

O uso do *Google Earth* em aulas de matemática

Marcelo Almeida Bairral
Rafael Cardoso Ofredi Maia
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Resumo

Neste artigo refletimos sobre a utilização do sensoriamento remoto como estratégia didática em aulas de matemática, especificamente em geometria. O trabalho de campo ocorreu em uma turma do 9º ano em uma escola particular na cidade do Rio de Janeiro. Foram realizadas atividades orientadas no sensoriamento remoto usando ferramentas do *Google Earth*. A análise focou a noção de espaço e os resultados elucidaram aspectos do aprendizado que articulam: distância entre dois pontos; tempo e distância; representação geográfica; e comparação. O tipo de atividade trabalhada foi importante nesta articulação e se mostrou propícia à criação de um ambiente incentivador para a aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. *Google Earth*. Geometria. Ensino fundamental.

Using Google Earth in mathematics classes

In this article we reflect on the use of remote sensing as a teaching strategy in mathematics classes, more specifically geometry. We devised and implemented several activities centered on remote sensing, using Google Earth tools. The fieldwork was conducted with a ninth grade class from a private school in Rio de Janeiro, and their sense of space was the outcome analyzed. The results shed light on aspects of learning acquired from the conjoined study of four topics: the distance between two points, time and distance, and geographical representation and comparison. The type of activity was important for the students to conjoin these subjects and make discoveries. The leaning dynamics was favorable to the creation of an environment that encouraged children to learn.

Keywords: Remote sensing. Google Earth. Geometry. Primary school.

Utilizando el Google Earth en las clases de matemáticas

En este artículo reflexionamos sobre el uso de la teledetección remota como una estrategia de enseñanza en las clases de matemáticas, y más concretamente, en la geometría. La ejecución de las actividades se centró en los instrumentos de teledetección con el Google Earth. Desarrollamos varias actividades para ser llevadas a cabo en esta herramienta. El trabajo de campo fue implementado en el noveno año en una escuela privada en la ciudad de Río de Janeiro. El análisis se centró en la noción de espacio. Los resultados muestran los aspectos del aprendizaje desarrollados en la articulación entre los siguientes temas: la distancia entre dos puntos, el tiempo y la distancia, la representación geográfica y la comparación. El tipo de actividad utilizada fue importante para la articulación y los descubrimientos de los estudiantes. La dinámica de trabajo proporcionó la creación de un entorno propicio para el aprendizaje de los estudiantes.

Palabras-clave: Teledetección. Google Earth. La geometría. Las matemáticas.

Introdução

O avanço acentuado das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) vem ocasionando transformações em nosso cotidiano, sejam pessoais, sejam profissionais. Por exemplo, imagine o mundo em seu computador. Pense na possibilidade de ver fotos de lugares variados do nosso planeta, sem deslocar-se fisicamente. Imagine como seria interessante conhecer novas paisagens, ver monumentos históricos, sem sair de casa. Pense, também, que você pode ensinar e aprender com isso. Com recursos como o *Google Earth*, isto é possível. A geometria trabalhada na educação básica brasileira ainda tem sido reduzida ao estudo de noções topológicas (interior, exterior, fronteira etc.). Nessa prática, a abordagem da noção de espaço fica restrita às formas geométricas convencionais (círculos, quadrados, triângulos) e ao contexto físico da sala de aula.

O presente artigo tem como objetivo apresentar resultados de uma investigação implementada em uma turma do ensino fundamental, investigação que busca romper com essa prática, pois entendemos que o desenvolvimento do pensamento geométrico sofre influência de relações vivenciadas em outros espaços, não apenas naquele composto de formas simples e conhecidas. Nossa prática em matemática está fundamentada em um princípio que visa romper com a simples memorização e repetição de procedimentos rotineiros na resolução das atividades geométricas. A pesquisa está construída com base em dois pilares teóricos: no uso do sensoriamento remoto aplicando ferramentas do *Google Earth* e na abordagem diferenciada para o conceito de espaço no ensino e no currículo de matemática.

Nossa investigação traz contribuições para uma agenda atual da pesquisa educacional, particularmente aquela interessada nas alterações que nossa cognição e nossa comunicação estão sofrendo com o uso cada vez maior das TICs em nosso cotidiano. Com a possibilidade de simulação e de mobilidade virtual, um dos conceitos que está em constante problematização e ressignificação é a noção de espaço. Fruto de uma pesquisa em educação matemática com as TIC, o presente estudo está fundamentado em dois pilares: no uso do sensoriamento remoto como estratégia para dinamizar o ensino e a aprendizagem, e numa abordagem do conceito de espaço no currículo de matemática com o *software* Google Earth.

O uso do sensoriamento remoto no ensino

A implementação do sensoriamento remoto como uma estratégia de ensino ainda é escassa na realidade das escolas públicas brasileiras. A falta de equipamentos ou a fragilidade na formação de professores podem ser duas razões para essa escassez. Duas perspectivas de uso do sensoriamento constituíram nosso referencial teórico, pois ambas nos apresentam suporte para refletir sobre

o estudo do espaço em perspectiva educacional: Santos (2002) utilizou fotos e dados cartográficos com moradores e estudantes de determinada localidade; Valente e Pazini (2010) utilizaram, em curso de formação de professores, o programa CETGEOEscola (Centro de Tecnologia em Geoprocessamento). Este software é alimentado com dados cartográficos, 3 modelos numéricos de terreno, censitários, redes e GPS (Sistema de Posicionamento Global) para análise de distâncias. Nenhum desses estudos esteve voltado ao aprendizado matemático.

Os trabalhos anteriores buscaram oferecer uma nova ferramenta de aprendizagem e de desenvolvimento social para os educandos com o uso de atividades pautadas no sensoriamento remoto. Nos dois estudos citados (Santos, 2002; Valente e Pazini, 2010), percebemos a preocupação dos pesquisadores em elaborar atividades que permitissem estabelecer conexões com o dia a dia dos estudantes para que estes, por meio da pesquisa, pudessem desenvolver uma consciência crítica, construir relações entre seus conhecimentos e utilizá-los em diferentes áreas de estudo – e nas atividades cotidianas.

