone e assim obtivemos as instruções para o acesso ao computador do professor e algumas dicas sobre seus softwares que gerenciam os computadores dos estudantes. Essas instruções foram reforçadas pelo POIE da EMEF 1 e ganhamos uma desenvoltura suficiente para as nossas necessidades práticas.

Abaixo mostramos duas representações gráficas com a disposição, a condição e o número de computadores e duas fotografias, cada uma delas correspondente a uma das salas de informática:

Figura 12: Organização da sala de informática da EMEF 1

Fonte: Passos (2017)

Figura 13: Sala de informática da EMEF 1

Fonte: Passos (2017)

Figura 14: Organização da sala de informática da EMEF 2

Fonte: Passos (2017)

Figura 15: Sala de informática da EMEF 2

Fonte: Passos (2017)

Nossa preocupação inicial se concentrava nas condições gerais dos computadores e na conexão de internet, frequentemente um requisito para os ambientes cartográficos digitais. Na EMEF 2, apesar de oito computadores, por diferentes motivos, não terem condição de uso, calculamos que com os 12 pcs poderíamos ter um deles para cada três alunos, tendo, assim, a capacidade para 36 estudantes, um número relativamente alto. Sobre a conexão de internet, nos foi informado que a sua velocidade variava no decorrer do dia. Nos horários do início da manhã a conexão tinha maior velocidade, diminuindo conforme mais perto do meio-dia, chegando, às vezes, a falhar.

Em relação ao ambiente cartográfico digital, desde o começo da pesquisa tínhamos a ideia de trabalhar com o software Google Earth por julgarmos que as suas características de acesso (gratuito e leve), uso (baseado no clique e arraste) e conteúdo (que simula o globo terrestre), as quais destacamos no subitem 2.4, fossem adequadas ao âmbito escolar. Para nossa surpresa, encontramos o Google Earth instalado em todos os computadores das salas de informática. Soubemos, posteriormente, que

existe um conjunto de programas padrão disponibilizados pela Secretaria de Educação da Prefeitura de São Paulo e que o Google Earth estava entre eles.

Imaginamos, então, que os professores fizessem uso do software como recurso didático nas aulas de Geografia, o que poderia nos fazer refletir sobre o nosso objetivo inicial, pois passaria a ser importante saber como se dava essa prática pedagógica. No entanto, ao perguntarmos sobre a utilização do programa, o conjunto de professores, tanto de Geografia quanto os POIEs, disseram que não o utilizavam e demonstraram, pelo modo como reagiram e se referiram ao programa, que mal conheciam o software. Percebemos que as professoras de Geografia não tinham conhecimento dos programas disponíveis e que somente os professores POIE recebiam treinamentos específicos sobre alguns softwares.

Sobre o uso da sala de informática, conforme a grade horária das escolas, cada turma tinha reserva de uma aula semanal, podendo esta ser dobrada caso houvesse a proposta de projetos dos professores que fossem desenvolvidos com ajuda dos computadores, dependendo da vacância de horário da sala. Na ocasião de nossa vivência nas escolas, não havia projeto da disciplina de Geografia sendo executado na sala de informática.

Avaliamos como boas as condições gerais da estrutura das salas de informática e consideramos que, no caso de escolhermos o Google Earth como recurso didático, o que de fato aconteceu, se o seu desconhecimento pelos professores se estendesse aos estudantes, deveríamos preparar uma aula prévia à nossas práticas didáticas para apresentarmos o programa aos estudantes.

Com o conjunto de informações sobre a sala de informática, passamos para o lado de dentro da sala de aula, onde acompanhamos as aulas de Geografia de duas turmas do 6º ano, uma em cada EMEF, durante dois meses. Dentre os objetivos da observação das aulas estavam a apresentação da pesquisa aos estudantes, a conscientização dos pais por meio do *Termo de Consentimento Esclarecido*, a familiarização dos estudantes com a presença do pesquisador e o levantamento dos conhecimentos da turma sobre um conteúdo que escolheríamos como objeto central da situação de aprendizagem a ser testada.

A apresentação da pesquisa aos alunos foi feita no primeiro dia de observação da aula. Os estudantes se mostraram interessados fazendo perguntas pertinentes

sobre qual a finalidade da pesquisa e se o pesquisador queria ser professor. A devolução dos termos de consentimento se estendeu por um tempo além do esperado. Comparecemos a uma reunião de pais a fim de nos encontrar com os responsáveis cuja autorização ainda estava pendente. Por fim, tivemos a autorização de 25 do total de 32 alunos na EMEF 1 e de 14 de um total de 20 estudantes na EMEF 2.

Na apresentação da pesquisa também perguntamos aos estudantes se eles conheciam o Google Earth, se já tinham usado o software. Por volta de 10% dos estudantes de cada turma respondeu afirmativamente. Essa informação, somadas às anteriores do não uso do programa na sala de informática, nos fez, num momento posterior, compreender definitivamente a necessidade de uma aula inicial que tratasse das características gerais do funcionamento do programa e do ensino de algumas funções específicas.

Em relação aos conhecimentos dos estudantes dos conteúdos de Geografia, ao longo dos dois meses de observação das aulas, distribuídos entre agosto, setembro e outubro de 2015, pudemos acompanhar aulas com temas e práticas distintas. Dentre os conteúdos das aulas, o conceito de orientação espacial foi objeto de ensino nas duas turmas observadas. Tal fato tornou possível percebermos características em comum em ambos os processos de ensino e aprendizagem. Conforme mostraremos no próximo subitem, após definirmos o núcleo do conceito em questão, a ênfase das tarefas do livro didático realizadas pelos estudantes estava na compreensão da orientação espacial a partir dos pontos cardeais, representados graficamente na rosa-dos-ventos, secundarizando a importância dos astros celestes como referências fundamentais, as quais dão autonomia para a aplicação cotidiana do conceito.

Encontramos nesse contexto uma lacuna a partir da qual poderíamos contribuir com o ensino da essência da orientação espacial, a qual definimos a seguir.

3.3 Origem e funcionamento do conceito de orientação espacial

Neste item procuraremos primeiramente estabelecer a composição e o funcionamento do núcleo do conceito de orientação espacial para, em seguida, tratar de como seu conteúdo esteve presente no processo de ensino e aprendizagem que observamos nas escolas. Pretendemos mostrar um contraste entre o que definimos

como essencial do conceito e a ênfase que foi dada nas salas de aula, abrindo, assim, uma oportunidade em termos de conteúdo que contemplamos em nossa situação didática.

A identificação dos componentes e a apropriação do funcionamento nuclear do conceito permite ao estudante a reprodução de sua estrutura em casos concretos aleatórios que lhe possa suceder. Como abordado na subseção 3.1, são as relações universais essenciais que facultam a compressão das formas universais de ação sobre os conceitos. As relações universais são a principal substância do conceito que, quando interiorizada, promove o desenvolvimento integral do estudante por meio da estrutura de pensamento que disponibiliza.

Buscando o núcleo do conceito de orientação espacial, selecionamos o excerto a seguir, destacado do livro *Cartografia* de Fernanda Fonseca e Jaime Oliva (2013), que recupera, por meio de informações etimológicas, parte das condições teóricas de um dos momentos históricos de desenvolvimento do conceito:

Os denominados pontos cardeais, chaves do sistema de orientação, são mais um exemplo de criação a partir da observação do céu e dos astros. Norte, sul, leste e oeste são palavras familiares em todas as línguas, mas o que quase nunca se menciona é que têm origem viking. Ou seja, já eram usadas pelos vikings que navegavam no mar do Norte desde o século VIII. 'Leste' e 'oeste' são palavras com mesmo significado das palavras latinas 'levante' e 'poente', que, como se percebe, referem-se ao 'nascimento' e ao 'cair' do Sol. E foi assim que o leste e o oeste foram definidos. (FONSECA e OLIVA, 2013, p. 43)

Na busca da origem das palavras que compõem o sofisticado sistema de pontos cardeais, os autores demonstram que a necessidade de se orientar no espaço durante a navegação encontrou na observação dos astros um mecanismo por meio do qual fosse possível de se estabelecer direções a serem seguidas. Temos, portanto, que a partir de uma localização qualquer no mar e de um destino desejado, os navegantes procuraram meios de estabelecer apoios no espaço que lhes garantissem o percurso certo para chegarem a um destino predeterminado.

Podemos depreender da situação histórica descrita que uma condição concreta funda a necessidade da orientação espacial. Essa condição é a impossibilidade de enxergarmos nosso ponto de destino a partir do local onde estamos. Tal condição se repete frequentemente nos dias de hoje, momento em que temos que recorrer ao nosso repertório cultural (material ou imaterial).

Nesse momento surge o problema de como nos orientarmos quando não podemos ver o ponto ao qual queremos chegar. E dentro dessa questão nos interessa a autonomia do sujeito no deslocamento, portanto excluímos a possibilidade da orientação automatizada. Essa autonomia não só nos torna independentes, mas contém em seu processo de conquista o oferecimento de um modo de pensar do qual nos apropriamos quando interiorizamos a estrutura de funcionamento do conceito. Na perspectiva histórico-cultural, tal interiorização desenvolve nossas funções psíquicas superiores, nos desenvolvendo como um todo.

Retornando ao desafio teórico instaurado, em sua estrutura há, de forma geral, um local de partida, no qual alguém está e outro local, ao qual ele se relaciona que é, normalmente, o de destino/chegada. O ponto de referência aparece, então, como elemento universal fundamental para haja a orientação espacial de um ponto em relação a outro. Da experiência Viking mencionada, apreendemos que os astros serviram de referência espacial ao deslocamento.

Buscando estabelecer os elementos e o funcionamento do núcleo do conceito de orientação, para a eficaz utilização de uma referência espacial, existe, então, a necessidade de correlacionar a sua localização aos pontos de partida e de chegada. Temos, assim, a necessidade de firmar três inter-relações a partir da localização de cada um dos três pontos:

1º: ponto de partida <-> ponto de referência;

2º: ponto de referência <-> ponto de chegada;

3º: ponto de partida <-> ponto de chegada.

O primeiro objetivo está em encontrar um ponto de referência/apoio que melhor auxilie a orientação ao ponto de chegada. Obviamente o primeiro critério para sua escolha é que este esteja à vista do ponto de onde se parte. O segundo critério para a escolha do ponto de referência constitui a segunda inter-relação. Tal critério deve se basear na relação conhecida entre o ponto de referência e o local de destino. É essa relação previamente conhecida que permite a ajuda do ponto de referência. O ponto de referência funciona como um intermediário que facilita o traçado do percurso de um deslocamento. A terceira inter-relação depende das duas anteriores e coincide com o objetivo final da orientação espacial: o estabelecimento da relação

entre o ponto de partida e o ponto de chegada. Tendo em mente o nosso desafio, essa última ligação só ocorre pela intermediação do ponto de referência.

Os três elementos expostos - ponto de partida, ponto de referência e ponto de chegada -, assim como seu modo de funcionamento, são o que encontramos de essencial no conceito de orientação espacial. Contudo, a correlação entre os pontos só garante um tráfego orientado se a referência espacial de apoio puder ser vista durante todo o percurso ou ao menos até o momento em que o local de destino/chegada esteja no campo de visão de quem se desloca. Isso vai depender das características da paisagem do percurso e do tempo viagem cuja duração pode exigir a reinterpretação parcial ou total do ponto de referência (no caso de a referência ser móvel).

Tratando dos tipos de referência espacial, a principal característica dos astros, que os diferem dos pontos de referência locais, é que eles são referências que podem ser vistas de grande parte da superfície terrestre. No entanto, dentre eles, muitos são de difícil identificação, a depender da localização do sujeito e do dia da observação. Nesse momento destaca-se o Sol como referência que pode ser vista na quase totalidade da superfície terrestre e também em grande parte do ano. A nosso ver, nesse argumento reside o fundamento da sua utilização como uma das bases para o estabelecimento dos pontos cardeais, sistema que será abordado mais à frente.

No caso do Sol, temos sua presença somente durante o dia e a sua posição em relação a um local do terreno terrestre varia de acordo com o período do ano e com o horário do dia, ou melhor, pelos movimentos de translação e rotação da Terra que fazem com que tenhamos a percepção de que o Sol não somente muda gradualmente para o lado oposto ao seu "nascimento" até sumir no horizonte, mas também que esse percurso é deslocado conforme corre o ano.

