Revista Brasileira de Educação em Geografia
www.revistaedugeo.com.br
ISSN 2236-3904

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NAS AULAS DE GEOGRAFIA FÍSICA: superando obstáculos para construção de significados

Julio Cesar Epifanio Machado
juliogeografia@gmail.com

Doutorando em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP). Professor de Geografia do Ensino Fundamental II e Médio da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (SME-SP). Endereço: Av. da Universidade, 308. Cidade Universitária. CEP 05508-040. São Paulo/SP

RESUMO

O presente artigo é resultado de uma pesquisa que foi realizada com alunos matriculados no nono ano de uma escola pública municipal localizada em São Paulo (SP). Com base na teoria do Realismo Nominal e dos Obstáculos Epistemológicos, investigamos como ocorreu a aprendizagem de um Processo Físico Elementar, no caso, o alagamento. Nossa pergunta foi: *A identificação por, parte dos alunos, dos setores propensos à infiltração da água, ao seu escoamento superficial, ou da ocorrência de alagamentos em um perfil topográfico possibilitou a superação das suas opiniões realistas diante do Processo Físico Elementar em pauta?* Nossa hipótese é a de que quando se organizam e se aplicam atividades investigativas pautadas na Análise Geográfica Integrada das variáveis ambientais, proporcionamos aos estudantes oportunidades de superação das suas representações realistas sobre as causas dos alagamentos e as possibilidades de ocorrência em determinada área. A principal contribuição deste estudo é fornecer subsídios teóricos e metodológicos para o planejamento das aulas de Geografia que visam trabalhar com temas comuns à Geografia Física no Ensino Fundamental II e na perspectiva da Alfabetização Científica.

PALAVRAS-CHAVE

Realismo nominal. Obstáculo epistemológico. Processo físico elementar. Análise geográfica integrada. Atividade investigava.

RESEARCH TEACHING IN PHYSICAL GEOGRAPHY CLASSES:
overcoming obstacles for the construction of meaning

ABSTRACT
The present article is the result of a research that was carried out with students enrolled in the ninth year of a municipal public school located in São Paulo (SP). Based on the theory of Nominal Realism and Epistemological Obstacles, we investigated how the learning of an Elementary Physical Process occurred, in this case, flooding. Our question was: Does the identification by students of areas prone to water infiltration, surface runoff, or flooding in a topographic profile make it possible to overcome their realistic opinions regarding the Elementary Physical Process in question? Our hypothesis is that when research activities based on the Integrated Geographic Analysis of environmental variables are organized and applied, we provide students with opportunities to overcome their realistic representations about the causes of flooding and the possibilities of it occurrence in a given area. The main contribution of this study is to provide theoretical and methodological support for the planning of Geography classes that aim to work with themes common to Physical Geography in Elementary Education and in the perspective of Scientific Literacy.

KEYWORDS
Nominal realism. Epistemological obstacle. Elementary physical process. Integrated geographic analysis. Research activities.

Introdução

Nesta introdução iremos expor de modo conciso os pressupostos pedagógicos e geográficos que sustentam esta pesquisa. Referimo-nos às teorias do Realismo Nominal e do Obstáculo Epistemológico, ao conceito de Processo Físico Elementar e às propostas de estudo da paisagem sob a ótica da Análise Geográfica Integrada. Ao serem articulados, tais pressupostos possibilitaram a elaboração de tarefas que formaram uma atividade investigativa, conforme iremos detalhar na seção "Metodologia".

Em sala de aula, o Realismo Nominal e os Obstáculos Epistemológicos podem auxiliar na identificação de diferentes sistemas de pensamento e na análise sobre o modo como o aluno desenvolve seus saberes. Conforme assinalado por Machado (2013, p.22, grifo nosso), com base em Piaget (2005):

> Dizemos que uma pessoa é **realista** quando uma **palavra é diretamente associada ao contexto dado pelo sujeito a esta palavra em uma determinada situação**. O **significante (palavra)** existe em função do seu **significado (contexto) imediato**. Sem este contexto não poderia (para o sujeito realista) existir a palavra. Nestes casos **a ideia que se tem da palavra associa-se diretamente a um contexto imediato**.

O realismo também é uma característica basilar dos Obstáculos Epistemológicos, e essa é uma das principais relações que podem ser estabelecidas entre a teoria piagetiana e a bachelardiana. Para melhor elucidar essa afirmação, vejamos ao que se refere o obstáculo animista:

> Na formulação da opinião animista, **o corpo humano passa a ser adotado como modelo geral de fenômeno explicativo** (BACHELARD, 2008, p.202). **Não diferenciar a vida da inércia, as ações conscientes (intencionais) dos movimentos inconscientes (atividade mecânica)** constituem os argumentos que caracterizam este tipo de opinião. Essa **tendência de atribuir vida e consciência a seres inanimados** é uma variante do realismo nominal [...]. (MACHADO, 2013, p. 25, grifos nossos)

No caso do obstáculo do conhecimento geral, este problema:

> [...] baseia-se no **pensamento respaldado apenas pelos dados provenientes de um contexto imediato**: observa-se um objeto ou fenômeno; coloca-se os dados e informações observadas em destaque, seja por conveniência ou ingenuidade, para depois **utilizá-los nas explicações de outros fenômenos que ocorrem nos mais diferentes contextos**, gerando imagens distorcidas da realidade. Seriam **metáforas mais adequadas para um texto literário, artístico** [...]. (MACHADO, 2013, p. 29, grifos nossos)

Entendemos que o contrapondo do conhecimento cotidiano é o conhecimento científico. Segundo Castellar e Machado (2014, p.230, grifos nossos), para Gaston Bachelard, esse tipo de saber:

> [...] é o que **deveríamos ter pensado e jamais o que aceitaríamos de antemão**. **Precisar, retificar e diversificar seriam algumas das atitudes centrais do fazer científico**, o que requer do sujeito **exercitar o desapego daquilo que já conhece ou crê entender**, não declinando frente a um provável impulso conservativo. Porém, desconfiar de nossos conhecimentos prévios ou, no limite, abandoná-los, requer **superar barreiras estabelecidas pela própria vida cotidiana, transpondo determinados obstáculos para a realização da cultura científica**.