O modo como esses trabalhos foram elaborados leva-nos a crer que todo o processo de significação na aprendizagem implica partilha, comunicação, interação e desenvolvimento sociocultural (Santos, 2002). Nessa ótica, aprender deve ser entendido como um processo que envolve criação, produção e uso de significação. Nessa perspectiva, a aprendizagem associa-se ao processo de entendimento do trabalho proposto. Postulamos que aprender é uma forma que mobiliza conceitos, criando-os e recriando-os de maneiras formais e informais – por isso, a preocupação de Santos (2002) em levar os discentes à rua para falar com moradores do local estudado para que estes passassem informações aos alunos.

A investigação de Valente e Pazini (2010) enfatiza que a análise dos dados, sem recorrer a um ritmo individual preestabelecido, favorece a interdisciplinaridade. E, ainda, os resultados (exatos ou aproximados) facilitados pelo sensoriamento remoto despertam os usuários para novos projetos de estudo. As experiências vivenciadas com esse tipo de abordagem provocam mudanças identitárias, uma vez que a análise também pode conduzir a um movimento de olhar para si mesmo e refletir sobre mudanças, por meio de narrativas que acontecem durante o caminhar da implementação (Santos, 2002). De acordo com a autora, além de uma nova forma de aprender, o trabalho com o sensoriamento permite analisar regiões nunca antes visitadas pelos estudantes sem que haja a movimentação externa destes. Esse tipo de deslocamento é importante no ensino de diferentes áreas do currículo escolar, pois permite o trabalho com simulação, uma estratégia de pensamento cada vez mais habitual na cognição dos discentes.

Com os resultados das duas investigações anteriores, também podemos observar que a abordagem dos pesquisadores promove mudanças entre estudantes e professores, levando-os a representar de formas variadas o espaço cotidiano dos indivíduos, inclusive utilizando o sensoriamento remoto como forma de

capacitação profissional (Valente e Pazini, 2010). O uso escolar do sensoriamento remoto também recomenda o desenvolvimento da pedagogia da comunicação no tratamento e compreensão dos conteúdos curriculares, contribuindo para a formação contínua de professores e para o exercício da cidadania (Santos, 2002; Valente e Pazini, 2010).

O sensoriamento remoto pode ser feito com o uso de *softwares* variados, por exemplo, o *Google Earth* e o CETGEO. Este artigo abordará o *Google Earth*, por ser uma ferramenta gratuita. O CETGEO, utilizado por Valente e Pazini (2010), trabalha com recortes de imagem, enquanto o *Google Earth* trabalha com a imagem inteira e permite ao usuário uma vista mais atualizada e amplificada da região em estudo. Essa singularidade na visualização é outra característica importante no ensino de matemática e nos motivou à escolha da ferramenta do Google.

Visualização e abordagem do conceito de espaço no currículo de matemática

Nos currículos de matemática, a visualização é explorada, prioritariamente, no bloco espaço e forma. Neste bloco, a abordagem não pode ficar reduzida a explorações quantitativas (uso de fórmulas e de procedimentos de cálculo, e de transformações mecânicas de unidades de medida) e a representações cujas formas são as usuais e mais conhecidas (as figuras geometricamente “bem-comportadas”). É importante compreendermos que o desenvolvimento do pensamento geométrico é também influenciado por relações vivenciadas em outros espaços por onde circula o discente, por exemplo, o espaço sociocultural e o estrutural matemático (Bairral, 2012). Nessa perspectiva, acreditamos que ferramentas como o *Google Earth* podem enriquecer as aulas de matemática na medida em que nos ajudam na problematização e na vivência, ainda que simuladas, de experiências variadas nesses espaços.

No Brasil, a geometria trabalhada na educação básica ainda tem sido reduzida ao estudo, muito restrito, de noções topológicas. De um modo geral, as atividades são estruturadas em três tipos de espaço: o topológico (por exemplo, noções de interior/exterior, aberto/fechado, vizinhança), o projetivo (no qual as propriedades e os elementos invariantes são considerados) e o euclidiano (atenção à métrica). Além do mais, as atividades são pensadas para um espaço controlável, manuseado, conhecido.

Estudos posteriores têm ressaltado que a geometria do espaço deve ser vista como a geometria que o sujeito necessita para mover-se, não apenas a geometria das demonstrações e do raciocínio abstrato (Saiz, 1993). Em linhas gerais, as propostas existentes sublinham alguns objetivos que devem ser potencializados, entre eles: favorecer o desenvolvimento da orientação no espaço em três dimensões

(3D), estabelecer e comunicar (oralmente e por escrito) relações espaciais entre os objetos, fazer explorações qualitativas entre formas variadas e aprofundar o senso da medida (Bairral, 2012).

Analisando o pensamento dos estudantes em geometria 3D, autores como Pittalis e Christou (2010) sublinham que a construção do pensamento não se dá da mesma forma para todos os alunos. Segundo os pesquisadores, esta construção pode ser descrita por quatro tipos de raciocínio: a representação de objetos 3D, a estruturação espacial, a conceituação de propriedades matemáticas e a medida.

O raciocínio espacial, definem Pittalis e Christou (2010), refere-se a um conjunto de processos e habilidades que funcionam como uma ferramenta viável na resolução de problemas e nos permitem ir além da informação dada. Habilidades espaciais são consideradas uma forma de atividade mental que permite aos indivíduos criarem imagens espaciais e manipulá-las na resolução de vários problemas práticos e teóricos. Ainda, é a capacidade dos indivíduos para executar várias tarefas em um currículo específico. Inclui tanto 5 conhecimentos quanto competências, tais como construção de redes, representação de objetos 3D em 2D, identificação de sólidos e de seus elementos, estruturação de matrizes de cubos, cálculo da área e do volume de sólidos, e comparação de propriedades das formas em 3D.