Compreender o conceito do movimento de translação e de rotação da Terra constitui, no entanto, como outro conteúdo que se relaciona ao de orientação espacial. Em relação ao núcleo do conceito de orientação, consideramos que cabe apenas apontar que a orientação pelo Sol é relativa não só aos locais de onde se parte e para onde se quer chegar, mas que ela deve levar em conta o período do ano, o horário de início e a duração do deslocamento.

Entre outras dificuldades, a compreensão dos problemas gerados pela aparente variação do Sol nos levou à produção do artifício chamado de pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste) e de suas subdivisões (colaterais e subcolaterais). Como sabemos, convencionou-se chamar de Leste a direção para o nascimento do Sol e de Oeste a direção para o pôr do sol. De Norte a direção para a constelação chamada de Ursa Maior, de sete estrelas, característica de cuja palavra setentrional surgiu. Ainda para o Norte, padronizou-se de Polo a direção para outra constelação, a Ursa Menor, que tinha sua estrela mais extrema, a estrela Polar. O Sul teve como referência a posição do Sol no meio-dia quando visto a partir do hemisfério Norte, por se situar na direção oposta. Ficou conhecido como meridiano, termo que deriva do latim, significando hoje do/ao sul.

A padronização de Norte, Sul, Leste e Oeste, que constitui os pontos cardeais, possibilitou a comunicação por sintetizar as posições de astros que serviram historicamente como pontos de referência espaciais. Contudo, não consideramos os pontos cardeais e a sua representação gráfica mais comum, a rosa-dos-ventos, como componentes do núcleo do conceito por serem elas convenções resultantes do conhecimento dos astros como referências espaciais. Tal fato é notável na impossibilidade de se orientar espacialmente com os pontos cardeais sem o conhecimento do movimento da Terra em relação ao Sol, ou a outra estrela que sirva como referência a algum dos pontos cardeais. Em outras palavras, para sabermos para onde ficam o Leste e o Oeste, o Norte ou o Sul, faz-se necessária uma das referências celestes para determinar as direções.

A ênfase no ensino dos pontos cardeais faz com que não desenvolvamos o hábito de nos referenciar a partir do Sol ou outro astro, o que nos leva a depender da rosa-dos-ventos para estabelecer direções. Outro problema comum decorrente da pouca importância teórica dada aos referenciais celestes ocorre em ocasiões cotidianas, como quando encontramos dificuldade em estabelecer as direções no espaço concreto mesmo tendo um mapa com a rosa-dos-ventos em mãos.

Relacionando a discussão às aulas que observamos, podemos dizer que ambas as professoras de Geografia se apoiaram no conteúdo dos respectivos livros didáticos

adotados para o ensino do conteúdo de orientação espacial²³. Inclusive, o uso recorrente dos livros didáticos, que apresentam, em geral, “currículos” de Cartografia bastante parecidos entre si (BOLIGIAN, 2010), ajuda a explicar o fato de o tema ter sido ensinado nas duas turmas observadas. As aulas tiveram uma exposição inicial do conceito seguida de realização dos exercícios pelos estudantes, conforme a estrutura do livro. Durante as aulas, as professoras expuseram em voz a correspondência dos pontos cardeais com o movimento do Sol, mas não houve espaço dedicado a experimentos ou tarefas sobre essa relação, tampouco foram lidos os textos explicativos propostos nos livros, sendo passado, após a exposição do conteúdo, apenas alguns exercícios do final das seções temáticas dos livros.

Como demonstramos nas Figuras 16, 17 e 18, os exercícios dos livros didáticos, sobre os quais os estudantes se debruçaram após a exposição das professoras até o término da aula, são casos da ênfase dada aos pontos cardeais no ensino do conceito de orientação espacial.

Cabe destacar que o processo de resolução das questões era majoritariamente conduzido por meio de perguntas diretas feitas entre os estudantes ou entre eles e a professora. Perguntavam se a resposta era “norte ou leste”, por exemplo e, por vezes, quando a tentativa não era exitosa, as professoras reforçavam a explicação de como eles deveriam usar a rosa-dos-ventos para estabelecer a direção entre as localizações dos mapas.

Diante desse cenário observado, identificamos a oportunidade de explorar o que Vygotsky denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Segundo Libâneo (1984, p. 97) citado por Lana Cavalcanti (2010, p. 140), a ZDP pode ser definida como

[...] distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente dos problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (LIBÂNEO, 1984, p. 97 *apud* CAVALCANTI, 2010, p. 140)

O nível de desenvolvimento real seria a representação conceitual dos alunos até então e o potencial seria até onde se pode chegar. Em geral, o nível potencial se refere

²³ Os livros adotados são: EMEF 1: de Ângela Silva, Regina Araújo e Raul Guimarães, *Observatório de Geografia*, editora Moderna, PNLD 2014-2016. EMEF 2: de Melhem Adas e Sérgio Dias, *Expedições geográficas*, 6º ano, editora Moderna, PNLD 2014-2016.

ao conceito científico, posto que, na perspectiva socioconstrutivista, não há transposição didática dos conteúdos. Em nosso caso se refere ao núcleo do conceito de orientação espacial que definimos acima. Com tal objetivo, concentramos nossa situação didática na busca pela gênese do conceito que entendemos ser as três relações descritas e que julgamos não ter sido abrangida pelas aulas que observamos. As ideias de leste, oeste, norte e sul foram contempladas de modo secundário em parte da situação, podendo ser objeto principal de ensino em uma aula subsequente à nossa experiência.

Figura 16: Enunciado de exercício na seção "No mundo da Cartografia" (EMEF 1)

No mundo da cartografia

5. De acordo com o mapa e com o que você aprendeu sobre pontos cardeais, responda.

Eixo São Paulo-Rio de Janeiro

Fonte: IBGE. Atlas geográfico escolar. 5. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. p. 146.

- Qual é a posição de Ubatuba em relação a Caraguatatuba?
- Qual é a posição de Campos do Jordão em relação a Lorena?
- Qual é a cidade do continente localizada ao norte da Ilha Grande?
- Qual é a posição de São Luís do Paraitinga em relação a São José dos Campos?

Fonte: Araújo; Silva; Guimarães (2009)

Figura 17: Enunciado do exercício na seção "Leituras Cartográficas" (EMEF 2)

Fonte: Adas e Adas (2011)

Figura 18: Questões do exercício 6 de "Leituras Cartográficas"

- a) O turista B quer ir ao mesmo lugar em que está o turista A. Que lugar é esse?
- b) Para chegar à Catedral Metropolitana, que direção o turista A deve seguir?
- c) O turista C quer conhecer a Praça do Ferreira e, depois, visitar o Teatro José de Alencar. Que direções ele deve seguir?

Fonte: Adas e Adas (2011)

3.4 Identificação das características do software Google Earth

Dando seguimento à proposta de elaboração de uma situação didática, nos foi necessário optar por um ambiente cartográfico digital e interativo. Retomando a síntese que fizemos das implicações de uma apropriação pedagógica do processo de visualização cartográfica, buscaremos agora satisfazer as duas principais preocupações na escolha do recurso digital: saber das possibilidades pedagógicas suscitadas pelas suas características de comunicação e da desenvoltura dos estudantes no seu uso, relacionando ambas com o conteúdo a ser ensinado.

Como viemos defendendo, a necessidade por descrever os pormenores das relações do ambiente cartográfico na interface tecnologia-pedagogia-Geografia, reside na justificativa de que as novas condições de comunicação trazem oportunidades pedagógicas que surgem no meio digital. Nesse sentido, o cuidado com as oportunidades pedagógicas propiciadas não se distinguem apenas na mudança do analógico para o digital.

Dentre os recursos das NTICs existe um outro universo em que diferentes técnicas e linguagens se misturam de maneiras particulares. No que toca os mapas, há uma grande variação de características no meio digital: desde sua forma de acesso, nos modos *off-line* e *on-line*, pelo computador pessoal e telefonia; passando pelos tipos de mídia que pode explorar os sentidos da visão, tato, audição; até a qualidade de cada grau de interatividade. As alternativas de combinação desses fatores geram ambientes com estruturas distintas e abrem caminhos para a comunicação e, também, para a pesquisa e para o desenvolvimento de conhecimento escolar.

Tomando então o Google Earth para análise, como dito anteriormente, trata-se de um software que simula o globo terrestre. É considerado por Richard Schultz, Todd Patterson e Joseph Kerski (2008) como um globo virtual e um tipo de Sistema de Informação Geográfica (SIG) on-line. A nosso ver, apesar de terem características em comum, as diferenças de estrutura e de interação entre o Google Earth e um SIG são significativas²⁴. Em relação ao primeiro, a consulta e a visualização das informações, previamente dispostas, ocorrem por meio de um sobrevoo virtual controlado pelo usuário, que pode alternar a escala, o ângulo e a direção do voo sobre imagens de

²⁴ Para uma análise detalhada das diferenças entre o Google Earth e os SIGs ver Patterson (2007, p. 147).

satélite que representam a superfície terrestre com conjuntos de dados temáticos a serem habilitados pelo usuário. Esses movimentos principais são realizados com as funções básicas de clique e arraste do cursor do *mouse*.

Em contraposição aos ambientes que dispõem de uma configuração preestabelecida do mapa, em um SIG podemos elaborar mapas desde a escolha da projeção cartográfica até a confecção da legenda, além de dispormos de variadas e complexas opções de pesquisa ao banco de dados e à geometria utilizada. São nos SIGs que o processo de visualização cartográfica se efetiva de modo pleno. Por outro lado, com estrutura complexa e interface pouco intuitiva, o trabalho do professor de organizar o processo pedagógico e a interação do usuário com SIGs passa a depender de uma bagagem teórica e técnica a nível de especialização. Kerski (2003) e Felipe Passos (2012) pontuam que os professores não estão preparados para o uso de SIG e que cursos eventuais com duração de uma ou duas semanas, adotados como treinamentos em alguns países não têm sido suficientes para superar as dificuldades em introduzir os SIGs em sala de aula. Para o uso de SIGs no ensino, se faz pertinente a familiarização com a estrutura de seu funcionamento durante um período mais longo.

Segundo Jerry Brotton (2014, p.448), a facilidade de navegação no Google Earth somada à qualidade da ampliada gama de informações e à gratuidade do software são dos principais motivos que fizeram com que o software atingisse em 2011, com apenas seis anos de existência, "cerca de 70% do mercado global de pesquisa *on-line*". Os dados consultados pelo autor mostravam que, nesse mesmo ano, dos dois bilhões de pessoas que estavam conectadas, mais de meio bilhão tinham baixado o programa, números que estavam em constante crescimento. No cenário educacional, as vantagens do programa o fazem ser mais disseminado nas escolas quando comparado aos SIGs e também dentre os globos virtuais em geral (KERSKI, 2003; SCHULTZ *et al.*, 2008).

