

Número: 20/2009



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA  
DE CIÊNCIAS DA TERRA**

**MARIA JOSÉ FONTANA GEBARA**

**A Formação Continuada de Professores de Ciências:  
Contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para  
uma prática de ensino interdisciplinar**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Orientadora:** Profa. Dra. Yara Kulaif

**CAMPINAS - SÃO PAULO**

Janeiro – 2009

## **Catálogo da Publicação elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências/UNICAMP**

G262f Gebara, Maria José Fontana  
A formação continuada de professores de Ciências: contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar / Maria José Fontana Gebara-- Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Yara Kulaif.

**Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.**

1. Educação permanente. 2. Professores de ciências - Formação. 3. Ciências – Estudo e ensino. 4. Geociências – Estudo e ensino. I. Kulaif, Yara. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.

Título em inglês. The training of Science Teachers: A short duration course with geologic subject contributions to a method of multidisciplinary teaching.

Keywords: - Permanent education;  
- Teachers of Science - Training;  
- Science – Study and teaching  
- Geosciences – Study and teaching.

Área de concentração:

Titulação: Doutor em Ciências.

Banca examinadora: - Yara Kulaif;  
- Joseli Maria Piranha;  
- Natalina Aparecida Laguna Sicca;  
- Oscar Braz Mendonza Negrão;  
- Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa.

Data da defesa: 27/01/2009

Programa de Pós-graduação em Ensino e História de Ciências da Terra.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DE  
CIÊNCIAS DA TERRA

AUTORA: MARIA JOSÉ FONTANA GEBARA

A Formação Continuada de Professores de Ciências: contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar.

ORIENTADORA: Profa. Dra. Yara Kulaif

Aprovada em: 27/01/2009

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Yara Kulaif

Yara Kulaif - Presidente

Profa. Dra. Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa

Silvia F. de M. Figueirôa

Profa. Dra. Natalina Aparecida Laguna Sicca

Natalina A. Laguna Sicca

Prof. Dr. Oscar Braz Mendonza Negrão

Oscar B. Mendonza Negrão

Profa. Dra. Joseli Maria Piranha

Joseli M. Piranha

Campinas, 27 de janeiro de 2009

200912388

*Para Bruno e Vitor*

## **Agradecimentos**

*À Profa. Dra. Yara Kulaif, pela orientação desta tese.*

*À minha família, pelo carinho e suporte que ofereceram, e pela paciência que tiveram, nesses longos anos.*

*Aos Professores do Projeto de Formação Continuada Teia do saber/2007 por, gentilmente, terem participado da pesquisa.*

*Aos Professores do DGAE, que contribuíram para este trabalho.*

*Às queridas Valdirene, Regina e Edinalva, pela amizade e apoio fundamentais nesse percurso.*

*Aos meus ex-alunos, com quem aprendi a (importância de) ser uma boa professora.*

*Disse uma vez um poeta, “Todo universo está contido num copo de vinho.” Nunca saberemos, provavelmente, em que sentido ele o afirmou, porque os poetas não escrevem para serem entendidos. Mas é verdade que se olharmos suficientemente perto, para um copo de vinho veremos todo o universo. Há coisas da física: o líquido em movimento que se evapora em função do vento e das condições atmosféricas, as reflexões no copo de vidro, e a nossa imaginação acrescenta os átomos. O copo é uma destilação das rochas da Terra, e na sua composição vemos os segredos da idade do universo, e a evolução das estrelas. Que estranho agrupamento de substâncias químicas existe no vinho? Como é que elas se formaram? Há os fermentos, as enzimas, os substratos e os produtos. Então, no vinho descobre-se a grande generalização: toda a vida é fermentação. Ninguém pode descobrir a química do vinho sem descobrir, como o fez Louis Pasteur, a causa de muitas doenças. Como é vigoroso o clarete, ao impor a sua existência nas consciências dos que o observam! Se as nossas pobres mentes, por alguma conveniência, dividissem este copo de vinho, este universo, em partes – física, biologia, geologia, astronomia, psicologia, e por aí fora -, lembrem-se que a Natureza não conhece isso! Por isso voltemos a reuni-las de novo, não esquecendo em absoluto com que finalidade. Deixemos que nos dê mais um prazer final: bebam-no e esqueçam-no de todo!*