No momento, o mais importante a ser destacado nesse amplo debate epistemológico que envolve, de um lado, a epistemologia genética representada por Jean Piaget e, de outro, a epistemologia histórica fundamentada em Gaston Bachelard, é que tanto o Realismo Nominal quanto os Obstáculos Epistemológicos são propostas de interpretação do conhecimento que procuram elucidar o modo de pensar presente em nosso cotidiano e que o aluno, invariavelmente, traz para a sala de aula. Em ambos os casos, referem-se ao pensamento espontâneo ou desencadeado, quando o sujeito pauta-se apenas na experiência sensível (possibilitada pelos sentidos) ou psicológica (desencadeada pela memória, sentimentos e desejos, por exemplo) para formular o

conhecimento, construir sua opinião na esfera do saber cotidiano. Em consonância com Bachelard (2008, p.27), admitimos que este realismo "[...] susta a investigação, ao invés de provocá-la", sendo assim uma limitação imposta pelo próprio cotidiano que influencia na construção do conhecimento acerca dos componentes da natureza e, no caso do ensino da Geografia Física na Educação Básica, na aprendizagem dos Processos Físicos Elementares. Conforme definido por Machado (2013, p. 65), esses processos são:

> […] aqueles percebidos como adversos em área urbana por serem comumente abordados enquanto fatores que eventualmente prejudicam a mobilidade das pessoas, ameaçam a integridade física e/ou provocam prejuízos aos bens materiais. São de conhecimento da população em geral por fazerem parte direta ou indiretamente do seu cotidiano (lugar de vivência e outros lugares), seja regularmente, em períodos específicos do ano ou de outra forma cíclica ou mesmo previsível.

Exemplos de Processos Físicos Elementares são os movimentos de massa (como os deslizamentos), subsidência dos solos, inundações, erosão (continental e costeira), vendaval, tornado, entre outros. As propostas de estudo da paisagem incluídas sob o rótulo da Análise Geográfica Integrada configuram-se como possibilidades de investigação desses processos. Dentre essas propostas, podemos citar, por exemplo, os geossistemas, a ecogeografia e a analise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados (ROSS, 2006).

Mas o que existe em comum entre essas propostas? A resposta dessa pergunta assinala para um possível significado da Análise Geográfica Integrada: em cada uma verifica-se a realização de conexões entre os componentes da paisagem a partir de sua identificação e descrição, e posterior estabelecimento de tipologias por meio da realização de agrupamentos dos componentes considerados, os quais podem representar, por exemplo, a suscetibilidade à ocorrência de um processo em uma determinada área. Desse modo, podemos afirmar que a Análise Geográfica Integrada concorre para:

> [...] a compreensão da totalidade dos componentes naturais na perspectiva de suas mais variadas possibilidades de conexões, escalas temporais, de representação e análise. Segundo Ross (2008, 2009), tem como objetivo geral a integração de variáveis naturais, socioeconômicas e socioambientais [...] o que requer *observações, análises, comparações, correlações, identificação, ordenação e classificação,* funções do pensamento que estimulam o raciocínio do aluno para que estes possam compreender o ambiente de forma relacional, tal como recomendado por Pierre Monbeig já na década de 1950 no contexto do debate sobre o ensino de geografia no Brasil. (CASTELLAR e MACHADO, 2014, p. 233)

No Ensino Fundamental II, para viabilizar o estudo dos conceitos pelos estudantes na perspectiva da Análise Geográfica Integrada, da relação sociedade-natureza sob esse

ponto de vista, elegemos como base referencial inicial para a elaboração da atividade investigativa os conhecimentos procedentes da cartografia geomorfológica, em especial a proposta das Unidades de Paisagem, mapa-síntese cuja produção considera os atributos físicos, bióticos e antrópicos para o estabelecimento de diferenciação entre áreas vizinhas, assim como possíveis articulações entre as unidades estabelecidas.[1] Essa proposta baseia-se na interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite, entre outras fontes de informação.

Dependendo do modo como são empregados pelo professor para elaboração das aulas, os conhecimentos cartográficos podem possibilitar aos estudantes a construção do conceito com a mediação da técnica, viabilizando a superação das opiniões realistas acerca dos objetos e eventos em diversas escalas de análise e representação. De fato, segundo Castellar e Machado (2012, p. 47), enquanto procedimento, a cartografia possibilita a realização de problematizações relacionadas tanto à dimensão social (política, economia e cultura) quanto à ambiental (física, química e biológica). Em outras palavras, a cartografia favorece a construção da visão geossistêmica do espaço geográfico. Desse modo, conforme iremos demonstrar no decorrer deste artigo, a cartografia, seus procedimentos, configura-se como um conhecimento que pode auxiliar na elaboração de atividades investigativas, procurando contribuir para a alfabetização científica[2] dos alunos, o que inclui a superação das suas opiniões realistas em relação aos Processos Físicos Elementares.

O esquema gráfico inserido a seguir (Figura 1) sistematiza as principais informações apresentadas anteriormente:

[1] Sobre a cartografia geomorfológica, conferir Florenzano, 2008. A respeito das Unidades de Paisagem, verificar Martinelli e Pedrotti, 2001.

[2] A Alfabetização Científica visa inserir o aluno no universo do fazer científico. Na atualidade, alfabetizar cientificamente não significa formar "minicientistas" nas escolas, ou seja, seres capazes de resolver pequenos afazeres cotidianos, tampouco infundir nos alunos, através de tarefas que valorizam a memorização e a reprodução de informações, o significado dos conceitos e as principais características de uma determinada teoria, algo que pouco ou nada contribui para que passem do plano experiencial vivenciado para o plano das abstrações. No processo de Alfabetização Científica, procura-se envolver o estudante com os saberes científicos para, por exemplo, aplicá-los na resolução de algum tipo de problema nas diferentes dimensões de sua vida ou refletir sobre a própria adequação das consequências dessas teorias nos planos econômico, político, cultural e ambiental. Sobre a Alfabetização Científica, conferir Sasseron, 2010.

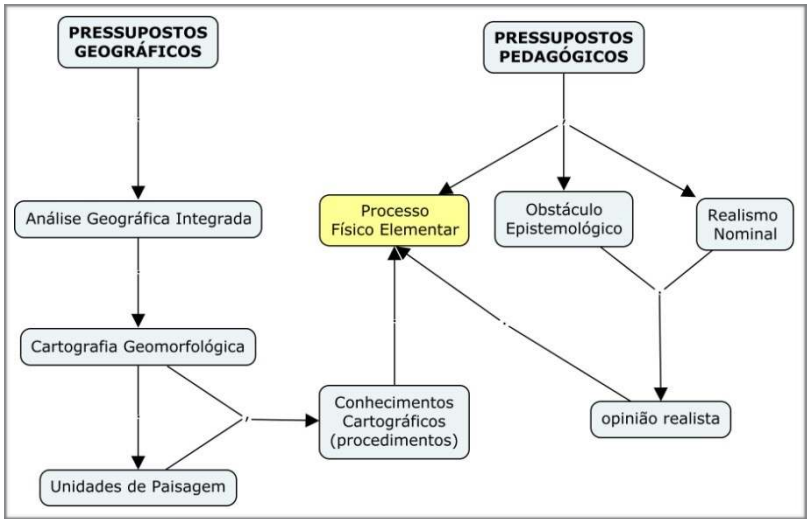


Figura 1: Pressupostos Pedagógicos e Geográficos da pesquisa
Elaboração do autor (2017)

Metodologia

Além do estudo dos pressupostos geográficos e pedagógicos, mais cinco etapas compõem o percurso desta pesquisa: (i) seleção do Processo Físico Elementar a ser considerado na atividade investigativa e levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do processo antes da elaboração e aplicação da referida atividade; (ii) elaboração dos instrumentos de pesquisa e dos respectivos procedimentos para organização da atividade investigativa; (iii) elaboração das tarefas que compõem a atividade investigativa; (iv) aplicação da atividade investigativa; e, (v) análise dos resultados obtidos com a aplicação da atividade investigativa para responder a pergunta desta pesquisa, a qual representa nosso objetivo específico e problema, qual seja: "A identificação, por parte dos alunos, dos setores propensos à infiltração da água, ao seu escoamento superficial, ou da ocorrência de alagamentos em um perfil topográfico possibilitou a superação das suas opiniões realistas diante do Processo Físico Elementar em pauta?"