O estudo das formas não planas no espaço (ou em 3D) e de suas relações oferece às crianças uma das melhores oportunidades para relacionar a matemática escolar com o mundo real. E, como ressaltaram Valente e Pazini (2010), o uso do sistema de informação geográfica e do sensoriamento remoto facilita reconhecimento do espaço local por meio de fotografias aéreas, de imagens de satélite e da utilização de *softwares*. Os autores enfatizam que esse tipo de procedimento possibilita um olhar diferente e um novo conhecimento do espaço vivido, com o intuito de interagir e interferir no mesmo. E, particularmente para o espaço geométrico, interações com esse tipo de sistema de sensoriamento auxiliam na análise da representação e na construção do projeto de algo que se deseja modelar (Richard, 2011).

Ainda falando em 3D, se perguntarmos a crianças de 8 a 9 anos – crianças que tenham visto algum filme em 3D – o que significa 3D, é possível obtermos estas respostas: “a gente vai lá dentro”; “a imagem vem fora, em cima da gente” etc. Algumas respostas, inclusive, vêm acompanhadas de gestos. Levando em consideração essa riqueza de percepção e de formas de expressão, implementações no ensino fundamental podem, também, ampliar o espectro comunicativo, e não priorizar atividades nas quais os alunos tenham que efetuar registros nos moldes convencionais.

No que se refere aos recursos didáticos, mesmo pesquisas atuais que buscam alternativas inovadoras para o ensino ainda são restritivas quando o assunto é o desenvolvimento de materiais para enriquecer a abordagem do conceito de espaço no currículo de matemática (Meneghetti, 2011). Por exemplo, no caso de crianças pequenas, as noções de medida ou de distância não são de simples compreensão.

O mesmo acontece em situações de análise dos planetas e de suas órbitas. Talvez a falta de trabalhos dessa natureza (uso de globos, mapas, rosa dos ventos, bússola etc.) seja a razão da dificuldade que muitas pessoas apresentam para orientar-se em lugares e cidades ainda desconhecidos. O caso seguinte, relatado por uma professora da educação infantil, em pesquisa desenvolvida por Mercedes Carvalho (Bairral, 2012), é outro interessante exemplo da percepção das crianças:

Uma aluna (de uns 3 anos de idade) chegou dizendo que sua mãe tinha ido para o Japão. O resto da turma também começou a dizer que a mãe também ia para o Japão e, então, peguei o globo e levei para a classe e localizei no globo onde elas estavam (cidade de Natal) e onde estava o Japão e as questionei se era perto ou longe indicando a rota no globo. Quando as crianças perceberam que era longe, desistiram da viagem da mãe dizendo que ela não ia ao Japão, pois iria ficar longe de casa e, então, não iria buscá-las na escola (Professora Mercedes, UFAL, outubro de 2011).

O exemplo anterior ilustra a noção intuitiva (longe ou perto) de distância que as crianças possuem e que é feita na educação infantil. Não como algo apenas mensurável, quantificável. Agora, questionaria o leitor: o que teria acontecido se a professora não tivesse usado o globo? E se ela tivesse exemplificado com um mapa do mundo? Ou, ainda, se dispusesse de um computador conectado e utilizasse um recurso como o *Google Earth*?¹ Portanto, acreditamos que estudos como o que ora descrevemos contribuem com o enriquecimento desse tipo de prática na educação básica.

Um aspecto da noção de espaço, a dimensão, tem sido objeto da pesquisa de Panarkou e Pratt (2011). Utilizando outra ferramenta do Google, o *SketchUp*² (versão 7), os pesquisadores analisaram como crianças de 10 anos de idade desenvolveram a noção de dimensão. Os autores observaram que o ambiente informático estimulou os alunos no desenvolvimento dessa importante noção matemática e que as ferramentas do *software* possibilitaram a articulação de ideias sobre direção e independência de movimento em 2D e 3D. Os estudantes expressaram descobertas sobre polígonos, eixos (que eram úteis como referência para o julgamento da direção de linhas desenhadas em 3D) e cubos (por exemplo, estes eram criados com o uso de linhas em três cores diferentes). Os estudiosos sublinharam que experiências sobre dimensão, mesmo com crianças pequenas, podem ser vivenciadas em recursos como o *SketchUp*. Todavia, enfatizaram os autores, as atividades devem ser cuidadosamente planejadas.

Torna-se importante destacar que não estamos atribuindo à tecnologia (*Google Earth*, neste caso) a responsabilidade para as mudanças na qualidade do aprendizado, até porque estamos em sintonia com Buzato (2008, p. 328), quando

1. Em trabalhos recentes, estamos iniciando implementações das atividades utilizando o *Google Earth* com estudantes do ensino fundamental e médio (Maia e Bairral, 2011).
2. *Google SketchUp* é um programa livre de modelagem 3D. Seu download pode ser feito em <<http://www.baixaki.com.br/download/google-sketchup-free.htm>>

este autor propugna que “a inclusão digital, em qualquer contexto, será marcada simultaneamente por apropriações e conflitos relacionados às TIC” e, dessa forma, o docente precisa buscar modos de entender a forma de apropriação e de minimização de conflitos. Mediante essa forma crítica de compreensão por parte dos educadores, acreditamos que as políticas de inclusão digital assumiriam outra configuração, possivelmente mais efetiva em termos de implementação na práxis educativa.

Sobre a pesquisa em educação matemática com as TIC

Os dados apresentados neste artigo são oriundos de um projeto de pesquisa mais amplo que objetiva desenvolver práticas em educação matemática com as TIC na educação básica³. Acreditamos que aprender matemática deveria ser compreendido como um processo que também envolve criação e construção, processos que devem ser continuamente mobilizados nas práticas escolares, em todos os níveis de ensino. Nossa proposição contém atividades pensadas para o ensino fundamental, do 6º ano ao 9º ano.

Neste artigo, apresentamos resultados obtidos no trabalho de campo com uma turma do 9º ano, realizado no mês de maio de 2011, em uma escola particular localizada na cidade do Rio de Janeiro. Ainda que não tenham sido sujeitos de nossa investigação, tivemos o acompanhamento do professor de matemática, da professora de computação e da coordenação pedagógica da escola. A turma tinha dezesseis alunos com média de idade de 14 anos. Priorizamos o trabalho individual no computador. No primeiro momento, os estudantes viram como baixar o software e, em seguida, conheceram as ferramentas (tutorial) que seriam usadas em cada atividade. Os alunos não tinham conhecimento de como usar o *Google Earth*⁴.