Cabe saber então como podemos nos apropriar das características do Google Earth para que ele nos sirva como recurso didático. Essa leitura deve ser feita sem desconsiderar o referencial psicopedagógico da intervenção pedagógica. Retomando a estrutura triangular em que sugerimos a extensão da visualização cartográfica ao

contexto pedagógico, este entendido a partir dos princípios da teoria histórico-cultural, teríamos as seguintes considerações sobre o Google Earth:

Tabela 5: Características do Google Earth para contextualização pedagógica

Aspecto	Característica para explorar o conteúdo da aula	Relação com os conhecimentos dos alunos
Suporte técnico	Dentro dos produtos digitais caracterizados como Novas Tecnologias de Informação e Comunicação, o Google Earth é operado no computador. Seu acesso é local (e não em rede) e individual. Tal acesso ocorre em modo <i>on-line</i> porque os dados estão alocados em servidor externo.	A estrutura cartográfica - projeção, métrica do fundo de mapa e a cobertura de imagens de satélite - do Google Earth está preestabelecida e não temos a opção de modificá-las. A realização dos principais movimentos ocorre a partir das funções básicas de clique e arraste do cursor do <i>mouse</i> . Estas permitem um uso intuitivo pelos estudantes que estão familiarizados com as funções básicas de utilização do computador.
Forma de apresentação do conteúdo	As possibilidades de alteração da estrutura cartográfica inicial do software condicionam um nível relativamente baixo de interatividade e de exploração do recurso da visualização cartográfica. Em relação ao conteúdo que apresenta, a superfície do globo terrestre é simulada com base em mosaicos de imagens de satélite e em modelos digitais de elevação (MDEs), ambos não modificáveis. Sobre essa base são georreferenciadas informações de variadas temáticas (administrativas, transportes, ambientais, construções em 3D, entre outras). Sobre as funcionalidades, elegemos algumas como principais: da variação escalar do globo à rua, a alternância da orientação do mapa, a inclinação do ângulo de visão, a simulação da incidência da luz solar em diferentes horários, a observação de imagens antigas, adição de novas camadas de informação, medição de área e criação de perfis topográficos.	Um conjunto de conhecimentos cartográficos é requerido para o aproveitamento pleno das informações e funções do software. Independentemente de qual uso seja feito, algumas noções são sempre requisitadas por constituírem a estrutura básica de funcionamento do programa: imagem de satélite, escala cartográfica e geográfica, imagem zenital e oblíqua, bi e tridimensional, alfabeto cartográfico, entre outros. O desconhecimento de um ou de outro conteúdo pode prejudicar, mas, em geral, não condena o uso do programa, a depender do objetivo do professor.
Cognição e análise	As características de informação (composição temática) e funcionalidades do software permitem a exploração de uma série atos cognitivos (ações de aprendizagem). Alguns instrumentais cognitivos possibilitados que importantes na Geografia são: observar, localizar, relacionar, descrever, buscar compreender localizações, relações, distribuições, arranjos espaciais. Já a expressão, por meio da inserção de informações e a apresentação final de uma imagem (com escala, legenda e título) têm poucas alternativas de trabalho. Para que se faça uso do processo de visualização cartográfica, é interessante a elaboração de situações didáticas que propiciem o uso livre do ambiente cartográfico, não pedindo somente a execução isolada de determinadas funções. A simulação de problema aparece como um recurso que pode contemplar diversas funcionalidades do programa.	O repertório e o nível de ações mentais previstas para uma situação didática precisam estar próximos ao que os estudantes já têm desenvoltura. Por exemplo, a compreensão de arranjos espaciais tem em sua base a observação, a descrição, a localização e a correlação de objetos/fenômenos. É importante enfatizar que as situações didáticas também são momentos para o desenvolvimento dessas ações, que a aprendizagem do conteúdo se dá pela apropriação de modos de ação correspondentes a ele.

Fonte: Passos (2017)

Em suma encontramos que as características encontradas em programas como o Google Earth permitem ao estudante a busca interativa pela transformação de dados do programa em recursos conceituais, isso por meio de uma interface com mecanismos, em sua maioria, intuitivos. As hipóteses levantadas pelos alunos se dão a partir dos conhecimentos dos estudantes e são construídas e testadas no estabelecimento de relações entre os dados e funções de navegação oferecidos pelo software. Tudo isso ocorre dentro de condições preestabelecidas por uma situação didática preparada. É com base nessa concepção de uso didático exploratório do ambiente cartográfico que concebemos nossa situação de aprendizagem, a qual suscita a investigação do estudante tendo o software como um híbrido de campo de pesquisa, onde ele coleta informações, e laboratório, onde testa suas suposições. No subitem seguinte, na Tabela 7, sistematizamos as expectativas de uso do Google Earth, a partir das características descrita acima, para cada questão da situação de aprendizagem e as correspondentes ações de Davydov (1988).

Contudo surge a necessidade de uma advertência ao uso da interface do Google Earth e de programas similares. Por um lado, estes softwares preestabelecem a projeção, a métrica da representação, as imagens da superfície e os dados georreferenciados, dispondo uma estrutura preliminar que oferece fluidez imediata à navegação do usuário pelas informações e interação direta com os dados sem a necessidade de uma carga de conhecimentos técnicos do programa. Por outro lado, no entanto, essa mesma estrutura que facilita o acesso, dispensa conhecimentos relativos aos elementos fundamentais da representação cartográfica.

Sobre ter consciência do impacto dos elementos fundamentais do mapa, gostaríamos de lembrar as críticas pertinentes de Valéria Cazetta (2011) e de Fernanda Fonseca (2012). As autoras alertam, respectivamente, para as naturalizações da imagem de satélite e do fundo de mapa euclidiano, que passaram de representações para se tornarem sinônimos da realidade. A falta de diversidade de representações espaciais na escola, assim como, o não esclarecimento e reflexão, junto aos estudantes, do processo de composição delas são obstáculos frequentes que contribuem no sentido contrário à formação crítica do estudante. Nesse cenário, na continuidade do trabalho do professor, torna-se fundamental trabalhar a linguagem cartográfica de

modo elementar, evidenciando seus efeitos na percepção do espaço e dos fenômenos abordados.

3.5 Pré-teste

Antes de abordarmos a alteração que fizemos na situação de aprendizagem a partir do pré-teste, descreveremos como ocorreu a aula de introdução ao Google Earth que o precedeu. Esta aula teve por objetivo apresentar as características gerais do software e também algumas funções básicas de navegação. Após uma descrição inicial do programa e de suas funções básicas, entregamos uma folha requisitando que os estudantes desenvolvessem quatro tarefas simples com o uso do software²⁵.

Durante a aula de apresentação do programa, notamos, inicialmente pela surpresa positiva dos alunos frente à representação interativa da Terra e depois por não terem o controle dos mecanismos de controle do sobrevoo, que a maior parte dos estudantes não o conhecia. Seguiram-se algumas dificuldades com a navegação que logo tiveram suas necessidades superadas pelas práticas dos estudantes. Ao final da aula os estudantes tinham cumprido com as tarefas previstas e experimentavam o globo terrestre de diversas formas. Não havia, portanto, impedimentos quanto à sua utilização como instrumento didático para a aula que planejamos.

Assim, com base nos conhecimentos que reunimos, pudemos levar à escola uma primeira versão da situação de aprendizagem, disposta no Anexo 4, que foi experienciada na EMEF 2. No que diz respeito à composição da primeira seção da situação (enunciado e as três primeiras questões), apresentamos na Tabela 6 o que corresponde a cada elemento do recurso teórico-metodológico AOE no enunciado da situação de aprendizagem. Já na Tabela 7 estão sintetizadas as correspondências, propostas em cada uma das três questões da situação, entre o uso do Google Earth e as duas primeiras ações genéricas de Davydov (1988).

Na segunda folha do pré-teste, abrimos uma nova seção de perguntas que intencionam encaminhar os estudantes para a percepção indireta do aparente movimento do Sol. Essa percepção se daria pela observação das marcas de sombra na paisagem cujas características de altitude poderiam ser notadas na alternância das

²⁵ Essa folha consta no Anexo 3.

visões azimutal e bidimensional, e oblíqua, a qual possibilita ver o relevo em três dimensões.

Tabela 6: Situação de aprendizagem e elementos da AOE

Conceito	Motivo	Necessidade	Ações específicas	Operações	Nível de desenvolvimento
Orientação espacial.	Ajudar o Marcos a voltar para o bairro.	Indicar um caminho para o Marcos estabelecendo as relações de direção entre o local onde o Marcos está perdido e o bairro.	Localizar onde o Marcos está perdido; localizar onde está o bairro mais próximo de o Marcos; encontrar um ponto de referência espacial para guiar o Marcos; estabelecer as relações entre os três pontos anteriores.	Escutar o professor, ler o enunciado, usar das funções do software (sobrevoar a área dar <i>zoom in</i> e <i>zoom out</i> , alternar entre visão 2 e 3D etc.), observar, dialogar com o grupo e com o professor, representar graficamente e escrever.	Pensamento teórico.

Fonte: Passos (2017)

Tabela 7: Questões da situação de aprendizagem relacionadas com o ambiente cartográfico e as ações de Davydov (1988)

Questão da situação de aprendizagem	Uso do ambiente cartográfico	Ação genérica (Davydov, 1988)
1ª: Indique um sentido para o Marcos sair da mata e voltar para o bairro de Alex. Considere que Marcos não tem conhecimento dos pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste).	Intensa interação para desenvolver correlações, hipóteses e testes. O estudante busca por informações e as transformam em dados para pensar o problema colocado.	1ª: A transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado.
2ª: Agora, imagine que Marcos estivesse perdido no mesmo local, mas às 18 horas. Faça um desenho que oriente Marcos a voltar para o bairro de Alex. Use os pontos cardeais.	O estudante faz retornos pontuais ao software para tirar dúvidas e fazer novas consultas.	2ª: A modelação da relação diferenciada em forma gráfica.
3ª: Por último, o que foi fundamental para orientar Marcos no espaço?	Também faz retornos pontuais.	Síntese da relação por meio da escrita.

Fonte: Passos (2017)

Durante a experiência do pré-teste, percebemos que essa segunda seção de perguntas, sobre a importância da relativização temporal dos pontos de referência celestes, já era objeto de reflexão dos estudantes ao se concentrarem na segunda questão da situação. De fato, a alteração do horário, que passou das 7 horas no

enunciado para às 18 horas na segunda questão, contempla a mudança de localização do Sol no decorrer do tempo e implica, para sua resolução, que os estudantes a considerasse como fator a ser levado em conta quando do estabelecimento dos astros como ponto de referência espacial.

A exclusão da segunda seção de perguntas, intitulada "Horário e posição do Sol", consta como a única alteração feita a partir da experiência prática do pré-teste. A versão "teste" da situação didática, praticada na EMEF 1, foi reduzida à primeira página da anterior consta no Anexo 5. No próximo capítulo analisaremos as transcrições de um diálogo com um grupo de alunos com a finalidade de demonstrar como ocorreu o uso e do Google Earth no que se refere ao processo de desenvolvimento do conceito de orientação espacial.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Para o tratamento dos dados obtidos, é relevante retomar o nosso objetivo da análise: evidenciar como nossa concepção de uso didático do Google Earth, sendo instrumento da AOE, pode funcionar no processo de apropriação de conteúdos curriculares da Geografia, no caso dessa pesquisa, do conceito de orientação espacial. Assim, sem perder de vista as inter-relações humanas, daremos enfoque à relação estabelecida entre os alunos e o instrumento didático, procurando evidenciar qual uso os estudantes fizeram do software no processo de investigação que realizaram para responderem às perguntas da situação didática.

Antes de tratarmos do recurso teórico a partir do qual estabelecemos os critérios para a análise, descreveremos os procedimentos por meio dos quais os dados foram obtidos e preparados, bem como a organização da aula e o momento do qual recortamos o episódio analisado. Lembramos que os procedimentos e a pesquisa de campo como um todo foram concebidos dentro dos parâmetros da pesquisa qualitativa, descritos no item de apresentação de nossa pesquisa.

As gravações audiovisuais foram o nosso principal registro do desenvolvimento da aula. Em relação aos vídeos, anexamos três arquivos (em CD-ROM) ao texto da pesquisa. No primeiro deles apresentamos o cenário inicial da situação no Google Earth e suas funcionalidades previstas para uso; o segundo mostra o uso, pelos estudantes, da função que simula a incidência da luz solar às 7 horas da manhã do dia 10/01/2015; e o terceiro recorta o momento de outro grupo usando a inclinação da visão azimutal, deixando à vista o relevo em três dimensões.

Para a análise dos dados, selecionamos um episódio transcrito do áudio. Além da transcrição do diálogo, o episódio tem acréscimo de informações descritivas do gestual e da interação dos alunos com o Google Earth. Somam-se às gravações digitais os registros do que foi redigido como resposta final pelos alunos às três perguntas da situação de aprendizagem. No episódio analisado, usamos somente o registro escrito da segunda questão, conforme julgamos interessante, pois o diálogo destacado para análise contempla, além do processo ocorrido, os registros dos estudantes referentes à primeira e à terceira questão.

A situação foi experienciada em uma aula dupla com a duração de 90 minutos e dividida em quatro momentos: o primeiro se resumiu em apresentar o enunciado da situação e em consultar a sala sobre a sua compreensão; no segundo, os grupos iniciaram e desenvolveram a investigação com auxílio do software para responder à primeira questão; no terceiro conduzimos uma conversa entre os grupos para que houvesse a reflexão, socialização e uma autorregulação feita por toda a sala sobre o que até então tinha sido elaborado; por último, pedimos que os estudantes respondessem individualmente à segunda questão com um desenho e à terceira por escrito.

Primeiramente, analisamos um episódio extraído do segundo momento da aula. Esse episódio se restringe a um grupo de três alunos que representamos com os nomes fictícios de Alan, Edu e Jorge. A escolha desse grupo se deu por este ter participado ativamente em todos os momentos da aula e por julgarmos que as ações desencadeadas foram significativas de como a interação dos estudantes com o Google Earth pode ser profícua no processo de apropriação do conhecimento teórico.