Para selecionar o Processo Físico Elementar a ser investigado pelos alunos foi realizada pelo responsável pela pesquisa uma revisão bibliográfica e um estudo de campo da microbacia hidrográfica onde está localizada a escola. Depois de definir a configuração ambiental da área, constatou-se que a escola e seus arredores são suscetíveis à ocorrência dos alagamentos. Esse trabalho foi seguido do levantamento dos

conhecimentos prévios dos alunos que iriam participar da aplicação da atividade investigativa. O intuito era verificar a necessidade de aplicar ou não uma atividade com foco na causa e origem dos alagamentos em área urbana, assim como sua possibilidade de ocorrência na escola e seus arredores.[3]

Quando esses alunos foram questionados sobre a origem dos alagamentos, constatamos que as opiniões mais recorrentes (cerca de 60% do total de alunos) foram aquelas que sugerem como a causa do problema o excesso de chuvas ou o aquecimento global. Trata-se de significados realistas atribuídos ao significante alagamento, pois remetem tanto ao animismo, ou seja, a atribuição de vida ou intenção a algo inanimado (excesso de chuvas), como a utilização de uma figura de linguagem (a hipérbole aquecimento global) que substitui termos técnicos e verbos que expressam relações. Também segundo a maioria dos estudantes (cerca de 80%), os alagamentos não ocorrem na área onde estudam, ou seja, em um lugar de vivência comum a todos os alunos. Quando solicitamos a eles que justificassem sua opinião sobre a ocorrência ou não desse problema, constatamos que a orientação das respostas é realizada por aquilo que vivenciam ou observam em seu cotidiano ("Nunca vi ou ouvi falar sobre o assunto, portanto ele não ocorre"). Diante desses dados, ficou constatado que a elaboração e a aplicação da atividade investigativa para os alunos superarem suas opiniões realistas a respeito do problema dos alagamentos eram necessárias.

Desse modo, para elaboração dos instrumentos de pesquisa e dos respectivos procedimentos para organização da atividade investigativa, seguimos os seguintes passos: 1 – Primeiro, determinamos a área que seria estudada pelos alunos e elaboramos o perfil topográfico da área escolhida. Este perfil configura-se como um instrumento de pesquisa:

[3] Para mais detalhes a respeito deste levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos participantes desta pesquisa a respeito do problema alagamento, conferir Machado (2013).

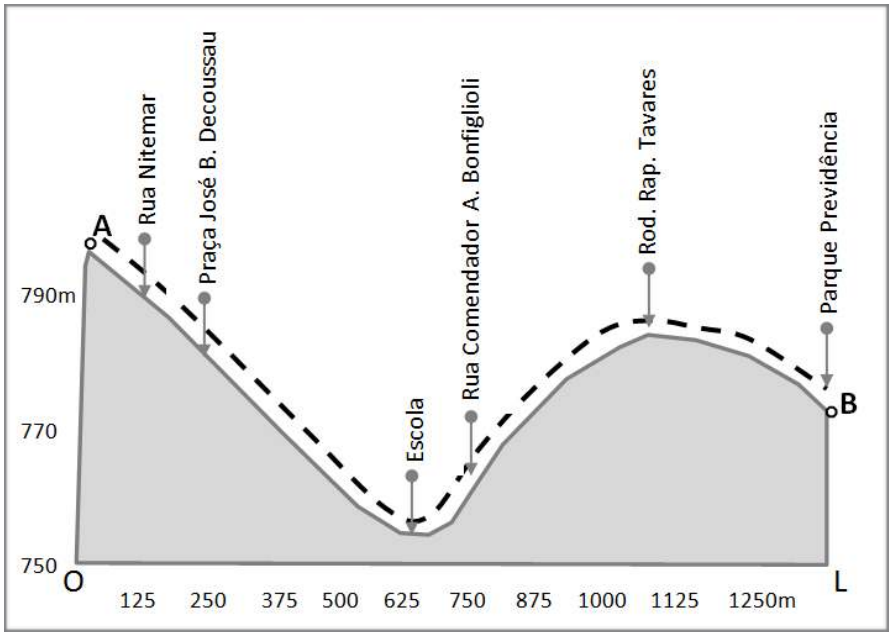


Figura 2: Perfil Topográfico da área selecionada para o estudo
Fonte: Machado (2013, p. 51) - adaptado

2 – Posteriormente, em uma planta cartográfica, lançamos os pontos A e B do perfil topográfico para os alunos visualizarem o local representado no perfil, com destaque para a localização da escola. A planta cartográfica é mais um instrumento de pesquisa.

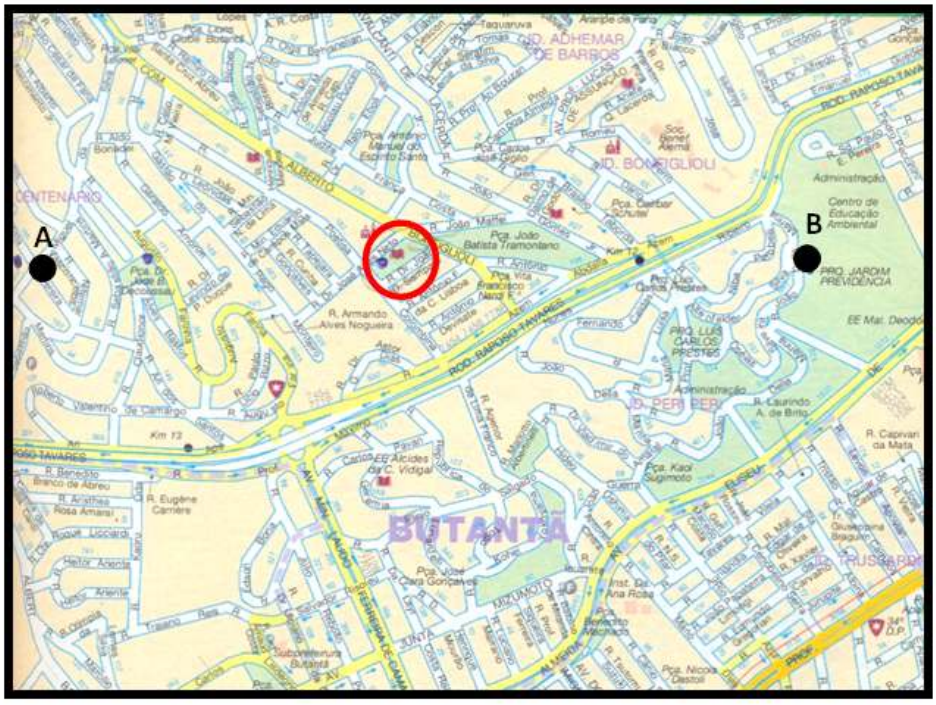


Figura 3: Planta do Guia de Ruas com destaque para a localização da escola (círculo vermelho).
Fonte: Nogueira, Camargo, Erbetta (2007). Escala aproximada: 1 cm = 125 m.