*Richard Feynman*

# SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VII
EPÍGRAFE	IX
LISTA DE TABELAS	XV
LISTA DE GRÁFICOS	XIX
LISTA DE SIGLAS	XXI
RESUMO	XXI
ABSTRACT	XXIII
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1 ABORDAGENS E METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>15</b>
1. Abordagens do problema	17
2. A elaboração dos questionários	29
3. O questionário fechado: elaboração e metodologia de análise	31
4. O questionário aberto: elaboração e metodologia de análise	36
5. O questionário reflexivo: elaboração, fundamentos para sua utilização e metodologia de análise	40
<b>2. FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS: problemas, limites e possibilidades</b>	<b>45</b>
1. A crise da formação inicial dos professores de Ciências	47
2. Necessidades formativas dos professores de Ciências	54
3. Uma dificuldade adicional	62
4. Estratégias e dificuldades da formação continuada de professores de Ciências	65
5. A contribuição das Geociências para a formação continuada de professores de Ciências	72
<b>3. A INTERDISCIPLINARIDADE E A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS</b>	<b>75</b>
1. Introdução ao problema	77
2. Concepções de interdisciplinaridade	81
3. A interdisciplinaridade na concepção dos professores	90
4. A formação de professores de Ciências para a prática interdisciplinar: limites e desafios	96
5. Contribuições das Geociências/Geologia para a formação interdisciplinar de professores de Ciências	104

<b>4. A PESQUISA: Análise quantitativa</b>	<b>111</b>
1. Introdução	
2. O Projeto de Formação Continuada Teia do Saber versão 2007	<b>113</b>
2.1. Definição do grupo de pesquisa	<b>116</b>
2.2. A aula piloto e as modificações necessárias	<b>119</b>
2.3. A aula piloto	<b>121</b>
2.4. As mudanças necessárias e a configuração final	<b>123</b>
2.5. Conteúdos da aula	<b>126</b>
3. Dados demográficos da amostra	<b>128</b>
4. Análise dos resultados das questões fechadas	<b>132</b>
<b>5. A PESQUISA: Análise qualitativa</b>	<b>153</b>
1. As questões abertas	<b>155</b>
2. Análise do questionário aberto	<b>160</b>
2.1. Primeira questão	<b>161</b>
2.2. Segunda questão	<b>164</b>
2.3. Terceira questão	<b>176</b>
3. Estabelecendo relações entre o questionário fechado e o aberto	<b>183</b>
4. O questionário reflexivo	<b>188</b>
4.1. Primeira questão	<b>189</b>
4.2. Segunda questão	<b>194</b>
4.3. Terceira questão	<b>196</b>
4.4. Quarta questão	<b>200</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>205</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>213</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>231</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>237</b>

## LISTA DE TABELAS

4.1. Sexo	131
4.2. Faixa etária	132
4.3. Tempo de conclusão do curso	132
4.4. Formação e complementação (quando existente)	133
4.5. Tipo de faculdade em que concluíram o curso	133
4.6. Tempo de trabalho em sala de aula	134
4.7. Questionário aplicado, com os valores dos índices de facilidade e de discriminação	136
4.8. Verificação do grau de facilidade do questionário fechado	137
4.9. Capacidade de discriminação do questionário fechado	138
4.10. Resultados obtidos pelos participantes separados por cidades	142
4.11. Resultados dos professores de Ciências e de Matemática	144
4.12. Síntese	149
5.1. Distribuição de respostas em cada categoria (Questão 1)	168
5.2. Distribuição de respostas em cada categoria (Questão 2)	179
5.3. Distribuição de respostas em cada categoria (Questão 3.a)	182
5.4. Distribuição de respostas em cada categoria (Questão 3.b)	183
5.5. Distribuição de respostas em cada categoria (Questão 3.c)	185
5.6. Relação entre as questões abertas e fechadas	187

## LISTA DE GRÁFICOS

4.1. Frequência da distribuição real e aleatória das notas	139
4.2. Frequência da distribuição real e aleatória dos índices de facilidade	140
4.3. Frequência da distribuição real e aleatória dos índices de discriminação	141
4.4. Índice de facilidade por questão em função da formação inicial	146
4.5. Índice de discriminação por questão em função da formação inicial	147
4.6. Diferenças entre os IF dos professores de Ciências e Matemática	148
5.1. Índice de facilidade (Amostra)	189
5.2. Índice de facilidade (Ciências)	190
5.3. Índice de facilidade (Matemática)	191