Em seguida, foi analisado o registro em desenho, de um dos estudantes do mesmo grupo, fruto da segunda pergunta da situação. O desenho individual será estudado como um diagnóstico do estágio de desenvolvimento conceitual do estudante por se constituir como uma representação do entendimento das conexões internas do conceito.

Sobre os critérios para a avaliação do processo, mesmo tendo a situação de aprendizagem concentrada nas duas primeiras ações do conjunto proposto por Davydov (1988), tivemos o objetivo final do conjunto de ações, que é o desenvolvimento de modo de ações gerais, como o objetivo para o qual o cumprimento das duas ações iniciais deve encaminhar. Para saber se as duas ações foram eficazes em relação à construção dos modos de ação, foi necessário avaliar o desenvolvimento teórico dos estudantes correspondente às duas ações iniciais.

Retomando as considerações de Davydov (1988), a primeira ação, de transformação dos dados da situação, constitui-se como a principal por revelar a relação universal do objeto em estudo. A característica dessa ação é a ligação entre os dados transformados com a intenção de resolver o problema e a base genética do conhecimento teórico em questão. Podemos identificar o cerne dessa primeira ação

no processo de investigação dos alunos no segundo momento de nossa aula, cujo objetivo de solucionar a situação proposta coincide com a busca pelos estudantes do desvelamento dos princípios que regem o funcionamento do conceito de orientação espacial.

Davydov (1988) descreve a segunda ação como a de modelação, em representação concreta, da relação manifestada anteriormente. Portanto, o tratamento objetivo da essência do conceitual dependerá de sua identificação e diferenciação na ação anterior. Assim, para que a relação universal esteja expressa, o conteúdo desse modelo deve conter os nexos internos do conceito estudado, os quais foram descritos no subitem 3.3. A modelação em forma gráfica será examinada como continuação da ação anterior, tendo em mente que tal produção deve funcionar como uma síntese das relações internas do conceito que revelem seu caráter universal. Contudo, também daremos atenção a dois aspectos particulares desta questão que não foram explorados na investigação inicial: o aparente movimento do Sol e sua relação com o sistema de pontos cardeais.

Portanto, diferentemente de muitos dos trabalhos na área de Didática das Ciências que vão às salas de aula pesquisar a formação conceitual tendo como o centro de análise a semântica de palavras e de frases dos alunos, nossa análise dá ênfase à importância da obtenção e transformação de dados e no subsequente trabalho com eles, quando os alunos testam hipóteses em busca da resolução da situação, resolução a qual coincide com a apropriação do conhecimento teórico.

Assim, nosso recorte da aula para análise destaca a mediação do instrumento cultural Google Earth, na perspectiva de uso da visualização cartográfica no ensino, entre os alunos e o conceito de orientação espacial. Tivemos como guias as seguintes perguntas: como o software foi explorado pelos alunos? De que maneira suas funções e informações possibilitaram respostas às perguntas dos alunos?

4.1 Análise do processo de investigação dos estudantes

Após a apresentação da situação didática aos alunos, algumas perguntas foram feitas à turma para percebermos primeiro se eles se apropriaram do enunciado e, depois, como coloca Luria (1990, p. 159), se eles “aceitaram as condições do problema e as utilizam como ponto de partida para a sua solução”. Mesmo quando já tínhamos

a resposta da sala de que não havia dúvidas quanto à situação, ao iniciar o diálogo com este grupo, foi necessário o esclarecimento de algumas premissas da situação para, logo em seguida, constatamos o entendimento do enunciado ao iniciamos a investigação reapresentando a primeira pergunta²⁶:

Professor²⁷: Como será que a gente pode dar uma direção pra ele [Marcos]?

Jorge: Olha, professor, ele está preso nesse círculo [aponta para o círculo vermelho], aí se ele for pra frente [aponta para o noroeste] não vai dar. Aí se ele for pra esse lado aqui [aponta para o leste], ele vai sair aqui ó [aponta para as casas], daí dá pra ele ir andando até a casa do Alex.

A fala dos alunos tem a seguinte imagem como ponto de partida:

Figura 19: Situação de aprendizagem: imagem inicial²⁸

Fonte: Google Earth, 2016. Elaboração: Passos (2017)

Nesse primeiro momento, o estudante Jorge demonstra reconhecer as condições básicas da situação e sua simulação na imagem quando esboça uma primeira resposta, que apesar de não conter os elementos essenciais que

²⁶ O leitor pode verificar os esclarecimentos feitos às dúvidas dos estudantes consultando os momentos iniciais da transcrição que consta na íntegra em Anexo 6.

²⁷ "Professor" se refere à nossa atuação na condução da aula.

²⁸ Ver *Vídeo 1 – Cenário da situação didática e funcionalidades*.

possibilitariam o personagem a se guiar em direção ao bairro, contempla os princípios da situação de aprendizagem proposta.

Na continuação do diálogo, já sabendo para onde o Marcos deve caminhar, os alunos partem para a tentativa de solucionar o problema procurando como estabelecer uma direção para o Marcos. Nesse momento aparece uma segunda tentativa, ainda levantando informações a partir da imagem inicial, sem explorarem o programa.

Professor: Isso, mas como você diz pra ele ir para aquele lado ali [leste]? Como você pode falar isso pra ele?

[Alunos respondem ao mesmo tempo]

Jorge: Alex, você pode ir pra direita. [Aluno faz a pergunta ao personagem perdido, Marcos, mas usa o nome do outro personagem].

Edu: Qual posição você está?

Tem início a primeira ação de aprendizagem, a qual Davydov (1988, p. 182) é caracterizada pela “transformação dos dados da tarefa”. Com base nos dados fornecidos pelo enunciado da situação e pelo seu cenário apresentado no programa, o aluno faz uma tentativa de inferência de que a direção à direita de Marcos correlacionaria a posição de Marcos à casa de Alex. A hipótese aqui é a de que seria possível orientar Marcos a partir de seu próprio corpo, supondo saber para qual direção estaria a frente e as costas do personagem.

Identificamos, no entanto, que as propostas dos dois alunos, apesar de diferentes, apontam para o mesmo problema conceitual: a ausência de uma referência em relação à qual o personagem Marcos poderia se situar no espaço. Essa referência espacial seria um guia comum ao personagem e aos alunos que, a partir dela, poderiam estabelecer um segundo passo na resolução do problema. Nesse momento, a intervenção do professor se mostra fundamental para o encaminhamento do processo investigativo dos estudantes.

O professor demonstra que a indicação do Jorge não assegura um sentido para o personagem voltar ao bairro:

Professor: E se a direita dele for pra esse lado aqui [área de mata a oeste]? Você não sabe pra frente do que ele está.

Alan: [incompreensível]... e ele não sabe onde é leste, oeste...

Neste trecho aparece o motivo pelo qual na primeira questão excluímos a possibilidade de os alunos orientarem o personagem se valendo dos pontos cardeais. Eles poderiam se valer da convenção de orientação do mapa para o norte, característica também encontrada na tela de abertura do Google Earth, para estabelecer e usar os pontos cardeais sem, no entanto, desenvolver parte do que consideramos ser o núcleo do conceito: as relações das localizações com um ponto de referência. A frase do estudante Alan mostra que apesar de fazer a distinção entre leste e oeste, a princípio ele não estabelece relação dos pontos cardeais com a posição do Sol, porque, no caso contrário, o estudante poderia usar o horário em que ocorre a situação (às 7 horas) para ter a posição do Sol (leste) como referência espacial.

Podemos considerar tal evidência como uma possível lacuna conceitual quando assumimos que a origem dos pontos cardeais leste e oeste, citados pelo aluno, está no aparente deslocamento do astro visto da superfície terrestre. Se o aluno recupera tal relação dos pontos cardeais com os astros celestes, passa a se apropriar da gênese estabelecida histórica e culturalmente do conceito de orientação espacial. Esse processo de recuperação é iniciado pela pergunta subsequente, feita pelo outro integrante do grupo:

Edu: Marcos, o Sol está a que posição de você?

Fica claro nesse momento que apesar da pergunta ter sido feita por Edu, sua construção ocorreu coletivamente. Tal elaboração se deu a partir dos dados dispostos no software, de tentativas anteriores do grupo e das respostas que, com ajuda do professor, foram encontradas. Além de ser um resultado coletivo, a questão posta pelo aluno encaminha a reflexão do grupo fazendo-os refletir se o Sol seria um ponto de apoio na localização do personagem, elemento fundamental para a orientação.

A sofisticada questão feita por Edu contribui para a percepção do grupo à ideia de referência no espaço, pois a desvincula do corpo do personagem, associação que ocorria até então, e a desloca para um corpo celeste que tem carácter universal, podendo ser visto tanto por quem está dentro da mata quanto pelos próprios alunos (por meio do Google Earth).

O aluno não se refere apenas à posição do Sol, mas deixa claro que este deve ser pensado relativamente ao lugar onde o personagem se encontra. Sabemos que não é possível fazer uma localização de modo absoluto, no entanto, o aluno poderia,

enganosamente, requisitar outra referência para situar o Sol, ou não pedir nenhuma referência e, por consequência, obter um dado pouco útil.

Apesar da pergunta ser imprescindível para o processo de elaboração do conceito de orientação espacial na situação fictícia, não ajuda o fato de ela ser feita ao personagem, uma vez que este retornaria uma informação da posição do Sol relativa ao seu corpo, posto que ele não tem uma terceira referência espacial. Os alunos poderiam obter tal informação diretamente do Google Earth.

Para testar a hipótese implícita na pergunta de Edu, de que o Sol pode ser um elemento-chave para orientar Marcos, os estudantes empreendem a busca pela resposta à pergunta de Edu. “Qual é a posição do Sol em relação ao personagem?” O professor lembra os alunos da função do software que faz incidir a luz solar no relevo de acordo com o horário configurado. Os estudantes ativam a função, mas parecem abandonar a hipótese por conta de um novo dado aparente, a sombra que recobre parte do relevo. Os estudantes tentam usar a sombra não para deduzir a posição do Sol, mas como referência espacial que oriente o personagem²⁹:

Edu: Vá para a direita da sombra.

Professor: O que é esse escuro aí?

Edu: É sombra de nuvem.

Professor: Mas ele não está enxergando a sombra.

Professor: Vocês estão procurando um ponto de referência. A sombra não pode ser um ponto de referência porque ele não enxerga ela.

Apesar da indução equivocada de que a sombra seria causada por uma nuvem, o aluno Edu, por meio das respostas que tem do software e do professor, alterou a referência espacial em teste, mas manteve a característica de ela ser externa ao corpo do personagem. Após saber da impossibilidade de uso da sombra dentro das condições da situação, o aluno, faz outra tentativa:

Edu: Vá para a direita das nuvens.

Professor: Onde você vê nuvens?

Edu: Se tem sombra aqui deve ter nuvem.

Alan: Não, é o Sol que tem [indica com a mão o caminho da luz solar].

²⁹ Os próximos cinco trechos de diálogo com os estudantes estão gravados no *Vídeo 2 – Grupo Alan, Edu e Marcos*.

É importante notar que na nova mudança de referência espacial, agora deduzindo que haja nuvens no céu, é mantida a lógica-hipótese que atribui a um referente espacial um elemento fundamental para estabelecer a orientação de Marcos.

Apontamos dois fatores determinantes à lógica “se há sombra há nuvem”, estabelecida por Edu: o primeiro encontra-se no fato de que o estudante não tem apropriado o conceito de imagem de satélite, pois, se assim fosse, estaria consciente de que a imagem é obtida da parte externa da Terra e, portanto, se houvesse nuvem no céu não teríamos a imagem da superfície subjacente, mas da própria nuvem. O problema da falta de esclarecimento sobre o que consiste uma imagem de satélite já havia aparecido nos momentos iniciais do diálogo com grupo, quando Alan tentava entrar debaixo das árvores. Aqui cabe o alerta feito por Cazetta (2011) quanto à confusão entre as imagens de satélite e a realidade, não sendo os estudantes conscientes das particularidades da primeira e, portanto, sendo necessário tê-las como objeto de ensino. O segundo fator determinante é a visão vertical que naquele momento os alunos tinham da superfície terrestre no Google Earth. Tal visão não permitia perceber a exata coincidência entre a sombra e a vertente oeste do morro. Mais à frente veremos que a lógica equivocada será superada com as novas informações obtidas na passagem da visão vertical para a oblíqua.