Embora as situações tenham sido pensadas para os conteúdos da geometria, elas buscam envolver o aluno em seu aprendizado e permitem estabelecer conexões com contextos extra-aula e com outras disciplinas. Foram elaboradas atividades de dois tipos: 1) para conhecimento de ferramentas do *software* e 2) atividades para exploração e desenvolvimento de conteúdos matemáticos.

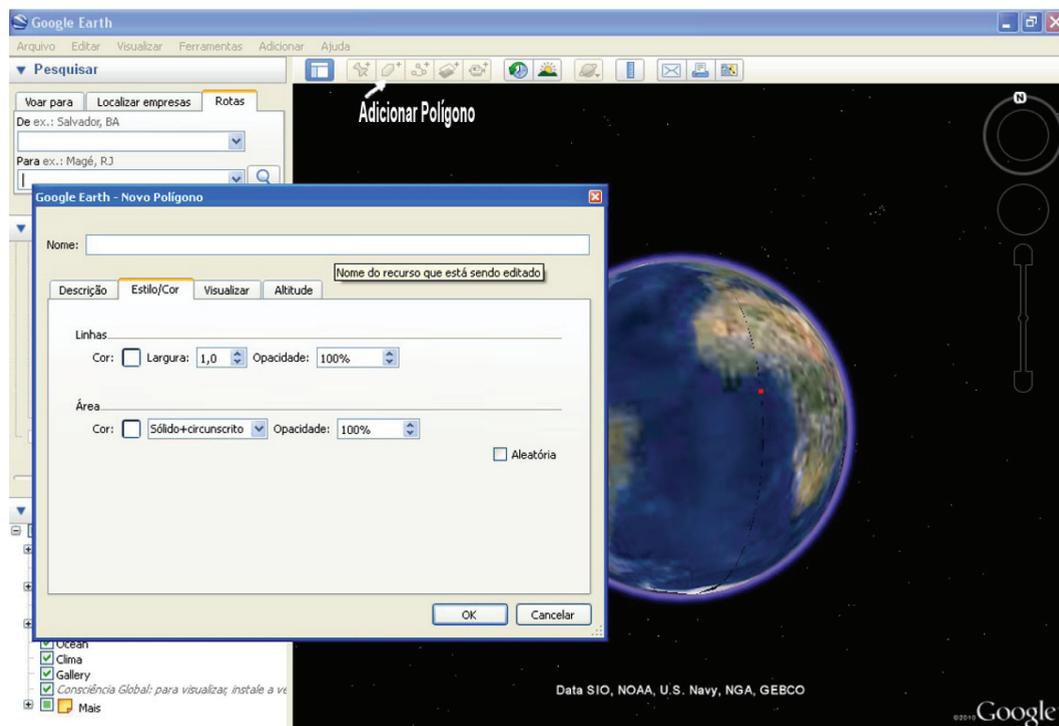
A seguir, ilustramos um exemplo de cada atividade⁵. A primeira ilustração mostra um tutorial para a construção de polígonos, a segunda exhibe uma atividade por meio da qual se exploram os conteúdos matemáticos de distância, tempo, representação geográfica e comparação.

3. Projeto “Tecnologias da informação e comunicação, aprendizagens matemáticas e formação na Educação Básica e Tecnológica”, financiado pela FAPERJ.

4. Esta ferramenta pode ser obtida gratuitamente em <<http://earth.google.com>>.

5. Para obter informações detalhadas de nossa proposição, veja Maia (2011) e Maia e Bairral (2011). Particularmente em Maia (2011), o interessado conhecerá um tutorial para o manuseio das atividades elaboradas no *Google Earth*.

Figura 1 – Ilustração de como é possível construir polígonos no *Google Earth*



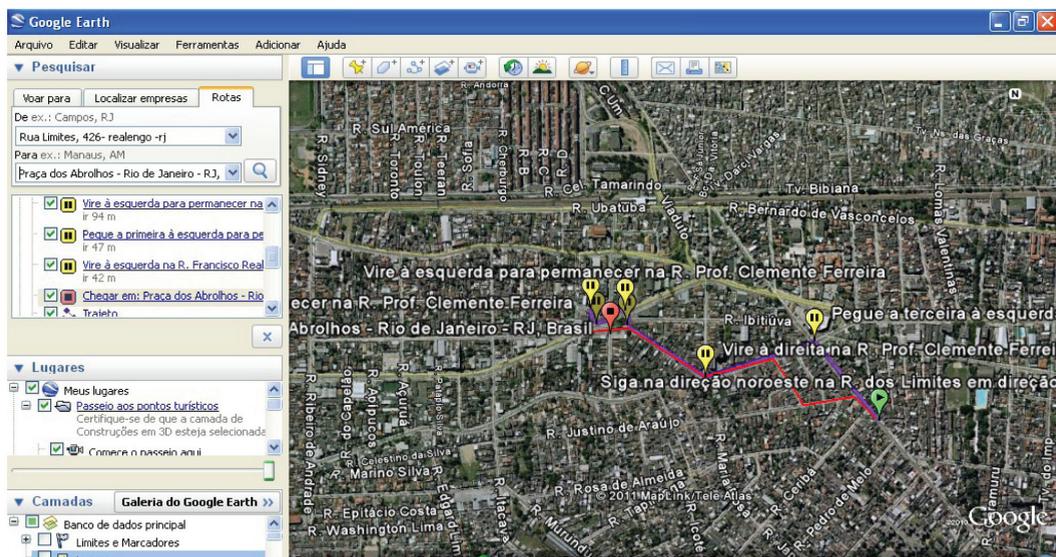
Fonte: Imagem gerada no *software* pelos autores.

Esta atividade permite a criação de polígonos⁶ por meio da marcação de pontos para produção de marcações mais detalhadas, para análise de ruas, quadras, terrenos, etc. Para sua utilização, basta clicar no menu “Adicionar Polígonos”, escolher o tipo de área desejada, a largura das arestas, a opacidade da figura e a sua cor, conforme ilustrado na figura anterior.