## LISTA DE SIGLAS

BP – Bragança Paulista  
CA – Concepções Alternativas  
CADES – Campanha de Aperfeiçoamento e Difusão do Ensino Secundário  
CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas  
CL – Campinas Leste  
CNE – Conselho Nacional de Educação  
CO – Campinas Oeste  
DE – Diretoria de Ensino  
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais  
DGAE – Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino  
FC – Formação Continuada  
IB - Instituto de Biologia  
IBECC – Instituto Brasileiro para a Educação, a Ciência e a Cultura  
ID - Índice de Discriminação  
IES – Instituição de ensino superior  
IF – Índice de Facilidade  
IFGW – Instituto de Física Gleb Wataghin  
IG – Instituto de Geociências  
IMECC - Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação  
IQ - Instituto de Química  
LDB - Lei de Diretrizes e Bases  
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais (ensino fundamental)  
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio  
PED – Programa de Estágio Docente  
SBF - Sociedade Brasileira de Física  
SC - São Carlos  
SJRP – São José do Rio Preto



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
Pós-Graduação em Ensino e História  
de Ciências da Terra**

**A Formação Continuada de Professores de Ciências: contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar.**

**RESUMO**

**Tese de Doutorado**

**Maria José Fontana Gebara**

Nesta tese analisamos questões ligadas à formação de professores de Ciências e, nessa perspectiva, o trabalho desenvolvido parte da premissa de que a melhoria do ensino de Ciências implica múltiplos fatores. Contudo, dentre todos os desafios, para nós é central a figura dos professores, pois estes como quaisquer outros profissionais, precisam contar com cursos de atualização profissional para acompanhar as inovações de sua área, mantendo-se atualizados e criticamente atuantes nas escolas onde trabalham, por isso mesmo nos preocupam os critérios de planejamento desses cursos. A investigação estruturou-se na tese segundo a qual a natureza interdisciplinar do conhecimento geocientífico pode contribuir para formação de professores de Ciências e Matemática do ensino fundamental, preparando-os para trabalhar segundo as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os resultados obtidos apontaram algumas dessas contribuições, bem como seus limites. Neste trabalho avaliamos o alcance de práticas de ensino-aprendizagem interdisciplinares, tendo como fio condutor conhecimentos de Geociências/Geologia, partindo do princípio que esses conhecimentos podem, apesar de complexos e abstratos, serem interessantes e estimulantes, além de serem fundamentais para a formação do pensamento científico dos estudantes. No estudo, em que a pesquisadora atuou também como professora, investigamos temas gerais de Geociências/Geologia, com atenção especial ao “Tempo Geológico” e “Modelo do Interior da Terra”, que se revelaram foco de inúmeras concepções alternativas, identificadas como um dos limites à utilização pedagógica destes conhecimentos. Tendo como pano de fundo as questões acima os dados empíricos foram colhidos por ocasião das aulas-oficina, ministradas no Projeto de Formação Continuada Teia do Saber-2007 da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Os resultados da investigação, bem como o alicerce teórico presente na análise, foram desenvolvidos ao longo de cinco capítulos, sempre com a perspectiva de subsidiar reformulações em programas de formação continuada. Os resultados obtidos evidenciaram a importância da rediscussão dos cursos de formação de professores de Ciências, bem como a necessidade de adequar estes cursos às especificidades de grupos de professores e disciplinas. A pesquisa revelou também que a utilização de conhecimentos Geocientíficos contribui para o ensino e a formação do pensamento e da atitude científica de alunos e professores.



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
Pós-Graduação em Ensino e História  
de Ciências da Terra**