No entanto, concentrando-nos nas referências espaciais testadas, nuvem e sombra, a dificuldade enfrentada pelo aluno Edu está nas características da situação proposta, pois apesar de não serem referências espaciais de caráter universal, tanto a sombra como possíveis nuvens, dependendo do caso, poderiam servir como ponto de referência espacial em uma circunstância particular.

Na última frase do trecho, Alan aponta outra possível causa do fenômeno sombra, que é confirmada com a mudança do ponto de vista da superfície:

Professor: Por que tem sombra ali, gente? Olha, inclinem a tela ali [referência à visão oblíqua da imagem]. Vocês lembram como inclina a tela?

[Alunos inclinam a imagem]

Professor: Olha lá, por que você acha que tem sombra ali, é nuvem?

Alan: São as montanhas que cobrem o sol.

A visão em três dimensões do terreno evidenciou que a parte sombreada se limitava a uma das vertentes do relevo, a face oeste, tendo a leste iluminada. Nesse

momento encontramos a potencialidade da transformação da realidade em símbolo e em geometria no ambiente digital. O acesso sob o controle dos estudantes à visão proporcionada pelo conjunto de funções e informações do software seria possível somente a um piloto de helicóptero e, mesmo assim, sem as opções de simulação da luz solar. Foi possível, portanto, ter a segurança de que a origem da sombra estava na interceptação da luz solar pelo revelo e, assim, inferir a posição do Sol, naquele horário e em relação ao local onde o personagem estava perdido:

Professor: É o revelo, né? Por que tem sombra de um lado e do outro não?

Alan: Porque o Sol está desse lado [aponta para o leste da imagem] e isso [aponta para o morro] está cobrindo o sol daqui [aponta para a face oeste do morro].

Jorge: [faz um círculo com os dedos simulando a posição do Sol a leste do personagem].

Neste momento os alunos estabelecem a posição do Sol. É interessante evidenciar que eles não fazem uso dos pontos cardeais, deixando claro como eles não correlacionam os pontos cardeais com a posição do Sol. Em seguida surge o desafio de como usar a nova informação para guiar o personagem a retornar ao bairro. A resposta a essa questão exige relacionar a posição do Sol com a do personagem perdido, mas também ao lugar ao qual se objetiva que ele chegue. Trata-se de correlacionar a terceira referência Sol considerando o trajeto a ser feito do ponto de partida ao destino. Por meio de uma questão, procuramos saber se os alunos estão conscientes da relação entre o local de origem e o de destino, relação que é finalmente estabelecida com a referência solar:

Professor: E como a gente pode usar isso?

Edu: Tem que falar pra ele seguir na direção do Sol.

Alan: Eu falo, O... Então ele segue o Sol pra chegar.

Professor: Por que “ele segue o Sol”?

Alan: Porque a luz do Sol está em direção à cidade.

Professor: De onde o Marcos está, o Sol está na mesma direção da casa do Alex, né?

[Alunos vão pegar lápis para escrever]

As frases “Tem que falar pra ele seguir na direção do Sol” e “Porque a luz do Sol está em direção à cidade”, por terem implícitas a relação origem-destino mediada por uma referência espacial, nos permitem afirmar, depois do percurso percorrido, que no processo de investigação para responder a primeira questão, os estudantes

trabalharam diretamente com a essência do conceito de orientação espacial, nessa situação coincidente com a gênese do conceito.

4.2 Análise da modelização gráfica dos estudantes

A segunda questão da situação de aprendizagem pede para que os alunos façam “um desenho da situação que oriente Marcos a voltar para o bairro”. Nessa questão, além da resposta ser requisitada em linguagem gráfica, alteramos outras duas das condições do exercício anterior, solicitando que os estudantes considerem um novo horário, o das 18 horas, e que façam uso dos pontos cardeais, imaginando que o personagem possa se orientar por meio deles.

Pela elaboração do desenho, como já mencionado, era esperado que o aluno realizasse uma síntese dos nexos internos do conceito de orientação espacial, dando continuação ao processo apropriação do conceito ao ter que cumprir o objetivo da segunda ação de Davydov (1988). Para ser bem-sucedida, a expressão deveria reunir os elementos principais e indicar a relação entre eles, por meio de uma orientação ao Marcos. O Google Earth continuou disponível para o uso dos estudantes, sendo utilizado principalmente para simular a posição do Sol no novo horário.

Nesse exercício de modelação em linguagem gráfica, o estabelecimento de um novo horário se refere ao cuidado em abordar uma das características do orientador Sol que não foi explorada no desenvolvimento da primeira resposta: seu aparente movimento ao longo do dia. Já o pedido de uso dos pontos cardeais tem por objetivo que o aluno os relacione com a essência genética de se orientar espacialmente, enfatizando que o sistema cardeal é uma sofisticação feita a partir da posição dos astros. Isso porque, como notamos desde a observação das aulas e na análise anterior do processo investigativo, os alunos se referiam aos pontos cardeais sem ter clara a sua relação com a posição solar, pois apesar de citá-los não localizavam o Sol.

Tendo em vista tais condições e objetivos, passamos à imagem (Figura 20) do desenho feito por Edu. Em um primeiro momento de análise do desenho, notamos que as informações selecionadas pelo aluno são suficientes para manifestar a relação universal do conceito, elaborada pelo grupo no exercício precedente. Edu traz no centro da imagem, em um círculo duplo, o local onde o personagem está perdido, demonstrando ser este o elemento a partir do qual os outros estão relacionados; o

local de destino do personagem tem posição intermediária, à direita da imagem com o título "Alex"; os astros celestes orientadores ocupam os extremos a oeste e leste, encerrando a representação. Por fim, a frase "Va na diresão (sic) da Lua para o leste" indica como o estudante estabeleceu a relação entre as localizações. Mesmo o Google Earth apresentando grande quantidade de dados, o estudante não acresce nenhuma informação extra. Seu filtro mostra a objetividade de sua produção, indício de que tenha identificado e diferenciado as relações internas que compõem o núcleo do conceito.

Figura 20: Orientação espacial às 18 horas

Fonte: Edu (2015)

Nos detemos em seguida ao fato de que Edu não desenhou apenas o Sol, qualificado anteriormente pelo grupo como referência espacial, mas acrescentou a referência "Lua" no extremo leste da sua representação. Imaginamos que o estudante avaliou ser pouco claro dizer para o personagem caminhar no sentido contrário ao Sol, mesmo que acrescentasse o termo leste, procurando então por uma outra referência espacial. Aqui fica evidenciada a importância que os astros passaram a ter para o estudante. Fazemos tais inferências com base na lógica contida em sua frase final "Va

na direção (*sic*) da Lua para o leste”: o aluno encontrou na Lua, alocada a leste do local de origem, a relação direta com o local de destino do personagem.

Contudo, independentemente do motivo de uso da Lua, o fato de o Google Earth não a apresentar e tampouco os seus movimentos nos lançou o desafio de saber se a posição dela estava correta para aquele dia e horário e como o aluno deduziu a localização do astro. Encontramos que para o dia 10 de janeiro de 2015, data utilizada na situação didática, a Lua estaria entre a fase cheia e a minguante e nasceria a leste por volta das 22:47 horas³⁰.

Depois de saber que a resposta do estudante estava equivocada, entramos em contato com ele, em momento posterior à aula, que nos respondeu que o raciocínio foi o de opor a posição da Lua à do Sol, como se esses astros estivessem sincronizados a estarem em posições contrárias durante todo o tempo. Às 18 horas o Sol se escondia no horizonte oeste, mas apesar do nascimento da Lua ser a leste, seu horário varia durante todo o mês, não sendo às 18 horas na data da simulação. Assim, por um lado consideramos os movimentos dos astros como mais um conteúdo necessário de ser objeto de aprendizagem em aulas posteriores. Por outro, mesmo contando com uma correlação Sol-Lua equivocada, se levamos em consideração a explicação do aluno, é incontestável que ele procurou estabelecer não só a posição da Lua a partir do ponto de referência Sol, mas que também fez uso correto dos pontos cardeais.

Relativo aos pontos cardeais, percebemos que os grupos procuraram estabelecer a correlação com o Sol de maneiras variadas, mas em todas elas usando a rosa-dos-ventos. Tivemos dois casos preponderantes: a maior parte dos alunos recorreu ao livro didático e ao caderno retomando as últimas aulas das professoras e uma minoria se lembrou da convenção que afirma o nascer do sol a leste e o pôr-do-sol a oeste. Nos dois casos houve o emprego arbitrário da rosa-dos-ventos, não ajustando à orientação do desenho, mas também encontramos o uso adequado do recurso, no caso do grupo cujo desenho destacamos para essa análise.

³⁰ O horário de nascimento da Lua no dia 10/01/2015 foi consultado no site do Observatório Astronômico de Lisboa, vinculado à Universidade de Lisboa.

4.3 Resultados da análise

Ainda que seja avaliado como necessárias mais ações para assegurar a interiorização dos nexos centrais do conceito de orientação espacial pelo aluno, nossa análise levantou um conjunto de indícios de que o estudante trabalhou conscientemente a essência do conceito em condições similares àquela historicamente vivenciada pela humanidade. O modo de ação que percebemos ter sido realizado pelo estudante, desde a localização do local de origem e destino do trajeto, a instituição de um ponto de referência, no caso, de dois deles, até a determinação de uma direção a ser seguida, nos permite afirmar que o estudante não só entrou em contato com o que consideramos ser a estrutura nuclear do conteúdo da aula, mas também distinguiu seus elementos e funcionamento fundamentais concretizando-os de modo verbal e em imagem.

Destacamos a pertinência do planejamento e da prática da aula terem sido feitos a partir das ações de Davydov (1988). As duas ações iniciais nos permitiram enxergar o processo de desenvolvimento do conhecimento nos seus pormenores, inclusive sobre o papel de mediação do software. No movimento da investigação, o constante compartilhamento de ideias entre os estudantes do grupo analisado tanto complementa o que já se tinha elaborado como regulavam as propostas a partir das condições da situação.

Deixamos claro, contudo, que os fundamentos psicopedagógicos a serem assumidos no planejamento de uma situação didática podem ser distintos, desde que salvaguardem a possibilidade do processo de visualização cartográfica cujo elemento central é a interatividade entre o estudante e o ambiente cartográfico.

Durante o processo, duas funcionalidades interativas do instrumento cultural Google Earth - a simulação da incidência da luz solar e a passagem da visão azimutal para a oblíqua, a qual permitiu a observação do relevo em três dimensões - foram fundamentais para que os estudantes obtivessem dados que os levassem a estabelecer, primeiramente, a posição do Sol, e, em seguida, a posição deste em relação aos locais de origem e destino do personagem perdido.

As duas funções estavam previstas como reveladoras de informações que permitiriam aos estudantes dar saltos importantes no processo de investigação da

situação didática em questão. No entanto, não revelamos de antemão a pertinência das funções. Da maneira como demonstra o diálogo com os estudantes, esperamos que eles encontrassem dificuldades de avançar na investigação, especificamente as quais poderiam ser superadas com o uso dos recursos do software. Quando identificávamos tais momentos, como aconteceu no questionamento sobre a causa da sombra, relembrávamos os estudantes da função do programa que traria uma nova visão do cenário, deixando a eles a execução dela e as considerações subsequentes à visualização das novas informações. Essa coordenação, feita pelo professor, exige o controle pleno da aula preparada, assim como atenção ao processo em curso.

Entretanto, no percurso traçado pelo grupo analisado, foram encontradas algumas dificuldades relativas a um tipo de dado que compõe o software. Referimo-nos às imagens de satélite que em mais de um momento foram lidas de modo equivocado por não terem os estudantes conhecimento das suas características. Como alertado no subitem 3.4, a variedade das representações cartográfica e a reflexão sobre a sua produção e diferenças são ações importantes para o entendimento da Cartografia enquanto linguagem.

Salvo o apontamento anterior, a exploração das características próprias do software do modo proposto mediu, sob a coordenação do professor e com as trocas entre os estudantes, o desenvolvimento do conceito de orientação espacial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Organizamos as últimas considerações por capítulo. Ao final do primeiro, demonstramos haver um uso didático que não se apropriou conceitual e metodologicamente das características exclusivas dos mapas interativos e argumentamos que esse cenário é consequência de um problema crônico de ausência de reflexão teórica acerca dos efeitos na cognição que os mapas interativos podem propiciar, problema que encontra no período atual, de popularização de mapas digitais, o contexto de maior impacto.