Vejamos, a seguir, um exemplo de atividade que objetiva a exploração e o desenvolvimento de conteúdos matemáticos. A atividade “Distância da Casa à Escola” tem como objetivo a análise quantitativa da distância entre a casa em que aluno mora até a sua escola. A atividade foi pensada para ser realizada com o recurso rotas e régua. Esta ferramenta permite que o usuário escreva na caixa de origem o local onde mora e, em seguida, na caixa de destino, o local para onde deseja ir.

6. A ferramenta polígonos é comumente utilizada por prefeituras para a divisão de terrenos e para o controle de desmatamentos, construções etc.

Figura 2 – Em roxo, caminho sugerido pelo satélite; em vermelho, caminho feito pelo aluno.



Fonte: Imagem gerada no *software* pelos autores.

Os conteúdos matemáticos pensados para o desenvolvimento nesta atividade são:

1. *Distância entre dois pontos.* Vamos analisar, a partir de um ponto determinado, o tempo, a distância da casa à escola, se o aluno vai a pé ou de ônibus, de carro, de bicicleta; se o estudante passa na casa de alguém antes de ir, etc.
2. *Tempo e distância.* Quando usamos a ferramenta rotas, no *Google Earth*, encontramos o menor caminho entre dois pontos e o tempo que leva para sairmos de um ponto A e chegarmos a um ponto B. A partir daí, vamos analisar o caminho do discente à escola e o caminho sugerido pelo satélite.
3. *Representação geográfica.* Podemos descobrir novos caminhos, os quais o programa não dispõe para os usuários, ter uma visão aérea da região e analisar os dados obtidos com mais cautela, pois os alunos nem sempre apresentam o mesmo caminho sugerido pelo programa.
4. *Comparação.* Vamos comparar a distância entre o caminho feito pelo aluno e o caminho sugerido pelo satélite. Dependendo das trajetórias apresentadas, pode-se usar o Teorema de Pitágoras, para se verificar a menor distância e

fazer uma modelagem matemática por meio da comparação das trajetórias feitas pelos discentes.

Embora não estejamos interessados em identificar e analisar os tipos de raciocínio utilizados pelos estudantes na realização da atividade, a situação anterior contempla três tipos de raciocínio (Pittalis e Christou, 2010): a representação de objetos 3D, a estruturação espacial e a medida. Desta forma, o estudo pode ser inspirador para a análise futura entre a relação dos tipos de raciocínio dos estudantes e as habilidades espaciais desenvolvidas com o uso do *Google Earth*.

Análise de uma das atividades trabalhadas com os alunos do 9º ano

Utilizamos os seguintes instrumentos para a coleta de dados: registros de resolução de atividades em fichas próprias, captura constante de telas geradas no *software*, formulário de autoavaliação e diário de observação (dos pesquisadores). A análise esteve voltada às respostas dadas pelos alunos a partir das atividades propostas, juntamente com suas respectivas telas. Nesse momento da pesquisa, focamos a noção de espaço, especificamente aspectos relacionados à comparação e à análise de distâncias.

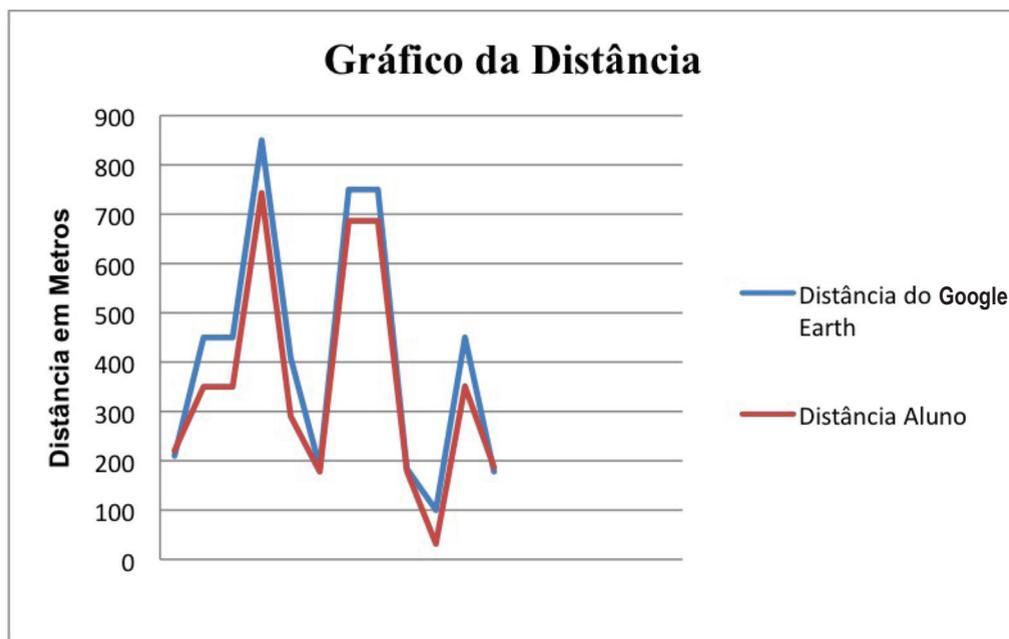
Além dos diferentes conteúdos matemáticos (apresentados anteriormente) que podem ser explorados com essa atividade, optamos por discutir a análise dessa situação neste artigo uma vez que ela nos permite discutir o conceito de distância. A noção de distância entre dois pontos é uma ideia geralmente abordada nas aulas de matemática. É também uma noção intuitiva, que adotamos, por exemplo, para atravessar uma rua⁷. No currículo escolar, a exploração dessa noção fica restrita ao contexto da geometria euclidiana. Nesse tipo de geometria, a menor distância entre dois pontos é uma reta. Todavia, existem outros tipos de geometria em que essa propriedade não é válida, como na hiperbólica, na esférica ou na Geometria do Táxi.

Na realização da atividade “Distância da Casa à Escola”, pudemos observar que a maioria dos alunos não sabia que poderia fazer o seu próprio caminho. Por meio desse exercício, começamos a fazer comparações entre as diferenças de caminho e tempo, como podemos ver na figura 3⁸, seguinte.

7. Embora muitas vezes não atravessemos corretamente, temos a intuição de qual seria o menor (e menos perigoso) caminho percorrido na travessia.