**A Formação Continuada de Professores de Ciências: contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar.**

**ABSTRACT**

**Tese de Doutorado**

**Maria José Fontana Gebara**

In this thesis we analyze issues related to the training of science teachers from a perspective that contemplates the improvement of science teaching as a result of several factors. Nevertheless, among several challenges, we consider the figure of the teacher as central. Inasmuch as these, as any other professionals, must be exposed to professional development in their field in order to remain constantly up to date and operating in the schools where they work. Therefore, our main concern is the criteria in which these professional development courses are planned. This investigation was based on the thesis that the interdisciplinary nature of the geoscientific knowledge can contribute to the training of middle school teachers of Life Sciences and Mathematics, preparing them to work according to the guidance of the Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). The results indicate some of these contributions, as well as its limits. We assess the possibilities of interdisciplinary teaching and learning experiences, having as main background Geo Sciences/Geology, baring in mind that these areas of knowledge can, despite being complex and abstract, be interesting and stimulating, and also basic in the formation of the students scientific way of thinking. In this study, where the researcher also performed as teacher, we investigate general subjects of Geosciences/Geology. Special attention is given to the “Geological Time” and “Model of the Interior of the Earth”, as they became focus of several alternative conceptions, identified as one of the barriers to the pedagogical use of this knowledge. Having as framework the questions above the empirical data were recorded in the lesson-workshop, given in the Project of Continued Formation “Teia do Saber-2007” of the Secretariat of Education of the State of São Paulo. The results of this investigation, as well as the present theoretical foundation in the analysis, is developed throughout five chapters, always with the perspective to supply information in order to reorganize the programs of continued professional development for teacher training. Results have shown the importance of the discussion of the Science teacher training programs, as well as the necessity to adjust these courses to the particularities of the groups of professors and areas of study. The research has also shed light on the fact that the use of geoscientific knowledge contributes to the education and formation of learners (students) and teachers.

# INTRODUÇÃO

---

## Introdução

Uma preocupação que, certamente, não abandona os professores de Ciências de todos os níveis de ensino é como contribuir para tirar os jovens estudantes brasileiros da situação crítica apontada pelas avaliações nacionais e internacionais, como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), a Prova Brasil (realizada com alunos da quinta a nona séries do ensino fundamental público), o SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica) e o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio).

Os problemas do ensino e da aprendizagem de Ciências são amplos e necessitam de empenho, dedicação e determinação para que ocorram mudanças positivas, pois sabemos que não serão magicamente modificados. Professores, governantes, pesquisadores das Universidades, e também os alunos, precisam contribuir com sua parcela de responsabilidade. E boa vontade.

No presente trabalho analisaremos questões ligadas à formação continuada de professores de Ciências, com o intuito de contribuir para a formulação de propostas objetivas e realizáveis em curto prazo. Dentro dessa perspectiva, o trabalho desenvolvido nos últimos anos parte da premissa que a melhoria do ensino de Ciências implica múltiplos fatores, sendo central para nós, dentre todos os desafios, a figura do professor.

Para que o leitor participe ativamente dessa discussão será interessante delinear as experiências e circunstâncias que conduziram ao trabalho tal como se apresenta. Também será necessário contextualizar as questões da interdisciplinaridade e da formação continuada de professores no cenário educacional em geral, bem como nas pesquisas desenvolvidas nessa área.

Tudo tem uma história. A semente desta pesquisa foi plantada no Mestrado em Educação, quando investigamos a importância da História da Ciência e do movimento das concepções alternativas para o ensino e a aprendizagem de Física. Ao investigar as concepções alternativas inúmeras questões foram abertas, duas delas mais inquietantes.

Primeiro, as concepções alternativas não eram problema apenas dos estudantes de ensino médio. A literatura apontava a importância da questão com relação a diferentes faixas etárias, incluindo universitários e professores em exercício. Em segundo lugar, a existência de uma possível relação entre essas concepções e interdisciplinaridade. Esta relação que em alguns enfoques colocava a interdisciplinaridade como possibilidade de estratégia para a superação das concepções alternativas, transformou-se em um problema, que dada às circunstâncias, final de Mestrado e impasses típicos de uma perspectiva de futuro ainda indefinido, foi adiado.

Com o ingresso no Doutorado, estas mesmas questões, ainda mal delineadas, foram crescentemente ocupando o centro das atenções. O projeto inicial “A sala de aula e a construção do conhecimento científico: Formação continuada e interdisciplinaridade.” planejava investigar as contribuições de uma abordagem interdisciplinar das Ciências, usando como eixo condutor conteúdos de Geociências/Geologia, para o desenvolvimento do conceito de gravidade. Este conceito é fundamental no ensino de Física e para a compreensão de inúmeros conteúdos geológicos.

Para o desenvolvimento desse projeto em muito contribuiria o viés interdisciplinar do Programa de Pós Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, do Instituto de Geociências (IG) da Unicamp; basta para confirmar esta assertiva consultar os objetivos do programa disponíveis em sua *Home-page*.