Apresentamos aqui, a título de exercício para futuras pesquisas, a hipótese de que o problema crônico de ausência de pesquisas nessa interface e o uso inapropriado dos ambientes cartográficos interativos estejam fortemente relacionados com as concepções genéricas do método tradicional de ensino, inegavelmente bastante influente nas práticas pedagógicas em geral e, portanto, também no modo de conceber a função dos materiais didáticos. Em relação ao uso didático dos mapas digitais, lembramos, com base na bibliografia, que o que se tem visto é a transposição de concepções e procedimento criados junto aos mapas tradicionais para a Cartografia em tela ou, então, a percepção de que os recursos digitais contêm, eles mesmos, uma proposta metodológica implícita, sendo a sua mera inclusão garantidora do aproveitamento pedagógico deles.

Outro argumento que pesa a favor da hipótese levantada é o fato de não encontrarmos, nas pesquisas sobre o uso didático de Cartografia digital, práticas e reflexões que sejam fruto de estudos cujas referência venham do campo da psicopedagogia.

Um último fator contribuinte da nossa hipótese está nas justificativas de grande parte das pesquisas na área. Estas se concentram no entusiasmo dos alunos com o digital, no seu caráter polivalente na vida social ou simplesmente pela inevitabilidade de sua presença, não tratando da relação mapa-metodologia-conteúdo de modo direto.

Contudo, não temos dúvida de que essa hipótese extrapola nosso objeto de pesquisa, abarcando outras subáreas de pesquisa da Educação, estendendo-se ao

campo da formação docente e à análise do uso de materiais didático feito por outras escolas psicopedagógicas, não sendo prudente nos estendermos aqui em sua defesa.

Diante do cenário inicial descrito no primeiro parágrafo, consideramos serem necessárias pesquisas cujos objetivos contemplem ao menos duas questões: quais são as propriedades exclusivas dos mapas digitais e, entendendo que elas podem ser pertinentes aos processos de ensino e de aprendizagem, buscar e avaliar por meio de qual concepção de uso didático dos suportes digitais elas podem potencializar tais processos. Essas duas tarefas constituíram a maior parte de nossa pesquisa e permitiram fazermos proposições sobre o contexto problemático inicial.

Na primeira tarefa, desenvolvida ao longo do capítulo dois, o conceito de interatividade nos serviu como lupa para entender como as condições do suporte digital alteram o processo tradicional de comunicação entre o mapa e o leitor, rompendo com passividade do estudante em relação à composição da mensagem até então caracterizada no esquema *emissor* → *mensagem* → *receptor*. A modificação na última etapa do processo de comunicação cartográfica - *cartógrafo* → *mapa* → *leitor* -, causada pela interatividade, implica em que revisitemos as novas condições de comunicação, perscrutando quais são as alterações na relação com dados, com a finalidade de estabelecer uma congruência entre o contexto digital do mapa e os procedimentos pedagógicos.

A compreensão da potencialidade da nova condição de comunicação se deu ao estudarmos o recurso teórico e metodológico visualização cartográfica. A relação com o mapa interativo, proposta na ideia da visualização cartográfica, nos foi fundamental para, em seguida, nos dedicarmos à segunda tarefa, realizada no decorrer do terceiro capítulo, na qual desdobramos a estrutura de visualização cartográfica de Taylor (1994) buscando adaptá-la ao contexto pedagógico.

Sobre o processo de visualização cartográfica, gostaríamos de destacar que, ao final da investigação do que consistiria tal recurso teórico-metodológico, ficamos com uma clara ideia de complementariedade entre as duas principais propostas de seu entendimento, feitas por Taylor (1994) e MacEachren e Kraak (1997). Enquanto o triângulo de Taylor (Figura 9) nos deu um olhar de fora para dentro do que seria a visualização, mostrando esta como uma interface de três principais complementos - o suporte técnico, a comunicação e a cognição -, a percepção dos tipos de uso da

visualização dada pelo diagrama de MacEachren e Kraak (Figura 8), olhava-a de dentro pra fora, enfatizando as diferentes dimensões internas da visualização - interação, audiência, e conhecimento dos dados - para classificar seus possíveis usos do âmbito privado (investigação) ao público (comunicação).

Desse modo, apesar de nos basearmos diretamente no modelo de Taylor, saber identificar as possibilidades de uso a partir dos dois polos extremos de investigação e comunicação nos foi bastante importante para descrever e pensar a funcionalidade didática das características do software escolhido. Apesar de usarmos as duas propostas, concluímos que tanto a perspectiva que compreende a visualização cartográfica enquanto recurso teórico genérico resultante de três componentes quanto a que enfatiza suas variantes internas, podem servir, cada uma delas, a preocupações distintas no trabalho de pensar os ambientes cartográficos digitais na sala de aula, estando a cargo do pesquisador a análise do aproveitamento adequado.

Ainda no que diz respeito às alterações no processo de comunicação cartográfica impulsionadas pelo meio digital e que podem ser exploradas como recursos didáticos, consideramos que existem outros novos aspectos que não exploramos nessa pesquisa. Um deles é a coexistência das linguagens visual, verbal e sonora e outro seria a navegação hipertextual. Um terceiro tema seria refletir sobre os procedimentos e as metodologias implícitas nas funcionalidades de navegação e de análise das NTICs.

Retornando ao realizado em nossa pesquisa, apenas a compreensão das potências vinculadas à interatividade dos mapas digitais não garantia por si uma prática com desenvolvimento de conhecimento. Foi necessário, como parte da segunda tarefa, buscar nos estudos psicopedagógicos uma perspectiva de como ocorre a formação do ser humano a partir da cognição. A resposta dos estudiosos subsequentes a Vygotsky nos pareceu tão explicativa e responsável³¹ quanto complexa de ser absorvida, sendo imprescindível um retorno ao campo da Filosofia.

Abrindo um parêntesis a respeito da importância metodológica que a perspectiva psicopedagógica teve na pesquisa, a fim de evitarmos uma leitura

³¹ Referimo-nos à importância dada pela perspectiva às condições histórica e material, as quais caracterizam, inclusive espacialmente, parte da população mais distante da supressão das necessidades básicas de vida.

equivocada, alertamos que o uso didático dos mapas interativo pelo processo de visualização não é possível apenas com os pressupostos da matriz que assumimos. Reiteramos que os fundamentos pedagógicos podem ser distintos, desde que não impossibilitem o protagonismo do estudante no contato com os ambientes cartográficos, para que ocorra um processo de investigação guiado majoritariamente pelos seus atos.

Retornando à etapa de aproximação aos pressupostos teórico e metodológicos da psicologia histórico-cultural, gostaríamos de destacar não só o fato de termos questionado o nosso desempenho, mas a dificuldade que os próprios professores teriam para fazer esse movimento de estudo em relação a qualquer perspectiva psicopedagógica, sem serem negligentes com as suas aulas e a preparação delas, ofício que lhes conformam a rotina de trabalho.

À parte as dificuldades de apropriação dos princípios do referencial da Teoria da Atividade, enfatizamos os êxitos para a pesquisa que tivemos a partir de tal contato. Uma primeira contribuição esteve no papel mediador atribuído aos objetos e instrumentos culturais no processo de aprendizagem, esse entendimento nos deu repertório para diferenciar e modelar, já no planejamento pedagógico, a função laboratorial que os mapas digitais poderiam ter. Nesse momento teórico encontramos a correspondência entre a perspectiva pedagógica e a concepção de uso dos mapas pela visualização cartográfica. Essa associação entre uma proposta pedagógica que coloca o indivíduo no centro do processo usufruindo de instrumentos mediadores e o projeto de uso investigativo dos mapas foi considerada fundamental para o aproveitamento dos recursos comunicativos próprios dos ambientes interativos. Uma segunda contribuição nos encaminhou para a distribuição da responsabilidade do processo de aprendizagem aos diversos elementos que compõem a aula - os conhecimentos dos estudantes, as relações interpessoais, as mediações culturais - todos eles partilham e regulam a construção do conhecimento. Tal entendimento complexo da aula permitiu situar, mais uma vez, o papel dos suportes didáticos no conjunto de fatores participantes da aprendizagem. Conjunto que não pode ser desconsiderado em pesquisas cujo objeto de estudo seja os recursos didáticos materiais, a custo de perder a medida do papel de cada um deles e ignorar as suas inter-relações.

O desafio de harmonizar os diversos componentes participantes do ensino e da aprendizagem em uma situação didática foi em boa parte realizado com base na estrutura da AOE. Sua síntese desenvolvida a partir dos princípios da Teoria da Atividade funcionou como uma mediação teórica, dessa vez entre nós (professor/pesquisador) e a sistematização da aula com o Google Earth. Dentre os elementos da AOE, destacamos o artifício de pensar quais seriam as ações dos estudantes interessantes para a apropriação do conteúdo. A organização dos tipos de ações, feita por Davydov (1988), consistiu em instrumental para articularmos didaticamente as características do ambiente cartográfico e o núcleo do conceito de ensino. As diferentes ações contempladas também ajudaram a dividirmos os momentos da aula, enfatizando em cada um deles a investigação, o compartilhamento e a síntese.

As ações ainda nos serviram para mais uma função. Os seus objetivos específicos e o objetivo final do conjunto delas, junto ao que definimos como sendo os nexos internos da orientação espacial, conformaram os critérios para a análise dos dados da pesquisa, última etapa da segunda tarefa com que nos comprometemos.

A análise qualitativa dos dados, última etapa da segunda tarefa que desenvolvemos no capítulo quatro, demonstrou que o ambiente cartográfico interativo Google Earth, concebido enquanto um recurso didático de investigação em uma situação de aprendizagem organizada nos moldes da AOE, contribuiu como instrumento mediador entre o grupo de estudantes destacado para a análise e o conceito de orientação espacial.

Mais do que o desenvolvimento do conhecimento pelos estudantes, a análise demonstra a importância de que as práticas pedagógicas com recursos interativos da Cartografia façam uma nova leitura do sistema de comunicação cartográfica, que deixa de ter o leitor ao final e passa a ter um usuário interventor, e sejam subsidiadas por metodologias que contribuam, incorporando as potências do digital, para a relação do estudante com o conteúdo objeto da aula.

Esperamos, por fim, que nossa busca por responder as duas perguntas iniciais possa contribuir para uma relação mais congruente entre os produtos cartográficos interativos, os procedimentos metodológicos e os conteúdos disciplinares, justificando com maior solidez o uso de mapas digitais em diferentes níveis de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAS, M.; ADAS, S. *Expedições geográficas*. 6º ano. PNLD 2014-2016. São Paulo: Moderna, 1ª edição, 2011.

ALMEIDA R. A.; ALMEIDA, R. D. Theoretical approaches and future prospects of school cartography in Brazil. *Revista Brasileira de Cartografia*, n. 64/6, p. 833-844, 2012. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php?journal=rbc&page=article&op=view&path%5B%5D=488>>. Acessado em: mar. 2016.

ARAÚJO, R.; SILVA, A.; GUIMARÃES, R. *Observatório de Geografia*. 6º ano. PNLD 2014-2016. São Paulo: Moderna, 1ª edição, 2009.

BERTIN, J. *Semiologie Graphique. Les diagrammes, les reseaux, les cartes*. Paris: Les ré-impressions des Editions de l'École Hautes Études en Sciences Sociales, ([1967] 1998).

BOLIGIAN, L. *A Cartografia nos livros didáticos e programas oficiais no período de 1824 a 2002*. contribuições para a história da Geografia escolar no Brasil. Tese de doutorado. Rio Claro: UNESP, 2010.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Qualitative Research for Education*. Boston: Allyn and Bacon, Inc. 1982.

BRECHT, B. *El compromiso em literatura y arte*. Tradução: Joan Fontcuberta. Barcelona: Península, 1984.

BITTNER, M. Ensino de Geografia: a produção científica apresentada nos Espaços de Diálogos e Práticas da Associação dos Geógrafos Brasileiros (2008-2012). *Terra Livre*, ano 30, v. 2, n. 42, 2014. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/561>>. Acesso em: mar. 2016.