3 – Sobre uma imagem de satélite que abrange a mesma área da planta cartográfica, lançamos os pontos A e B do perfil topográfico para os alunos visualizarem novamente o local representado no perfil. A imagem de satélite é outro instrumento de pesquisa:



Figura 4: Imagem de satélite.
Fonte: *Google Maps* (acesso em fev. 2011).

4 – Por fim, elaboramos um quadro com algumas informações relevantes para os alunos poderem realizar a investigação pretendida:

Quadro 1 - Parâmetros para análise da paisagem (adaptado de Machado, 2013, p. 54).

Fator a ser destacado	Cor da linha	Características
Áreas propensas aos alagamentos	Vermelha	Mais baixas em relação ao seu entorno; planas ou levemente inclinadas; com edificações (impermeabilizadas)
Áreas propensas ao escoamento superficial da água	Amarela	Inclinadas e impermeabilizadas.
Áreas propensas à infiltração da água	Verde	Com vegetação; planas ou levemente inclinadas.

Nota: Cinza escuro indica vegetação; outros tons de cinza mais claros indicam edificações e arruamento[4]. A água tende a infiltrar no solo nas áreas com vegetação.

[4] A imagem de satélite foi impressa em "preto e branco", o que justifica a orientação da análise dos "tons de cinza" da imagem.

O quadro é um instrumento de pesquisa com indicações dos principais procedimentos a serem realizados pelos alunos para a realização da investigação proposta. Aos instrumentos de pesquisa devem ser associados, portanto, procedimentos de pesquisa. Instrumentos de pesquisa e procedimentos de pesquisa constituem os elementos centrais de uma atividade investigativa. Desse modo, a elaboração de uma atividade investigativa pressupõe, basicamente: (i) elaborar, organizar e/ou selecionar os instrumentos de pesquisa que permitem investigar o problema em pauta (em nosso caso, a possibilidade de ocorrência do alagamento no lugar de vivência dos alunos); e (ii) determinar os procedimentos de pesquisa que possibilitam investigar o problema a partir dos instrumentos de pesquisa adotados.

O instrumento de pesquisa deve servir para o aluno dialogar e questionar o mundo. Com base em Demo (1991, p. 88), podemos afirmar que o instrumento de pesquisa pode despertar o ator político nos estudantes, ou seja, alguém capaz de criar e propor soluções, colocando-os em situações de aprendizagem que ultrapassam o mero despertar da curiosidade ou do assombro. É por essa razão que o instrumento de pesquisa assume um papel essencial em qualquer atividade investigativa que tenha como propósito a superação das opiniões realistas, e deve ser definido com muita cautela antes de ser empregado para o planejamento das aulas.

Uma vez organizado os instrumentos da atividade investigativa e definido os seus procedimentos, elaboramos as seguintes tarefas:

Quadro 2 - Tarefas da atividade investigativa

Tarefas	Propósitos
1	Identificar o ponto de vista do perfil topográfico (visão frontal), elaborado previamente pelos pesquisadores.
2	Refletir sobre o ponto de vista do perfil topográfico (visão frontal) para confrontá-lo com a imagem de satélite (visão vertical) nas tarefas 3 e 4.
3	Traçar a linha de corte do perfil topográfico na planta cartográfica e na imagem de satélite.
4	Identificar no perfil topográfico os setores propensos à infiltração da água e ao seu escoamento superficial ou a ocorrência de alagamentos (mediante parâmetros previamente estabelecidos pelo pesquisador).
5	Escolher uma hipótese sobre a causa dos alagamentos para ser estudada em outra oportunidade.
6	Reavaliar se existe a possibilidade de ocorrerem inundações na escola e seus arredores.
7	Elaborar uma pergunta sobre o problema discutido para ser pesquisada em aulas futuras.

Elaboração do autor (2016).

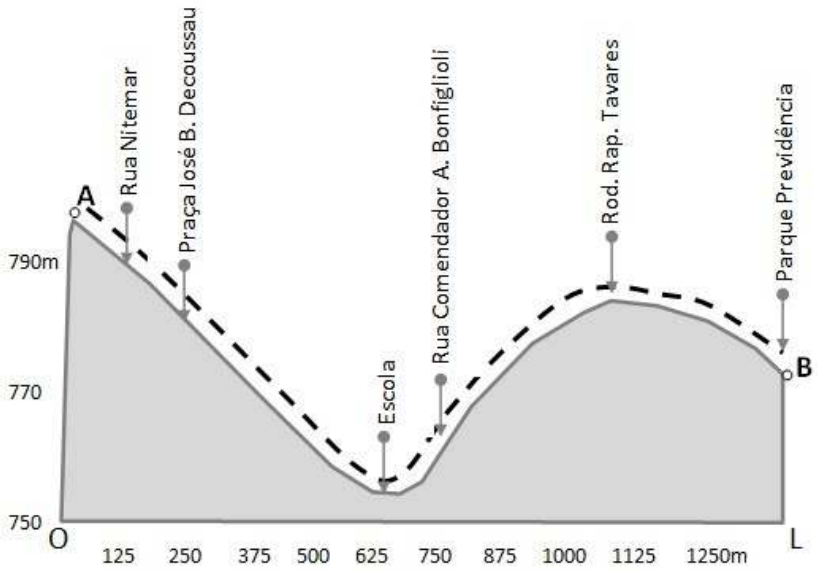
Realizamos a aplicação da atividade investigativa em uma escola da rede pública municipal localizada em São Paulo. Participaram cento e dezoito alunos com idade média de quatorze anos inscritos na oitava série (8º séries A, B, C e D), atualmente denominada nono ano. A aplicação da atividade investigativa foi realizada pelo pesquisador mediante autorização da gestão da escola e ocorreu em duas aulas de quarenta e cinco minutos cada, no período em que os alunos frequentavam a escola (matutino) e na classe (turma) que estavam matriculados (cerca de 30 alunos por sala). Não houve intervenção do pesquisador no que se refere ao esclarecimento de dúvidas dos estudantes ou mesmo atendimento às solicitações de uma explicação adicional. Realizadas em dupla, as tarefas que compõem a atividade investigativa foram impressas em folhas de sulfite tamanho A4 e grampeadas. Além do enunciado de cada tarefa, nessas folhas também podemos conferir espaços destinados para os estudantes registrarem suas respostas, de modo a compor o material de apoio ao aluno ou apostila, conforme apresentamos na sequência.