Para a necessária aproximação dos conhecimentos geocientíficos foram fundamentais as participações no Programa de Estágio Docente (PED) da Unicamp, cujo objetivo é aperfeiçoar para o exercício da docência os estudantes de pós-graduação da Universidade que queiram, voluntariamente, participar desta iniciativa.

Nas disciplinas Ciência do Sistema Terra I, sob a supervisão dos Professores Pedro Wagner Gonçalves e Carlos Alberto Lobão da Silveira Cunha, e Geologia Geral, com os Professores Yara Kulaif e Oscar Braz Negrão, evidenciou-se a necessidade de compreender a natureza do conhecimento

geocientífico/geológico, seus métodos de investigação e seus pressupostos epistemológicos.

As duas experiências permitiram aprofundar a compreensão das relações entre a Física – nossa área de formação - e as Geociências, analisando exemplos em que as Geociências contribuem para a compreensão de conceitos físicos fundamentais, e outros em que conceitos de Física são centrais para compreender nosso planeta.

Foi essencial para esse processo a produção acadêmica dos docentes do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (DGAE). Também as pesquisas em bibliografia especializada incluindo-se periódicos, tais como “Journal of Geoscience Education”, “Enseñanza de las Ciencias de La Tierra”, “Mathematical Geology”, “Revista Brasileira de Geociências”, “Terrae Didática” etc. e obras de referência adotadas em disciplinas de Geologia/Geociências no Brasil, como o Investigando a Terra, Decifrando a Terra e Para Conhecer a Terra.

A convite dos Professores da disciplina Ciência do Sistema Terra I, preparamos uma aula sobre o Modelo do Interior da Terra, com o objetivo claro de destacar a importância dos conteúdos de Física para a compreensão do planeta; idéia que ganhou força no ensino de Ciências no século XXI, pois a compreensão da Biosfera é fundamental para o tratamento de questões ambientais, e para tanto não se pode prescindir do conhecimento físico.

Na preparação da aula nos preocupamos em como explorar a importância dos conteúdos de Física para o conhecimento geológico, quais relações deveriam ser mais enfatizadas, quais abordagens aparecem na literatura e qual o tratamento dispensado nos livros-texto. As questões que nortearam o planejamento da aula foram:

- como é possível conhecer a estrutura interna da Terra?
- como é possível conhecer as características, os processos e os materiais que compõem o interior da Terra se não podemos observá-los?
- que métodos poderiam ser usados para realizar tal investigação?

- em que se baseiam tais métodos?

Lembrando que cada método utilizado para obter informações sobre a estrutura interna da Terra fornece contribuições parciais, decidimos por aprofundar as discussões em sismologia (terremotos, propagação de ondas sísmicas), que permitiriam abordar algumas leis e conceitos físicos de forma contextualizada.

Os fenômenos ondulatórios e suas leis, muitas vezes repetidos como um mantra nas aulas do ensino médio ou do cursinho foram rerepresentados como aplicações úteis e necessárias para a Geologia; a lei de Snell ganhou interesse quando aplicada à propagação de ondas sísmicas geradas com a abrupta liberação de energia que ocorre em um terremoto.

Após essa gratificante experiência, apresentou-se a oportunidade de atuar como formadora, ministrando o mesmo tema no Programa de Formação Continuada Teia do Saber, projeto da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP), da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, destinado a professores em exercício nas escolas estaduais de ensino fundamental e médio.

Isto ocorreu em 2005, na cidade de Avaré, com professores do ensino médio de Física, Química, Biologia e Matemática e, em 2006, com professores das mesmas disciplinas e mesmo nível de ensino, das cidades de Campinas e Jundiaí.

Para atender a essa solicitação a aula ministrada na disciplina “Ciência do Sistema Terra I” foi adaptada, assumindo formato mais próximo de uma oficina, passando a contar com discussões sobre metodologia de ensino, leituras e debates, além do conteúdo específico sobre o interior da Terra, sismologia e conceitos de Física.

Essas experiências constituíram o embrião da pesquisa efetivada com *professores do ensino fundamental*, participantes da versão 2007 do Projeto de Formação Continuada Teia do Saber.