CAZETTA, V. Educação visual do espaço e Google Earth. In: ALMEIDA, R. (Org.). *Novos rumos da Cartografia escolar: currículo, linguagem e tecnologia*. São Paulo: Contexto, 2011.

CARVALHO, Audrei. *Poesia concreta e mídia digital: o caso de Augusto de Campos*. Dissertação de mestrado. São Paulo: PUC, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp039090.pdf>>. Acessado em: jul. 2016.

CAVALCANTI, L. *Geografia, escola e construção de conhecimentos*. Campinas: Papirus, 16ª edição, 2010.

DAVYDOV, V. *Problemas do ensino desenvolvimental: a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia*. Composto por textos da Revista *Soviet Education*, v. XXX, n. 8, aug. 1988 e por textos do livro *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Moscú: Editorial Progreso, 1988. Tradução para o português: José Carlos Libâneo; Raquel A. M. da Madeira Freitas. Disponível em:

<<http://professor.ucg.br/SiteDocene/home/disciplina.aps?key=5146&id=355>>.
Acessado em: jun. 2015.

DAVYDOV, V.; MARKOVA, A. La concepcion de la actividad de estudio de los escolares. In: DAVYDOV, V.; SHUARE, M. (Orgs.). *La Psicología evolutiva y pedagogía en la URSS. Antología*. Moscu: Editorial Progreso, 1987, p. 316 - 336.

DIBIASE, D. Visualization in the earth sciences. *Earth and mineral sciences*, v.59, n.2, 1990. Disponível em:
<<http://www.geovista.psu.edu/publications/others/dibiase90/swoopy.html>>.
Acessado em: nov. 2015.

DÜRSTELER, J. *Visualización de la información*: una visita guiada. Barcelona: Ediciones Gestion, 2002.

DÜRSTELER, J. *Ver para crear*: aprendé a analizar información em imágenes. Serie vida cotidiana y tecnologías. Entrevista feita por Rovatti, Daniela. Ministério de la Educación. Buenos Aires: Educ.ar S. E., 2012. Disponível em:
<<http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005229.pdf>>. Acessado em: dez. 2016.

ELKONIN, D. Experiencia de estudio psicológico en un grado experimental. *Cuestiones de psicología*, n. 5, 1960, p. 29 – 40.

ENZENSBERGER, H. *Elementos para uma teoria dos meios de comunicação*. Tradução: Claudia S. Dornbusch. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1979.

FABRIKANT, S.; LOBBEN, A. Introduction: cognitive issues in geographic information visualization. *Cartographica*, vol. 44, n. 3, 2009. DOI:
<<http://dx.doi.org/10.3138/carto.44.3.139>>. Acessado em mar. 2016.

FONSECA, F. *A inflexibilidade do espaço cartográfico, uma questão para a Geografia*: análise das discussões sobre o papel da Cartografia. Tese de doutorado. São Paulo: FFLCH/USP, 2004. Disponível em:
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-09082010-130954/pt-br.php>>. Acessado em: mar. 2016.

FONSECA, F. A naturalização como obstáculo da Cartografia escolar. *Revista Geografares*, n. 12, 2012. Disponível em:
<<http://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/3192>>. Acessado em: out. 2016.

FONSECA, F.; OLIVA, J. *Cartografia*. São Paulo: Melhoramentos, 2013. (Coleção Como Eu Ensino).

GIANNELLA, J.; MEDEIROS, R. Avaliação de dados: avanços por pesquisadores brasileiros. In: Spinillo, C.; Fadel, L.; Souto, V.; Silva, T.; Camara, R. (Eds). *Anais [Oral] do 7º Congresso Internacional de Design da Informação, 2015*. São Paulo: Blucher, 2015. Disponível em:
<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/cidi2015/cidi_17.pdf>. Acessado em: dez. 2016.

GIMENO, R.; BERTIN, J. A lição de Cartografia na escola elementar. Tradução: Antônio Teixeira Neto. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 2, n. 1, 1982.

GOLDER, M. (Org.). *Angustia por la utopía*. Buenos Aires: Ateneo Vigotskiano de la Argentina, 2002.

GOULART, L. *Dificuldades para aprender geografia: uma proposta de oficina de zona de desenvolvimento proximal*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Faculdade de Educação da PUC-RGS, 1993.

HARTSHORNE, R. *The nature of Geography*. Lancaster: Association of American Geographers, 1939. Disponível em: <<https://ia800309.us.archive.org/31/items/natureofgeograph010994mbp/natureofgeograph010994mbp.pdf>>. Acessado em dez. 2016.

JOHNSON, S. *O mapa fantasma: como a luta de dois homens contra o cólera mudou o destino de nossas metrópoles*. Tradução: Sérgio Lopes. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

KEIM, D.; KOHLHAMMER, J.; ELLIS, G.; MANSMANN, F. *Mastering the information age: solving problems with visual analytics*. Goslar: Eurographics Association, 2010. Disponível em: <<http://www.vismaster.eu/wp-content/uploads/2010/11/VisMaster-book-lowres.pdf>>. Acessado em: mar. 2016.

KERSKI, J. The Implementation and Effectiveness of Geographic Information Systems Technology and Methods in Secondary Education. *Journal of Geography*, 102: 3, 128-137, 2003. DOI: 10.1080/00221340308978534.

LE SANN, J. *Elaboração de um material pedagógico para o aprendizado de noções geográficas de base, no Ensino Fundamental, no Brasil: uma proposta baseada em teorias da Geografia, da Pedagogia, da Psicologia e da Semiologia Gráfica*. Paris, EHESS, 1989.

LEMOIS, André. *Anjos interativos e retribalização do mundo. Sobre interatividade e interfaces digitais*, 1997. Disponível em: <<http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/lemois/interativo.pdf>>. Acessado em: dez. 2016.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência*. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 2010a.

LÉVY, P. *Cibercultura*. Tradução: Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Editora 34, 2010b.

LIBÂNEO, J. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994.

LIBÂNEO, J. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. *Revista Brasileira de Educação*, n. 27, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n27/n27a01.pdf>>. Acessado em mar. 2017.

LURIA, A. *Desenvolvimento cognitivo*. Tradução: Fernando Limogeli Gurgueira. São Paulo: Ícone, 1990.

MacEACHREN, A. Visualization in modern cartography: setting the agenda. In MacEACHREN, A; TAYLOR, D. (Eds.). *Visualization in modern cartography*. United Kindon: Pergamon, 1994.

MacEACHREN, A.; KRAAK, M. Exploratory cartographic visualization: advancing the agenda. *Computers & Geosciences*, v. 23, nº 4, p. 335-343, 1997. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300497000186>>. Acessado em: mar. 2016.

MacEACHREN, A.; KRAAK, M. Research challenges in geovisualization. *Cartographic and cartographic information science*, n. 28, 2001.

MACHADO, A. *Pré-cinemas e pós-cinemas*. Campinas: Papirus, 1997. (Coleção Campo Imagético).

MAGUIRE, D. An Overview and Definition of GIS. In: MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.; RHIND, D. (Eds.). *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. New York: John Wiley and Sons, 1991, p. 9-20. Disponível em: <http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch1.pdf>. Acessado em: set. 2016.

MARX, K.; ENGELS, F. *A ideologia alemã*. Tradução: Luiz Claudio de Castro e Costa. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

MCCORMICK, B.; DEFANTI, T.; BROWN, M. (Eds.). Visualization in Scientific Computer. *Computer Graphics*, v.21, n.6, 1987. Disponível em: <<http://www.sci.utah.edu/vrc2005/McCormick-1987-VSC.pdf>>. Acessado em: mar. 2016.

MENG, L. Missing theories and methods in digital cartography. *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference (ICC)*, Durban: p. 1887-1894, 2003. Disponível em: <http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2003/Papers/244.pdf>. Acessado em: mar. 2016.

MORAES, S. *Avaliação do processo e ensino e aprendizagem em matemática: contribuições da teoria histórico-cultural*. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 2008.

MOURA, M. de; LANNER de MOURA, A. *Escola: um espaço cultural*. Matemática na educação infantil: conhecer, (re)criar - um modo de lidar com as dimensões do mundo. São Paulo: Diadema/SECEL, 1998.

MOURA, M.; ARAÚJO, E.; MORETTI, V.; PANASSIAN, M.; RIBEIRO, F. Atividade orientadora de ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. *Revista Diálogo Educacional*, v. 10, n. 29, 2010.

OLIVEIRA, L. *Estudo metodológico e cognitivo do mapa*. Tese de Livre-Docência. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 1978.

PASSOS, F. *A introdução de SIG no ensino de Geografia: uma comparação de artigos sobre SIG no Ensino Médio*. Trabalho de graduação individual. São Paulo: Departamento de Geografia, USP, 2012.

PASSINI, E. *Os gráficos nos livros didáticos da Geografia da 5ª série: seu significado para alunos e professores*. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da USP, 1996.

PETERSON, M. Cognitive issues in cartographic visualization. In: TAYLOR, D.; MACEACHREN, A. (Eds.). *Visualization in modern cartography*. Oxford: Pergamon Press, 1994.

_____. Elements of multimedia cartography. In: CARTWRIGHT, W. GATNER, G. and PETERSON, M. (Ed.). *Multimedia Cartography*. 2nd ed. Spring Science, 2007.

PATTERSON, T. Google Earth as a (not just) geography education tool. *Journal of Geography*, 106:4, 145-152, 2007. DOI: 10.1080/00221340701678032.

PLAZA, J. Arte e Interatividade: autor-obra-recepção. In *Brassilpaissdooofuturoboross*, 1990. (Revista eletrônica). Disponível em: <www.cap.eca.usp.br/ars2/arteeinteratividade.pdf>. Acessado em: 15 nov. 2015.

QUEIROZ FILHO, A; RORIGUES, M. *A arte de voar em mundos virtuais*. São Paulo: Annablume, 2007.

RAMOS, C. *Visualização cartográfica e Cartografia multimídia*. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

REGO, T.; OLIVEIRA, M. Contribuições da perspectiva histórico-cultural de Luria para a pesquisa contemporânea. *Educação e Pesquisa*, v.36, n. especial, p. 107-121, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022010000400009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acessado em: jan. 2017.

ROBINSON, A.; PETCHENIK, B. *The nature of maps*. Chicago: The University of Chicago Press, 1976.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C.; BEDNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. (Orgs.). *Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental*. Tradução: Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.

SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo: Hucited, 1988.

SCHULTZ, R.; KERSKI, J.; PATTERSON, T. The use of virtual globes as a spatial teaching tool with suggestions for metadata standards. *Journal of Geography*, 107:1, 27-34, 2008.

SERPA, G.; FALCÓN, A. *La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista e histórico-cultural*. Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 615-628, jul./set. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v41n3/1517-9702-ep-41-3-0615.pdf>>. Acessado em: dex. 2016.

SIMIELLI, M. *O mapa como meio de comunicação: implicações no ensino da Geografia do 1º grau*. Tese de doutorado. São Paulo: Departamento de Geografia da USP, 1986.

SIMIELLI, M. Cartografia no Ensino Fundamental e Médio in Geografia na Sala de Aula. In: CARLOS, A. (Org.) *A Geografia na Sala de Aula*. São Paulo: Contexto, 2003. Capítulo 7, p. 92-108.

SOUZA, I. *Geotecnologias e recursos multimídia no ensino de Cartografia: percepção socioambiental do rio Alcântara no município de São Gonçalo/RJ*. Dissertação de mestrado. Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014.

STEUER, J. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. *Social responses to communication technologies*, paper 104, 1993. Disponível em: <<http://www.cybertherapy.info/pages/telepresence.pdf>>. Acessado em: mar. 2016.

TAYLOR, D. Perspectives on visualization and modern cartography. In MacEACHREN, A; TAYLOR, D. (Eds.). *Visualization in modern cartography*. United Kindon: Pergamon, 1994.

THOMAS, J; COOK, K. (Eds.). *Illuminating the path: the research and development agenda for visual analytics*. IEEE Computer Society Press, 2005. Disponível em: <http://vis.pnnl.gov/pdf/RD_Agenda_VisualAnalytics.pdf>. Acessado em: out. 2015.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *Obras Escogidas*. paidología del adolescente. v. 4. Madrid: Centro de Publicaciones del MEC, 1991.