8. Os gráficos foram construídos no Excel pelos autores deste artigo. Os estudantes também tiveram a oportunidade de construir os seus gráficos e compará-los com os de seus colegas.

Figura 3 – Gráfico da distância entre a casa do aluno e a escola.



Fonte: os autores.

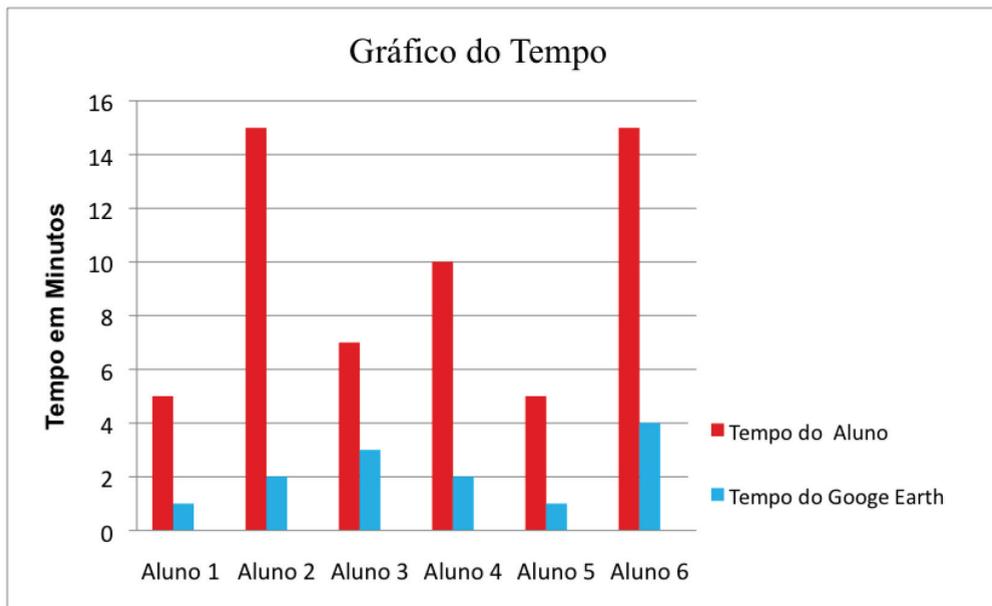
Analisando o gráfico anterior, podemos perceber que existem estudantes que moram perto da escola. Portanto, o *software* leva em consideração o ponto de partida e o de chegada. Nessa lógica, os alunos que moram mais próximo à escola possuem, às vezes, um caminho maior do que o considerado pelo *Google*. Alguns fatores influenciam essa variação, como, por exemplo, a rua da escola não ser de mão dupla, aumentando, assim, a distância a ser percorrida. Logo, como o *software* leva em consideração se a rua é de contramão, não corta caminho por praças e quadras públicas, entre outros, o trajeto sugerido pelo programa na maioria das vezes é mais longo que o caminho feito pelo aluno.

Esse tipo de discussão é importante de ser feito com os discentes e promove o que denominamos análise qualitativa do espaço, e não apenas aquela que irá mensurar as distâncias, sem uma reflexão e relativização das mesmas. Por exemplo, percebendo a diferença de caminho sugerida pelo *software*, os alunos começaram a comparar as medidas, calculando a diferença existente entre elas, pois os que vão juntos para casa possuem trajetórias diferentes. Os discentes, por meio da ferramenta régua (na aba linha), mediram a distância entre a sua casa e a casa do colega e, analisando a distância entre elas, perceberam que havia ruas paralelas por meio das quais poderiam economizar tempo e, desse modo, caminhar menos. Nessa análise, vão emergindo, naturalmente, outras noções, como o caso do paralelismo. E vamos notando o envolvimento e a percepção dos

estudantes nessa dinâmica de descobrimento: “*Eu gostei de poder ver minha casa no Google Earth e poder saber o meu trajeto até a escola*” (Estudante Luciano⁹, 15/09/11 – grifos dos autores).

Dando continuidade à atividade, solicitamos aos alunos que marcassem em seus relógios o tempo que levavam de casa para a escola. Percebemos que o tempo que os estudantes levavam para completar o percurso era muito maior do que o tempo dado pelo *Google Earth*. A partir da aquisição desses dados, selecionamos aleatoriamente seis alunos para elaborarmos um gráfico para a comparação dos tempos obtidos pelos discentes e o oferecido pelo programa, como o que segue.

Figura 4 – Gráfico do tempo entre a casa e a escola.



Fonte: os autores.

Como podemos observar no gráfico acima, a diferença entre os tempos obtidos (o marcado pelo aluno e o do *software*) é significativa. A partir desta análise, solicitamos aos estudantes que assim procedessem: voltassem pelo caminho que eles fizeram (por meio da ferramenta reguá, na aba caminho) e elaborassem o mesmo trajeto por meio da ferramenta adicionar caminho. Feito tal procedimento, percebemos que o resultado em relação ao tempo diminuiu ainda mais, ou seja, o tempo que obtivemos com o *software* não possui a mesma precisão que o caminho oferecido pelo programa.

Analisando os gráficos anteriores, verificamos que no primeiro passo

9. Nome fictício.

trabalhamos com a distância em metros e o tempo em minutos. Para o melhor entendimento dos estudantes, propusemos uma atividade na qual os discentes tinham que passar para quilômetros e centímetros as medidas que estavam em metros; e o tempo de minutos para horas e segundos. Desta forma, pudemos abordar mais um conteúdo: a conversão de medidas de distância e de tempo. Este procedimento é feito no *software* (menu régua, na aba caminho). Conforme os alunos vão realizando a sua trajetória, eles podem ir convertendo as medidas de metros para polegadas, quilômetros, centímetros, etc.

Resultados da pesquisa

Mediante a análise realizada na seção anterior, podemos verificar que a atividade no *Google Earth* que propôs a análise da distância da casa à escola permitiu-nos explorar, integradamente, tópicos relacionados ao paralelismo de ruas, à conversão de unidades e ao tempo necessário para realizar determinado trajeto. Esta análise foi enriquecida pela representação e estudo de gráficos.