Também é importante lembrar a participação no Projeto FAPESP Ensino Público/Petrobrás Ambiental, “Elaboração de conhecimentos escolares e curriculares relacionados à Ciência, à Sociedade e ao Ambiente na escola básica com ênfase na regionalização a partir dos resultados de projetos de políticas públicas”. Trata-se de um projeto em andamento, para formação continuada de professores, conduzido em parceria pelos Institutos de Geociências e de Biologia da Unicamp, Instituto Agrônomo de Campinas e as Escolas Estaduais Adalberto Nascimento e Profa. Ana Rita Godinho Pousa, da mesma cidade.

Nesse projeto participamos com a Profa. Dra. Yara Kulaif da elaboração e aplicação de três oficinas sobre interdisciplinaridade, quando tivemos a oportunidade de verificar o estado da arte sobre a questão e também levantar as concepções dos professores sobre o tema. Estas atividades contribuíram de forma significativa para esta tese, pois estivemos envolvidos em todas as etapas: do planejamento da aula, incluindo a escolha de temas e materiais de apoio, até a elaboração de questionários de sondagem de concepções alternativas, coleta e análise dos dados.

Estas experiências corroboraram a proposta inicial de investigar a formação de professores da educação básica, e o contato com esses profissionais reforçou a percepção que, muitas vezes, a dificuldade em lidar com mudanças de orientação no ensino está fortemente relacionada à insegurança e não ao fato de serem contrários ou refratários a elas.

Chegamos então à questão da formação continuada de professores de Ciências, enfocando fenômenos geológicos na prática de ensino interdisciplinar. A condução do trabalho nesta direção, e a própria construção deste tema, sua problematização e a consequente e inevitável formulação de hipóteses, implicaram recortes e, com isso, optamos por privilegiar determinadas linhas de abordagem.

Inicialmente, o ângulo de observação privilegiava temas inerentes ao campo de conhecimento da Física, mas ao focarmos estas questões com a ótica de temas da Geologia, uma questão se tornou relevante: Geologia não tem sido

um conteúdo desenvolvido de forma suficiente na formação de professores que ministram Ciências no Brasil, podendo, inclusive estar totalmente ausente, como no caso dos licenciados em Física.

Em levantamento realizado por Cunha (1995), sobre cursos superiores que contavam com a disciplina Geologia Introdutória em sua grade curricular, encontram-se as condições em que a disciplina era ministrada e a eventual heterogeneidade de conteúdos e tendências dominantes. Entre os cursos analisados, receberam maior destaque aqueles voltados para a formação de professores, Ciências, Ciências Biológicas e Geografia.

Segundo o autor, a disciplina Geologia Introdutória apresentava como padrão majoritário, nas instituições de ensino investigadas, um conjunto de conteúdos que englobavam, principalmente, a origem dos processos geológicos (dinâmicas externa e interna da Terra) e conteúdos relacionados a minerais e rochas. Em menor número apareciam conjuntos de conteúdos que tratavam das transformações terrestres e preocupação com o ambiente. Como os dados foram obtidos a partir de questionários enviados/recebidos via correio e através das ementas publicadas dessas disciplinas, foi impossível inferir a qualidade e profundidade do ensino ministrado.

Embora se trate de pesquisa realizada há mais de uma década, um exame superficial dos currículos atuais dos cursos de formação de professores, em forma de amostragem, evidencia que não houve alterações substantivas nesse quadro.

Considerando-se o fato de que licenciaturas em Ciências, Biologia e Química<sup>1</sup> contam com disciplinas introdutórias de Geologia, os resultados de nossa pesquisa permitem afirmar que o tratamento e/ou carga horária dispensados às Geociências/Geologia nos cursos de graduação é, de fato, insuficiente.

---

<sup>1</sup> O trabalho de Cunha (1995) faz referências apenas ao curso de Química Industrial, mas parcela significativa dos cursos de licenciatura em Química conta com disciplina que apresenta conteúdos de Geologia Introdutória.

Contraditoriamente, inúmeros temas de conteúdo específico desta área de conhecimento estão presentes de maneira privilegiada nos programas de ensino da educação básica, bastando para corroborar esta afirmação uma análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais do ensino fundamental (PCN) e do ensino médio (PCNEM), que embora não constituam programas de ensino, são utilizados como referência em sua elaboração.