MATERIAL DE APOIO AO ALUNO

Nome:_____

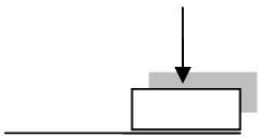
Série: _____ Data:_____

Perfil Topográfico com a localização da escola e seus arredores

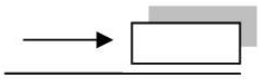


1) Assinale com um "x" a alternativa correta:
   - Qual é o ponto de vista verificado na representação do Perfil Topográfico?

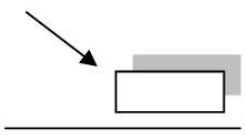
a. Vertical



b. Frontal (horizontal)



c. Oblíquo

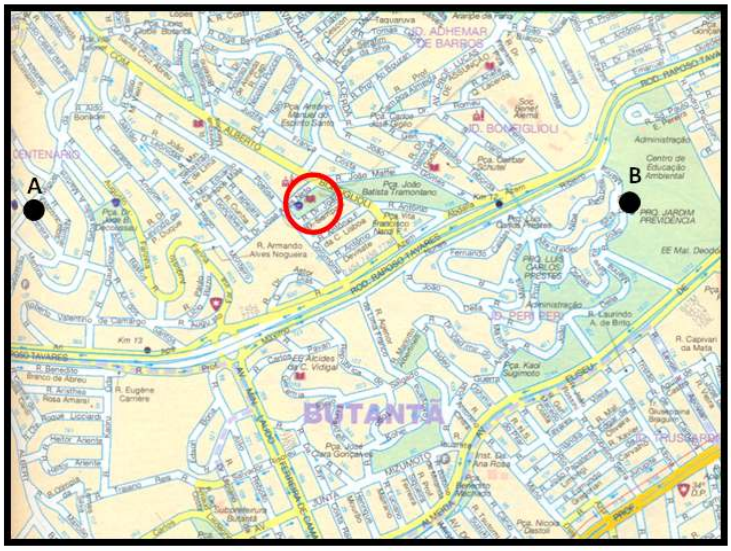


2) Justifique sua resposta para a questão 1.

_____

_____

3) Observe a planta cartográfica e a imagem de satélite com o Ponto A e o Ponto B verificados no Perfil. Tanto na planta quanto na imagem, ligue estes dois pontos com uma régua (linha reta entre os pontos A e B). A linha revelará para você o local representado no perfil topográfico.





4) Observe a tabela abaixo e destaque *na linha tracejada* do perfil topográfico na folha anterior:

Dinâmica	Cor da linha	Características
Áreas propensas aos alagamentos	Vermelha	Mais baixas em relação ao seu entorno; planas ou levemente inclinadas; com edificações (impermeabilizadas)
Áreas propensas ao escoamento superficial da água	Amarela	Inclinadas e impermeabilizadas.
Áreas propensas à infiltração da água	Verde	Com vegetação; planas ou levemente inclinadas.

Nota: Cinza escuro indica vegetação; outros tons de cinza mais claros indicam edificações e arruamento. A água tende a infiltrar no solo nas áreas com vegetação.

5) Hipótese é uma resposta preliminar dada a um problema ou uma pergunta. Dessa forma, reflita: caso você fosse realizar uma pesquisa sobre os alagamentos na área onde está localizada a escola e seus arredores, qual das hipóteses você gostaria de adotar para ser confirmada ou não no seu estudo? (Não deixe de considerar o que foi discutido nas aulas anteriores para tomar a sua decisão.)

a) Excesso de chuvas.
b) Aquecimento Global.
c) Falta de investimento em infraestrutura.
d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas (em relação ao seu redor).
e) Ocupação humana muito próxima dos rios.

6) Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola ou em suas proximidades? Justifique sua resposta.

_____

_____

_____

7) Tendo em vista o que foi estudado nas últimas aulas (causa e ocorrência dos alagamentos), elabore uma ou mais perguntas para serem respondidas através de uma pesquisa.

_____

_____

_____

Resultados e Discussão

As tarefas 1 e 2, sobre o ponto de vista do perfil topográfico, tinham como objetivo contribuir na realização de uma leitura autônoma dos instrumentos de pesquisa da atividade investigativa, ou seja, sem a intervenção do pesquisador. A maioria dos alunos (cerca de 70%) obteve êxito ao responder a pergunta "Qual é o ponto de vista verificado na representação do perfil topográfico?", para qual a resposta a tarefa 2 provocou a reflexão sobre o assunto. Seguem alguns exemplos de justificativas das duplas que selecionaram a alternativa "b" da tarefa 1: "Porque estamos vendo a imagem de frente"; "Porque a visualização topográfica é mais correta do lado frontal (horizontal)"; "Porque a maneira como a imagem está possibilita tirar essa conclusão"; "Porque o perfil topográfico a gente vê de frente (horizontal)".

Na sequência, os alunos foram orientados a associar a planta cartográfica e o perfil topográfico com a imagem de satélite. O traçado da linha na imagem de satélite correspondia ao local exato representado no perfil. O próprio enunciado da tarefa 3, inclusive, já alertava os alunos a respeito dessa relação. Nesse momento, os alunos confrontaram a visão frontal do perfil topográfico com a visão vertical características das plantas cartográficas e das imagens de satélite. Esse exercício foi essencial para que colocassem em prática os procedimentos de pesquisa que seriam solicitados logo na sequência, e em um ambiente de máxima liberdade intelectual.[5]

De fato, as três primeiras tarefas foram um preparativo para a realização da análise solicitada na tarefa 4: assinalar as áreas propensas ao alagamento, ao escoamento superficial da água ou à infiltração. Os perfis topográficos apresentados adiante (Figura 5) são alguns exemplos dentre vários outros que poderíamos destacar neste artigo. Com o intuito de facilitar a sua visualização, recortamos a parte superior do perfil (com os nomes dos pontos de referência indicados) para melhor destacar os setores definidos pelos alunos.

[5] Sobre a questão da liberdade intelectual, conferir Carvalho (2012).