Percebendo a diferença de caminho sugerida pelo *software*, os alunos começaram a comparar as medidas, calculando a diferença existente entre elas, pois os que vão juntos para casa possuem trajetórias diferentes. Os discentes, por meio da ferramenta régua (na aba linha), mediram a distância entre a sua casa e a casa do colega e, analisando a distância entre elas, perceberam que havia ruas paralelas que lhes permitiam economizar tempo e, portanto, caminhar menos. A partir dessa atividade, pudemos pensar na otimização, de modo que analisamos todos os caminhos possíveis e escolhemos aquele que possuía a menor distância e o menor tempo.

Tendo por base os conteúdos matemáticos pensados para o desenvolvimento da atividade anteriormente analisada, no quadro seguinte ilustramos as aspectos observados na aprendizagem dos estudantes com a implementação daquela atividade.

Quadro 1 – Aspectos matemáticos observados na realização da atividade

Aspectos matemáticos	O que observamos
Distância entre dois pontos	Relativizar a menor distância entre dois pontos, comparando o caminho percorrido pelo aluno e o indicado pelo software.
Tempo e distância	Associar tempo e distância e buscar fatores que interferem nesta associação, por exemplo, o sentido (mão/contramão) da rua.
Representação geográfica	Analisar cautelosamente a visão de determinada região, pois os alunos nem sempre utilizam o caminho sugerido pelo programa.
Comparação	Comparação de trajetórias e análise das mesmas com base em conhecimentos matemáticos prévios. Otimização.

Fonte: os autores.

Os aspectos anteriores foram abordados conjuntamente. Este é outro fator desafiante desse tipo de intervenção: desenvolver os conceitos de forma articulada, pois infelizmente, nas aulas de matemática, os conteúdos são trabalhados isoladamente. Por exemplo, primeiro o aluno mede, em seguida trabalha com conversões (procedimentos). Com o trabalho no *Google Earth*, vimos que é possível realizar a articulação e aprofundamento de conhecimentos segundo as demandas das próprias atividades. Cabe, portanto, ao professor pensar em atividades que promovam esse tipo de integração conceitual.

Esse tipo de abordagem também gera certo estranhamento nos alunos, principalmente pelas possibilidades de descobertas e possíveis incertezas relacionadas a determinados conteúdos matemáticos. No entanto, a naturalidade com que as dúvidas surgiam promovia nos discentes um modo diferente de lidar com essas incertezas. Observamos que os estudantes deixavam de ver suas dificuldades como barreiras impenetráveis e, aos poucos, com a ajuda do professor, dos próprios colegas e até mesmo do *software*, buscavam esclarecer seus questionamentos. A pesquisa de Panorkou e Pratt (2011) com o *Google SketchUp* também destacou a importância do ambiente informático para a naturalização e minimização das dúvidas e conflitos conceituais dos alunos.

Como na pesquisa de Valente e Pazini (2010), percebemos que a prática de questionar, analisar, comparar, organizar e correlacionar informações e conceitos matemáticos é possível de acontecer mediante atividades com o *Google Earth*. Verificamos que a maioria dos discentes envolveu-se no trabalho e evidenciou aprendizagem. Mas nem todos os resultados obtidos foram positivos. As respostas dos alunos nem sempre correspondem ao esperado pelo docente. Alguns estudantes podem não gostar ou sentirem-se motivados, como o caso do aluno 5 (ver quadro 2). Respostas como essa merecem atenção em estudos futuros, com o intuito de buscar compreender razões possíveis para a resistência apresentada pelo aluno.

Quadro 2 – Autoavaliação dos alunos sobre o trabalho no *Google Earth*

Aluno	O que mais gostou	Não gostou	O que aprendeu
1	Que aprendi a matemática e ao mesmo tempo sobre o <i>Google Earth</i> .	Nada.	Muitas coisas, o que eu mais amo é a matemática, sobre a Internet e sobre a distância, tempo, figuras geométricas e muitas coisas que não lembrava.
2	Toda a aula.	Nada, foi superlegal.	Que existem satélites, que podemos instalar no computador que não deixa a gente se perder.
3	Ver a distância dos lugares.	Nada. Gostei de tudo.	Converter as medidas de distância.
4	Do <i>Google Earth</i> , pois dá para eu me localizar.	Gostei de tudo.	Como me localizar pelo software apresentado e a calcular as áreas e perímetros das quadras apresentadas.
5	Não gostei de nada.	Não gostei de nada.	Não aprendi nada, isso é muito difícil.

Fonte: os autores.

Considerações Finais

Neste artigo desenvolvemos uma reflexão sobre o aprendizado matemático utilizando o *Google Earth*. Nossa análise mostrou que é possível trabalhar esse recurso em atividades de geometria, não para a reprodução de práticas convencionais, mas para a deflagração de um processo de ensino em que o estudante se envolve e do qual participa mais, em seu aprendizado.

O uso do sensoriamento remoto pode ter como objetivo subsidiar os alunos para compreender e refletir sobre a sua realidade (Santos, 2002). E, como no estudo de Valente e Pazini (2010), também observamos que nesse tipo de prática os discentes aprendem conhecimentos disciplinares específicos e desenvolvem uma atitude crítica frente a questões geográfico-sociais. No caso específico de geometria com o *Google Earth*, verificou-se que é possível articular e aprofundar conhecimentos de acordo com as demandas das próprias atividades. Cabe, portanto, ao professor pensar cautelosamente em atividades (Panorkou e Pratt, 2011) que promovam esse tipo de integração conceitual, seja no âmbito de uma mesma disciplina, seja com saberes de outros campos disciplinares.

O desenvolvimento do pensamento geométrico é complexo e possui singularidades de visualização e de representação. Os resultados mostraram aspectos do aprendizado dos estudantes desenvolvidos de forma articulada entre os seguintes tópicos: distância entre dois pontos; tempo e distância; representação geográfica; comparação. Todavia, desdobramentos com exploração de representações em 3D com professores em formação inicial ou continuada tornam-se importantes. Nosso estudo também pode ser inspirador para a análise futura entre a relação dos tipos de raciocínio dos estudantes e as habilidades espaciais desenvolvidas no trabalho com o *Google Earth* (Pittalis e Christou, 2010).