No Brasil, o currículo das escolas de ensino médio não inclui Ciências Geológicas, cujos conteúdos encontram-se distribuídos em outras disciplinas, como Física, Química, Biologia e Geografia. Quanto ao ensino fundamental, o amplo guarda-chuva de “Ciências” - disciplina ministrada, habitualmente, por professores de Biologia - abriga conhecimentos de diversas ciências, incluindo-se os de Geologia/Geociências. Em função da formação dos professores de Ciências do ensino fundamental ser deficiente no que tange aos temas geológicos, como afirmam os próprios participantes dessa pesquisa, a tarefa é, muitas vezes, transferida aos colegas de Geografia.

Do ponto de vista dos alunos, podemos presumir que a abordagem interdisciplinar das Ciências pode de alguma maneira minimizar a ausência de uma disciplina de Geociências, contudo, do ponto de vista do professor a questão torna-se mais complexa, pois sem o domínio de conceitos e temas básicos dessa área do conhecimento, o papel mediador do professor na construção do conhecimento científico certamente ficará comprometido.

Partindo do pressuposto que um ensino de qualidade depende também da qualificação dos professores, admitimos que uma das causas da crise do ensino está nas deficiências da formação inicial e na falta de oportunidades para os docentes em exercício manterem-se em processos de aprendizagem contínuos. Nesse sentido, o contexto deste estudo e a natureza das questões da pesquisa fornecem um quadro para apreciação de cursos de formação continuada de curta duração, com conteúdos pouco estudados na formação inicial.

Há ainda outra dimensão em torno deste problema no que se refere aos professores: por não se sentirem mais aprendizes a questão da formação do

profissional assume dimensões complexas, levando-os a assumirem posturas imediatistas nos cursos de formação continuada, esperando por “receitas” e roteiros diretamente reprodutíveis em sala de aula, frente à necessidade de transmitir aos alunos um conhecimento que não está por eles sistematizado.

O desenvolvimento de metodologias de trabalho junto aos professores que permitam uma atitude reflexiva sobre sua prática, e que preencham as lacunas da formação inicial, pode colaborar para a melhoria do ensino, pois existe uma forte relação entre a segurança dos docentes com relação a conteúdos e práticas de ensino e a qualidade da aprendizagem, de tal forma que é comum novas práticas pedagógicas não chegarem às salas de aula por desconhecimento e despreparo.

Frente a essas observações, a preocupação evidente reside no planejamento de cursos de formação inicial e continuada que dêem conta de ampla gama de aspectos teóricos e práticos, que propiciem condições de reflexão sobre o trabalho docente, do conhecimento didático do conteúdo ao entendimento das condições políticas e institucionais que caracterizam a docência.

Essas discussões encontram-se presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (para ambos os níveis de ensino, fundamental e médio), em tese o documento orientador do trabalho dos professores em sala de aula, que expressa preocupação com a fragmentação do conhecimento, para a qual contribui o enfoque meramente disciplinar dos currículos escolares.

Uma vez que os documentos oficiais ressaltam a importância da interdisciplinaridade para o ensino, seria de se esperar que os professores recebessem subsídios adequados. Particularmente, no caso dos professores de Ciências do ensino fundamental, que em função da diversidade de conteúdos abordados, devem ter habilidade e sentirem-se confiantes para “navegar” entre as diferentes ciências e serem capazes de visualizar suas relações.

Sendo assim, ganha cada vez maior importância o planejamento criterioso de cursos de formação continuada que forneçam elementos para o desenvolvimento dessas competências. Essas preocupações se colocam na medida em que entendemos que os cursos de formação continuada não têm

atingido alguns objetivos importantes, tais como, preencher as lacunas da formação inicial e/ou dar conta de repassar os avanços das Ciências.

Algumas das possíveis razões para essa insuficiência residem na (curta) duração desses cursos, na inexistência de consulta prévia aos participantes sobre temas e conteúdos e na adoção de metodologias de trabalho por parte dos formadores que menosprezam a experiência profissional dos professores. Essas observações são decorrentes de vivências que tivemos enquanto professora do ensino médio, período em que tivemos a oportunidade de participar de cursos curtos de formação continuada como discente; da experiência como formadora dos Projetos Teia do Saber e FAPESP Ensino Público/Petrobrás Ambiental e a partir de diálogos que tivemos com outros professores, tanto na qualidade de colegas de profissão, quanto na qualidade de formadora.

As experiências resultantes da atuação como formadora também nos levaram a questionar a eficiência de cursos conjuntos, principalmente os de curta duração, para professores de Ciências e Matemática. Embora a expectativa de que professores dessas duas disciplinas possam planejar e conduzir atividades escolares integradas forneça justificativa para essa prática de formação continuada, as diferenças na formação inicial podem se constituir em entrave.