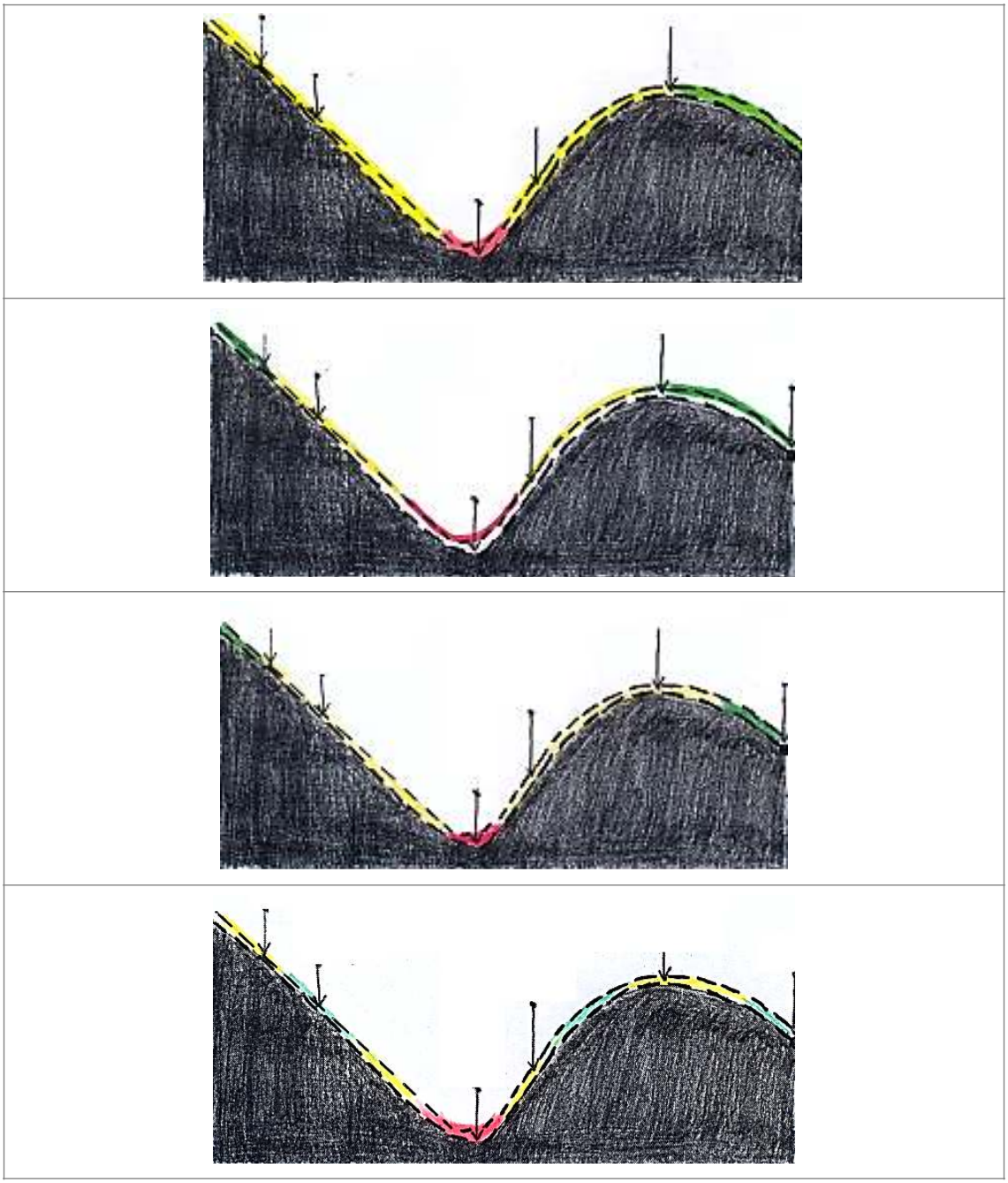


Figura 5: Setores delimitados pelos alunos no Perfil Topográfico
Elaboração: Organizado pelo autor.

Ao realizarem a localização das áreas sujeitas ao escoamento superficial da água, infiltração ou propensas aos alagamentos na linha tracejada do perfil topográfico, os alunos organizaram informações e realizaram previsões a respeito do problema em pauta na atividade investigativa. Desse modo, o estabelecimento dos setores a partir dos instrumentos de pesquisa disponibilizados e dos procedimentos sugeridos aos estudantes contribuiu para sua alfabetização científica, pois os estudantes desenvolveram pelo

menos dois indicadores relacionados a essa alfabetização.[6] Cabe mencionar que a linguagem cartográfica (seus procedimentos) não foi considerada um pré-requisito para a realização das tarefas pelos estudantes, mas sim um fator de estímulo do raciocínio espacial para a interpretação dos alagamentos.

A questão presente na tarefa 5 retomava o que havia sido realizado durante o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Esperávamos que as alternativas "c", "d" e "e" viessem a ser assinaladas por grande parte dos alunos, diferentemente do que ocorrera antes da aplicação da atividade investigativa.

> *5 - Hipótese é uma resposta preliminar dada a um problema ou uma pergunta. Dessa forma, reflita: caso você fosse realizar uma pesquisa sobre os alagamentos na área onde está localizada a escola e seus arredores, qual das hipóteses você gostaria de adotar para ser confirmada ou não no seu estudo? (Não deixe de considerar o que foi discutido nas aulas anteriores para tomar a sua decisão.)*
> *a) Excesso de chuvas.*
> *b) Aquecimento Global.*
> *c) Falta de investimento em infraestrutura.*
> *d) Impermeabilização da superfície de áreas planas ou mais baixas (em relação ao seu redor).*
> *e) Ocupação humana muito próxima dos rios.*

De fato, as hipóteses que mais tiveram adesão dos alunos para serem testadas em uma pesquisa futura foram aquelas presentes nas alternativas "c", "d" e "e", conforme podemos conferir no gráfico adiante[7] (Figura 6):

[6] Sobre os indicadores de alfabetização científica, conferir Sasseron (2010).

[7] Cabe mencionar que o levantamento de hipóteses também é outro indicador de Alfabetização Científica.