Embora não tenha ocorrido em nossa pesquisa, o número excessivo de alunos em sala de aula tem sido um empecilho para a utilização da informática educativa nas escolas. No caso do *Google Earth*, é importante que o aluno tenha a oportunidade de trabalhar individualmente no *software*. Ainda que a dinâmica de aula promova interações sobre as descobertas dos discentes, verificamos que os alunos se sentem motivados quando têm a oportunidade de verificá-las e simulá-las pessoalmente. E, nessa prática de uso da informática, estamos de acordo com Santos (2002) nisto: os discentes não podem ficar restritos somente ao laboratório, para realizar uma pesquisa utilizando o sensoriamento remoto. Por mais que tenhamos todo esse suporte, não podemos privar o contato dos estudantes com a sociedade, pois eles devem ter a chance de conhecer diferentes opiniões e levá-las para a sala de aula, para que possam, por meio de debates, desenvolver a sua consciência crítica.

É importante ressaltar que nenhum aparato tecnológico garante a melhoria da qualidade do processo de ensino. O professor continua assumindo papel essencial

na constituição de um ambiente propício para o aprendizado. Além de elaboração e proposição de atividades que promovam o envolvimento e a descoberta por parte dos alunos, esse ambiente deve potencializar uma prática pedagógica dialógica.

Neste artigo, analisamos o aprendizado de alunos do 9º ano do ensino fundamental. No entanto, pensamos ser providencial apresentar a reflexão de uma futura professora de matemática sobre a sua vivência com o *Google Earth* em outra implementação nossa.

Nós participamos de uma oficina sobre o *Google Earth*. Aí eu resolvi postar um comentário né... rsrs. Bom, o que eu achei mais interessante, além dos conteúdos matemáticos que podem ser abordados com esse programa, é a relação que pode ser feita do conhecimento matemático com conceitos relacionados a outras disciplinas como a história e a geografia. Isso por dois aspectos, primeiro porque esse programa tem uma ferramenta que permite visualizar as áreas há algum tempo atrás e nos dias de hoje, com isso os alunos conseguem perceber que mudanças ocorreram, principalmente do que diz respeito à expansão imobiliária. Nesse aspecto, eles podem ver, por exemplo, que áreas que tiveram de ser desmatadas para que as casas fossem construídas. Além disso, também é possível ver em que cidades essa expansão foi feita de maneira mais organizada e estruturada seguindo determinados padrões (Licencianda Carolina, 05/12/2011 – grifos dos autores).

Em sua narrativa, observamos a percepção da licencianda de que o trabalho com o *software* pode promover discussões interdisciplinares de diferente natureza. Finalizamos com esta reflexão, ressaltando a importância da formação inicial de professores para o uso das novas tecnologias. Essa formação deverá desenvolver nos futuros professores um conhecimento profissional comprometido com os avanços da sociedade. Isso implica uma formação docente que habilite os futuros educadores a utilizar tais conhecimentos em sua prática de forma crítica e autônoma.

Referências

BAIRRAL, Marcelo A. O desenvolvimento do pensamento geométrico na Educação Infantil: Algumas perspectivas conceituais e curriculares. In Mercedes Carvalho & Marcelo A. Bairral (Eds.), *Matemática e Educação Infantil*. Petrópolis: Vozes, 2012 [prelo].

BUZATO, Marcelo E. K. Inclusão digital como invenção do cotidiano: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 38, p. 325-342, 2008.

MAIA, Rafael C. O.; BAIRRAL, Marcelo. A. Uma ferramenta virtual para a matemática no ensino fundamental. *Pátio Ensino Fundamental*, n. 60, 2011, p. 22-25.

MAIA, Rafael C. O. O Google Earth no Cotidiano da Matemática: Atividades com

Google Earth para o Ensino Fundamental, 2011. *Monografia* (Graduação em Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

MENEGHETTI, Renata Cristina G. Experimentoteca de Matemática: discussões sobre possibilidades de sua utilização no processo de o ensino e a aprendizagem de Matemática. *Práxis Educativa*, 6(1), 2011, 121-132.

PANORKOU, Nicole; PRATT, Dave. *Using Google sketchup to research children's experience of dimension. Anais... PME35*, Ankara, v. 3, p. 337-344, 2011.

PITTALIS, Marios; CHRISTOU, Constantinos. Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial ability. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), p. 191-212, 2010.

SANTOS, Vania Maria N. Escola, *Cidadania e Novas Tecnologias: O sensoriamento no ensino*. São Paulo: Paulinas, 2002.

VALENTE, Jose Armando; PAZINI, Dulce Léia G. O uso do Sistema de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto em sala de aula: questões teóricas e práticas. *Ciências Humanas e Sociais em Revista*, v. 32, n. 1, p. 59-74, 2010.

RICHARD, Philippe. La interacción con applets Java para El aprendizaje de las matemáticas. *Uno*, n. 58, p. 8-24, 2011.

Recebido em março de 2012.

Aprovado em junho de 2012.

Marcelo Almeida Bairral, doutor em Educação Matemática pela Universidade de Barcelona com estudos de pós-doutorado em Educação Matemática pela Universidade do Estado de Nova Jersey, EUA. É professor associado da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, coeditor do periódico Ciências Humanas e Sociais em Revista e coordenador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática - Gepem. Foi coordenador do GT19 Educação Matemática da ANPEd (2010-2011). Publicações recentes: Pesquisa, ensino e inovação com tecnologias em educação matemática: de calculadoras à ambientes virtuais (Rio de Janeiro: Edur, 2012); Interagindo, ouvindo o silêncio e refletindo sobre o papel do formador em chat com professores de matemática (Educar em Revista. SE1, p. 173-189, 2011). Email: mbairral@ufrjr.br

Rafael Cardoso Ofredi Maia, graduado em Matemática pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foi monitor da disciplina Didática da Matemática no período de 2010 a 2011. Publicação recente: Uma ferramenta virtual para a matemática no ensino fundamental (co-autoria com: BAIRRAL, Marcelo Almeida. *Pátio Ensino Fundamental*, n. 60, 2011, p. 22-25).. Email: opet.rafael@gmail.com