VIGOTSKI, L. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução: Paulo Beerra. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

Sites

Centro Digital de Humanidades e Ciências Sociais da Universidade do Estado de Michigan em: <http://johnsnow.matrix.msu.edu/images/online_companion/chapter_images/fig12-6.jpg>. Acessado em: nov. 2016.

Observatório Astronômico de Lisboa. Disponível em: <<http://oal.ul.pt/>>. Acessado em: jan. 2017.

Observatório do Plano Nacional de Educação. Disponível em: <<http://www.observatoriodopne.org.br/>>. Acessado em: mar. 2016.

SNOW, J. *Broad Street Map* [1954]. Departamento de Epidemiologia, Universidade da Califórnia. Disponível em: <http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/snowmap1_1854.html>. Acessado em: mar. 2016.

UNIVERSIDADE DA CALIFÓRNIA. Departamento de Epidemiologia. *Mapping the 1854 Broad Street Pump Outbreak*. Disponível em: <<http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/mapsbroadstreet.html>>. Acessado em: mar. 2016.

Welcome to the Anthropocene: An interactive story map. Disponível em: <<http://arcg.is/21A7QCL>>. Acessado em: set. 2016

ANEXOS

Anexo 1: Carta de Apresentação de Pesquisa

Universidade de São Paulo

Faculdade de Educação

CARTA DE APRESENTAÇÃO DE PESQUISA

Esta carta tem por objetivo informar as escolas interessadas sobre a pesquisa intitulada *Cartografia digital na alfabetização cartográfica: uma análise do software Google Earth como instrumento da Atividade Orientadora de Ensino*.

A pesquisa é desenvolvida em nível de mestrado na linha temática de ensino de ciências e matemática pelo pesquisador Felipe Garcia Passos e orientada pela Prof^a Livre Docente Sonia Maria Vanzella Castellar. O proponente e sua orientação estão vinculados à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), estabelecida à Av. da Universidade, 308, na Cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, CGC/MF no 63.025.530/0013-48.

A pesquisa consiste em elaborar e realizar atividades de ensino das noções da alfabetização cartográfica por meio do software Google Earth no laboratório de informática. Para o registro do desenvolvimento das atividades serão realizadas filmagens e fotografias do ambiente da sala de aula com os estudantes. A realização de filmagens está submetida ao consentimento livre e esclarecido dos pais dos alunos e à autorização da direção da escola envolvida.

O pesquisador e a orientadora se colocam disponíveis para maiores informações sobre a pesquisa.

Sonia Maria Vanzella Castellar

Assinatura: _____

Felipe Garcia Passos

Assinatura: _____

São Paulo, 12 de agosto de 2015.

Anexo 2: Termo de Consentimento Esclarecido

Termo de Consentimento Esclarecido

Eu, (nome do responsável legal) _____, RG _____, pai(), mãe(), avó(), outra pessoa detentora da guarda() declaro saber da participação do(a) _____ estudante do 6º ano da turma "A" da EMEF Ibrahim Nobre no ano de 2015 na pesquisa "Cartografia digital na alfabetização cartográfica: uma análise do software Google Earth como instrumento da Atividade Orientadora de Ensino".

Tal pesquisa é desenvolvida junto à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FE-USP) pelo pesquisador Felipe Garcia Passos (RG 46984922-8), orientado por Sonia Maria Vanzella Castellar. Na EMEF Ibrahim Nobre aplicaremos atividades de ensino das noções da alfabetização cartográfica por meio do software Google Earth no laboratório de informática.

Para o registro do desenvolvimento das atividades, serão realizadas filmagens e fotografias do ambiente da sala de aula com os estudantes em atividade. Compreendo que a qualquer momento, posso buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho. Os responsáveis pela pesquisa garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa. Declaro compreender que as informações obtidas só podem ser usadas para fins científicos, de acordo com a ética na pesquisa, e que essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento. Autorizo o uso das imagens apenas para publicações de divulgação científica, sendo preservado o anonimato do(a) estudante que está sob minha responsabilidade legal.

Nome legível do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

Telefone para contato: () _____

Anexo 3: Aula de apresentação e introdução ao software Google Earth

Opções de visão do Google Earth

O que é o Google Earth? É um programa de representação do planeta Terra. Ele permite a interação do usuário com informações geográficas por meio de muitos recursos. Nesta aula vamos aprender a usar alguns desses recursos.

1. **Abrir o Google Earth.** Clique em "Iniciar", depois em "Programas", ache o item "Google Earth" e escolha a opção "Google Earth".

2. **Localize uma praia do litoral de São Paulo.** Localize o Brasil, em seguida o estado de São Paulo e, por último, uma praia do seu litoral.

3. **Inclinar a visão do terreno.** Para isso, aperte e segure a rodinha do mouse, mantenha-a pressionada e mexa suavemente o mouse para baixo ou para cima.

4. **Acertar a posição do Sol pelo horário.** Vamos acertar o horário para as **7:00 horas** e depois para as **15:00 horas**.

Anexo 4: Versão de pré-teste da situação de aprendizagem do conceito de orientação espacial

Marcos perdido na mata

Alex completa 12 anos em um dia de janeiro. Ele combinou com seu amigo Marcos de prepararem a festa de aniversário juntos.

No dia da festa, o Marcos chegou às 7 horas na casa de Alex (marcador amarelo), localizada no bairro Balneário de Mongaguá, na cidade de Mongaguá, mas resolveu conhecer o bosque que fica ao lado.

O problema é que Marcos se perdeu na mata. Ele está no alto de num morro cheio de árvores (círculo vermelho) que o impede de ver as casas do bairro. Marcos somente vê as árvores ao seu redor e o céu sem nuvens.

O desafio é ajudar o Marcos a voltar para a casa do Alex. Com o Google Earth é possível simular a situação usando as informações apresentadas. Imagine que você tem o número do celular do Marcos e pode enviar mensagem de texto para ele.

Indique um sentido para o Marcos sair da mata e voltar para o bairro.

Agora, imagine que Marcos estivesse perdido no mesmo local, mas às 15 horas. Nesse caso, como você orientaria o Marcos? Use os pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste).

Por último, o que foi importante para orientar Marcos no espaço?

Horário e posição do Sol

Antes de responder às perguntas acerte o horário do relógio para as 7 horas.

1. Escolha a visão vertical da superfície (visão bidimensional)

O que mudou na imagem com o relógio às 7 horas?

Por que surgiu uma sombra ao lado do círculo vermelho?

2. Mude para uma visão inclinada da superfície (visão tridimensional)

Qual foi a mudança da imagem anterior para a atual?

Observe a imagem e descreva quais as novas características do relevo que você vê.

Por que a luz do sol ilumina apenas uma parte do relevo?

Anexo 5: Versão de teste da situação de aprendizagem do conceito de orientação espacial

Marcos perdido na mata

Alex completa 12 anos em um dia de janeiro. Ele combinou com seu amigo Marcos de prepararem a festa de aniversário juntos.

No dia da festa, o Marcos chegou às 7 horas na casa de Alex (marcador amarelo), localizada no bairro Balneário de Mongaguá, na cidade de Mongaguá, mas resolveu conhecer o bosque que fica ao lado.

O problema é que Marcos se perdeu na mata. Ele está no alto de num morro cheio de árvores (círculo vermelho) que o impede de ver as casas do bairro. Marcos somente vê as árvores ao seu redor e o céu sem nuvens.

O desafio é ajudar o Marcos a voltar para a casa do Alex. Com o Google Earth é possível simular a situação usando as informações apresentadas. Imagine que você tem o número do celular do Marcos e pode enviar mensagem de texto pra ele.

- Indique um sentido para o Marcos sair da mata e voltar para o bairro de Alex. Considere que Marcos não tem conhecimento dos pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste).
- Agora, imagine que Marcos estivesse perdido no mesmo local, mas às 18 horas. Faça um desenho que oriente Marcos a voltar para o bairro de Alex. Use os pontos cardeais.
- Por último, o que foi fundamental para orientar Marcos no espaço?

Anexo 6: Transcrição do episódio “Grupo: Alan, Edu e Jorge”

Professor: E aí meninos, o que vocês estão pensando?

Alan: [incompreensível] ... aquele ponto vermelho não está aparecendo.

Professor: Não? Deixa eu colocar.

Edu: A casa do Alex também não.

Professor: Vocês fecharam e abriram, né?

Edu: O Alan fez alguma coisa que...

Alan: Eu estava tentando ver as árvores assim [por baixo]...

Professor: Não dá.

Professor: Você estava tentando entrar dentro da mata, é isso?

Alan: [assente com a cabeça]

Professor: Não dá.

Edu: Professor, eu ainda não entendi como fazer esse negócio de mensagem.

Professor: É só vocês escreverem como se fosse uma mensagem de texto pro Marcos [personagem].

Alan: [mostrando a folha, aponta para o espaço em branco embaixo da 1ª pergunta] Aqui?

Professor: Sim.

[Alunos se levantam para pegar o material para escrever.]

Professor: Calma, vamos conversar. O que vocês pensaram em escrever?

Professor: Vocês estão vendo ali onde ele [Marcos] está perdido e pra onde ele tem que ir, certo?

Edu: Sim.

Alan: Só que ele não sabe onde é o leste, oeste...

Professor: É, ele não sabe. Na primeira pergunta ele não sabe os pontos cardeais.

Alan: A ideia era ele ficar em cima das árvores e pelo menos tentar uma vez.

Professor: Vamos supor que ele não consegue subir nas árvores. São árvores altas e ele é pequeno.

Jorge: É aniversário dele, professor?

Professor: É aniversário do Alex.

Professor: Como será que a gente pode dar uma direção pra ele?

Jorge: Olha, professor, ele está preso nesse círculo [aponta para o círculo vermelho], aí se ele for pra frente [aponta para o noroeste] não vai dar. Aí se ele for pra esse lado aqui [aponta para o leste], ele vai sair aqui ó [aponta para as casas] e daí dá pra ele ir andando até a casa do Alex.

Professor: Isso, mas como você diz pra ele ir para aquele lado ali [leste]? Como você pode falar isso pra ele?

[Alunos respondem juntos, suas falas se dirigem ao personagem Alex]

Jorge: Alex, você pode ir pra direita.

Edu: Qual posição você está?

Professor: E se a direita dele for pra esse lado aqui [área de mata a oeste]? Você não sabe pra frente do que ele está.

Alan: [incompreensível]... e ele não sabe onde é leste, oeste...

Edu: Marcos, o Sol está a que posição de você?

Professor: Isso, vocês podem perguntar do Sol. Lembram do relógio [função do software] que a gente acertou ontem? Por que vocês não colocam na tela pra ver como fica?

[Alunos ativam a função com o horário das 7:00]

Professor: Olha lá, 7 da manhã. É o horário que ele está perdido.

Alan: Que horas ele tem que chegar na casa do Alex?

Professor: Logo.

Edu: Vá para a direita da sombra.

Professor: O que é esse escuro aí?

Edu: É sombra de nuvem.

Professor: Mas ele não está enxergando a sombra.

Professor: Vocês tão procurando um ponto de referência. A sombra não pode ser um ponto de referência porque ele não enxerga ela.

Edu: Vá para a direita das nuvens.

Professor: Onde você vê nuvens?

Edu: Se tem sombra aqui deve ter nuvem.

Alan: Não é o sol que tem [faz gestos com a mão].

Professor: Por que tem sombra ali, gente? Olha, inclinem a tela ali [referência à visão oblíqua da imagem]. Vocês lembram como inclina a tela?

[Alunos inclinam a imagem que fica oblíqua]

Professor: Isso. Afastem um pouco mais. [diminuir a escala cartográfica]

Professor: Olha lá, porque você acha que tem sombra ali, é nuvem?

Alan: São as montanhas que cobrem o sol

Professor: É o revelo, né? Por que tem sombra de um lado e do outro não?

Alan: Porque o Sol tá desse lado [aponta para o leste da imagem] e tá isso [aponta para o morro] cobrindo o sol daqui [aponta para a face oeste do morro]

Jorge: [faz um círculo com os dedos simulado a posição do Sol na imagem]

Professor: E como a gente pode usar isso...

Edu: Tem que falar pra ele seguir na direção do Sol.

Alan: Eu falo, O... Então ele segue o Sol pra chegar.

Professor: Por que "ele segue o Sol"?

Alan: Porque a luz do Sol tá em direção à cidade.

Professor: De onde o Marcos está, o sol tá na mesma direção da casa do Alex, né?

[Alunos vão pegar lápis para escrever]