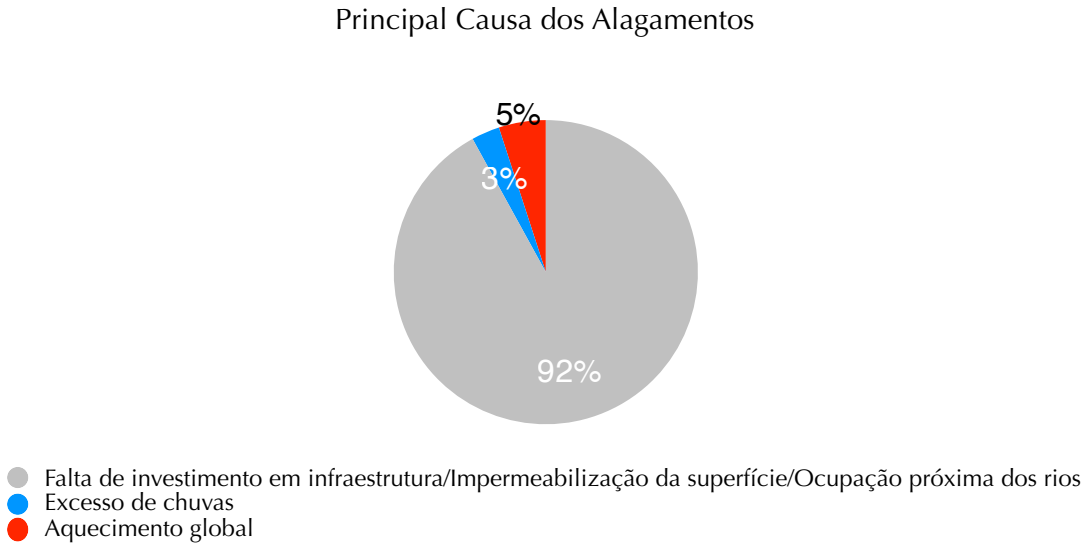


Figura 6: Hipóteses selecionadas pelos alunos após a setorização do perfil topográfico[8].
Elaboração do autor, 2015.

Com esses dados, temos os primeiros indícios de que a tarefa 4 possibilitou aos alunos o abandono das opiniões realistas que tinham sobre as causas dos alagamentos, focando agora em alternativas que entreveem principalmente problemas da ordem da cobertura das terras (infraestrutura, impermeabilização da superfície e localização da ocupação).

Na questão da tarefa 6 (*"Segundo o que foi analisado e discutido nas últimas aulas, existiria a possibilidade de ocorrer alagamentos na escola ou em suas proximidades? Justifique sua resposta"*), cerca de 90% dos alunos afirmaram haver tal possibilidade, reforçando a hipótese de que o processo investigativo desencadeado com a tarefa 4 permitiu aos estudantes a superação da suas opiniões realistas.

Os argumentos dos alunos apresentados na justificativa também são reveladores da contribuição da tarefa 4 para a superação do realismo. Isso porque as respostas foram elaboradas com base na utilização de informações de cobertura das terras e altimétricas, componentes da paisagem que possibilitaram a substituição de uma opinião baseada no contexto imediato (na memória do que "ouvira falar" ou no que observa descompromissadamente no cotidiano) por um raciocínio em que se constata o emprego de termos técnicos e o estabelecimento de relação entre variáveis. Seguem exemplos de algumas repostas:

[8] Obs.: As alternativas "c", "d" e "e" assinaladas pelos alunos na tarefa 5 foram somadas e correspondem a apenas um grupo no gráfico, no caso, 92%.

> *- "Sim, porque ela é a área mais baixa do perfil topográfico da região."*
> *- "Sim, a possibilidade existe, pois na 'escola x' e em suas proximidades as áreas são mais baixas em relação às regiões próximas."*
> *- "Sim, pela localização geográfica da escola."*

Esses são exemplos de argumentos nos quais o raciocínio matemático estruturou o pensamento, ou seja, foi aplicado na elaboração de hipóteses sobre um fenômeno potencialmente verificável no lugar de vivência dos alunos. Nessas respostas podemos observar a aproximação dos alunos com o raciocínio proporcional, outro indicador de Alfabetização Científica.

Seguem alguns exemplos de respostas em que se destacaram as variáveis referentes à cobertura das terras:

> *- "Sim. A falta de investimento possibilita as inundações."*
> *- "Sim, porque há falta de investimento em infraestrutura, tipo: mais bueiros, mais drenagem de água da chuva, etc..."*
> *- "Não, porque bem ao lado da escola há uma praça onde a água pode ser absorvida."*

Conferimos apenas uma resposta na qual os dados de cobertura das terras e altimétricos foram empregados na elaboração da justificativa, qual seja:

> *- "Sim, porque tanto aqui 'na escola' quanto em suas proximidades estão localizadas em áreas baixas e com edificações (impermeabilizadas)."*

Por fim, na tarefa 7 solicitamos aos alunos que elaborassem perguntas para serem respondidas em estudos futuros. Ressalva-se que antes da aplicação dessa tarefa, destacou-se em sala de aula a relevância da pergunta na investigação científica. Foi salientado pelo responsável da pesquisa que, muitas vezes, elaborar uma pergunta é mais difícil que construir sua resposta, haja vista que a etapa de elaboração de perguntas é uma das mais importantes na pesquisa científica. Não se perdeu a oportunidade de advertir aos estudantes sobre o fato de que o pré-requisito de uma "boa" pergunta é a dedicação ao estudo de um tema associado a um problema, e que a elaboração de perguntas cuja resposta já é conhecida de antemão não é, de fato, uma interrogação problemática para quem a elaborou. Afinal, conforme afirma Bachelard (1938/2008, p. 20): "[...] o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar".

Algumas questões formuladas pelos alunos são apresentadas na sequência (Figura 9), na forma como apareceram na folha de respostas.

Quadro 3 - Perguntas elaboradas pelos alunos

Número	Questões
1	Tendo em vista que as áreas mais baixas há inundação, por que há impermeabilização do solo nestes locais?
2	Como podemos evitar que locais baixos alaguem?
3	Por que os terrenos impermeabilizados são mais propícios a alagar?
4	Existe alguma coisa a se fazer num terreno impermeabilizado para que não ocorra alagamento?
5	Como pode-se transformar uma área urbana em uma área impermeabilizada?
6	O que podemos fazer para não ter mais inundações e não ficar mais no nível baixo?
7	Qual seria um planejamento adequado para prevenir inundações em áreas de risco?
8	Que tipo de infraestrutura poderíamos adquirir para acabar com os alagamentos?
9	Por que o governo não investe na infraestrutura?
10	Se ocorressem boas infraestruturas, ainda iria ter inundações?
11	Existe algum tipo de sistema de drenagem, ou coisa do tipo, aqui nas proximidades?
12	Por que falta tanta infraestrutura na cidade de São Paulo?
13	Por que as pessoas colonizaram as cidades perto dos rios, lagos, mares, etc.?
14	Em sua opinião, ocorrem alagamentos em áreas planas ou mais baixas? O que poderia ser feito para resolver o problema?
15	Por que na escola, estando em uma área baixa, não ocorre inundação?
16	Por que há falta de impermeabilidade em algumas áreas?
17	Só tem enchente em áreas retas?

Elaboração: Adaptado de Machado (2013).

Verifica-se nas perguntas elaboradas que nenhum aluno colocou em pauta o excesso de chuvas e o aquecimento global para a causa ou ocorrência dos alagamentos. Nesse sentido, cabe destacar que:

> [...] ao indagarem *"Só tem enchentes em áreas retas?"* ou *"Por que na escola estando em uma área baixa, não ocorre inundação?",* ficou implícito o fato de **alguns estudantes terem construído a ideia de que "não alaga" em áreas "que não estão nos locais mais baixos" (fundos de vale), mas que podem ocorrer alagamentos nos lugares baixos ou não.** O raciocínio lógico passou a

> estruturar o pensamento destes alunos na contextualização do processo físico considerado [...]. (MACHADO, 2013, p. 125-124, grifo nosso)

Com base nas respostas dos alunos para as três últimas tarefas, pode-se afirmar que a investigação do Processo Físico Elementar alagamento através do emprego de alguns procedimentos cartográficos possibilitou a superação de suas opiniões realistas a respeito da ocorrência dos alagamentos no local onde estudam, assim como de seus obstáculos epistemológicos para avaliar as causas desse problema (Figura 7).

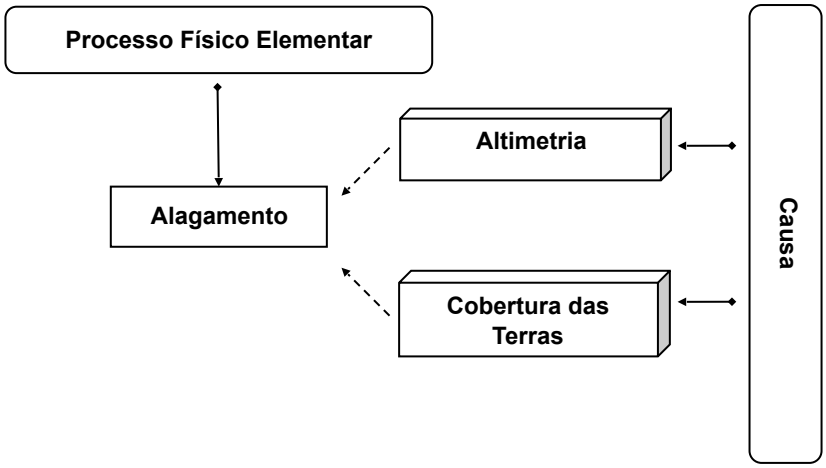


Figura 7: Opinião predominante entre os alunos diante do problema "Causa dos alagamentos" após a realização da tarefa 4
Elaboração: Machado (2013, p. 123) - adaptado.

Proporcionar aos alunos razões para evoluir a sua própria razão, tal como ocorreu na tarefa 4 da atividade investigativa, é um dos desafios colocados pela pedagogia bachelardiana. Ademais, possibilitamos aos estudantes realizar, talvez pela primeira vez em sala de aula, uma análise geográfica integrada de um de seus principais lugares de vivência: a escola e seus arredores.

Considerações finais

Do ponto de vista pedagógico, na elaboração e organização das tarefas que compunham a atividade investigativa, estabelecemos a seguinte trajetória didática: ao invés da localização ou elaboração de respostas, privilegiamos a construção de perguntas; ao invés de considerar as explicações de um problema como referência que

provê respostas a tudo que possa ser aplicado, privilegiou-se a dúvida, entendendo as explicações no máximo como hipóteses. Ao invés de priorizar o tratamento do problema considerando grandes frações de uma região ou território por meio do emprego de dados e informações pretensamente universais, destacou-se o lugar de vivência dos alunos, suas nuances e peculiaridades, tendo em vista tarefas que convergiam para um tema potencialmente apropriado para aos estudantes (conforme previsto ao se empregar o conceito Processo Físico Elementar para selecionar o conceito principal que seria trabalhado junto aos estudantes). Machado (2013, p.123) complementa:

> Ao invés dos alunos ficarem circunscritos às opiniões animistas ou generalistas [...] estes passaram a considerar o objeto segundo as variáveis com as quais tiveram contato ao analisarem a imagem de satélite [...] e o perfil topográfico, construindo argumentos com relação ao processo a partir das noções matemáticas que aprenderam nas tarefas [...].

Por fim, cabe salientar que a aprendizagem do conceito alagamento desencadeada pela atividade investigativa contribuiu para a Alfabetização Geográfica dos alunos, logo para a sua Alfabetização Científica. Isso porque possibilitamos a eles interagir com conteúdos conceituais e procedimentais com os quais possuíam pouca ou nenhuma familiaridade para realizar as análises solicitadas. No limite, experienciamos em sala de aula *os conceitos cartográficos estruturando a construção, por parte dos alunos, dos conhecimentos geográficos,* sendo esta uma das principais teses defendidas por Castellar (2007), para que a geografia alcance posições cada vez mais significativas no currículo da Educação Básica.

Referência bibliográfica

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico:** contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

CARVALHO, A. M. P. **Os Estágios nos Cursos de Licenciatura.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CASTELLAR, S. M. V. A psicologia genética e a aprendizagem no ensino de geografia. In: CASTELLAR, S. M. V. (org.). **Educação Geográfica:** teoria e práticas docentes. São Paulo: Contexto, 2007. p 38-50.

CASTELLAR, S. M. V.; MACHADO, J. C. E. O ensino de geografia física na Educação Básica: sobre a superação do obstáculo para aprendizagem. In: CASO, M. V. F.; GUREVICH, R. (orgs.) **Didáctica de la geografía:** prácticas escolares y formación de professores. Buenos Aires: Biblos, 2014. p. 229-250.

CASTELLAR, S. M. V; MACHADO, J. C. E. El estimulo del razonamiento matemático (espacial) como estratégia para el aprendizaje de los procesos físicos em las classes de geografia em el enseño fundamental II. **Revista de Didácticas Específicas**, Madrid, nº 6, p. 37-54, 2012.

DEMO, P. **Pesquisa:** Princípio Científico e Educativo. São Paulo: Cortez, 1991.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: _____. (Org.). **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 105-128.

MACHADO, J. C. E. **A sequência didática como estratégia para aprendizagem dos processos físicos nas aulas de geografia do ciclo II do ensino fundamental**. 135f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MACHADO, J. C. E. Relação Significante-Significado no ensino de Geografia Física na Educação Básica: sobre o significado-obstáculo. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 7, n. 13, p. 137-147, jul./dez. 2016.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo. n. 14, p. 39-46, 2001.

NOGUEIRA, K.; CAMARGO, J. E; ERBETTA, G. **Guia de Ruas:** São Paulo (2008). São Paulo: Editora Abril, 2007.

PIAGET, J. **A representação do mundo na criança:** com o concurso de onze colaboradores. São Paulo: Ideias e Letras, 2005.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil:** subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S. Ecogeografia no Planejamento Ambiental Territorial. **Sociedade e Território**, Natal, v. 20, n. 1. jan./jun. 2008.

ROSS, J. L. S.. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: LEMOS, A. I. G.; GALVANI, E. (orgs.) **Geografia, tradições e perspectivas:** interdisciplinaridade, meio ambiente e representações. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 119 -138.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física.** São Paulo. Cengage Learning, 2010. p. 1-27.

Recebido em 1º de setembro de 2016.

Aceito para publicação em 08 de dezembro de 2016.