Dessa forma, passaram a ser relevantes na configuração de minha pesquisa as seguintes questões: deficiências com relação ao conteúdo, decorrentes da formação inicial, podem ser minimizadas em cursos de curta duração para professores em exercício? frente ao aparente terreno de indefinições em que se constitui a interdisciplinaridade para os professores, como podemos lidar com a polissemia que envolve o conceito? que contribuições e limites podem ser extraídos de temas geológicos para prática de ensino interdisciplinar?

Em síntese: que contribuições podemos trazer por meio de cursos de curta duração com conteúdo geológico para problemas que emergem da prática docente, hoje necessariamente interdisciplinar, como consequência de deficiências da formação inicial?

Responder a essas questões passou a ser nosso objetivo. Isso porque defendemos que cursos de formação continuada, incluindo os de curta duração, devem proporcionar de forma equilibrada conhecimentos sobre o conteúdo e conhecimentos didáticos do conteúdo, ou seja, como se dá sua transposição para linguagens e métodos educacionais adequados ao ensino de Ciências.

Esta tese parte do pressuposto que devemos explicitar na ação o que costumamos dizer de forma abstrata e descontextualizada da prática docente aos professores, pois estratégias de ensino não são meros instrumentos de comunicação. Ao contrário, constituem-se em conteúdo de ensino na medida em que trazem consigo concepções de aprendizagem, de ensino, de aluno, de professor e de conhecimento. Este pressuposto contrapõe-se ao receio de que os professores as apreendam como receitas que podem ser transpostas para sua prática docente, pois as especificidades do contexto escolar tornam impossível sua reprodução direta.

O objetivo geral desta pesquisa foi o de, ao desenvolver um curso de curta duração com professores em exercício do ensino fundamental do Estado de São Paulo, avaliar como e de que maneira temas geológicos administrados na formação continuada podem servir como facilitadores para uma prática docente interdisciplinar.

Como estratégia de ensino, e tendo como base a literatura educacional, procedemos ao levantamento de concepções alternativas sobre conteúdos geológicos dos professores (particularmente, sobre o modelo do interior da Terra e sobre tempo geológico), com vistas a avaliar as necessidades formativas desses docentes com relação a esses conhecimentos, e estimar o potencial integrador da Geologia e das Geociências para o ensino de Ciências.

Essas informações foram utilizadas para analisar se temas geológicos, como os abordados nas aulas-oficina, poderiam servir como facilitadores para uma prática docente interdisciplinar. Também nos dedicamos a examinar se as fontes utilizadas pelos docentes quando necessitam de novas informações exercem influência direta ou indireta em sala de aula.

De forma complementar, as informações permitiram analisar se temas geológicos, como os abordados nas aulas-oficina, podem servir como facilitadores para uma prática docente interdisciplinar. Também examinaremos se as fontes utilizadas pelos docentes quando necessitam de novas informações exercem influencia direta ou indireta em sala de aula.

Nos resultados da pesquisa encontramos inferências que permitirão recomendar ou desaconselhar a prática, cada vez mais comum, de realização de cursos conjuntos de formação continuada, particularmente na modalidade curta duração, para professores de Ciências e Matemática.

Em que pesem todas as dificuldades e limitações, acreditamos que esses cursos podem lançar sementes de curiosidade, motivação e interesse, promovendo disposição e vontade de continuar aprendendo.

Organizamos os resultados da investigação e a pesquisa teórica, indispensável na medida em que a análise evoluía, ao longo de cinco capítulos.

No primeiro capítulo apresentamos os procedimentos metodológicos que permitiram viabilizar este trabalho. Os dados da pesquisa, coletados através de questionários abertos e fechados, foram analisados com diferentes instrumentos, em função das características próprias de cada um. Nesta medida, indicamos as dificuldades e as vantagens das modalidades de análise, quantitativa, privilegiando técnicas estatísticas, ao lado de análises qualitativas e de conteúdo.

No segundo capítulo, apoiados na bibliografia e na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) para a Educação, discutimos a questão da formação de professores de Ciências, problema que mobiliza diferentes esferas de decisão, em função do quadro alarmante de despreparo dos profissionais em exercício e da insuficiência numérica desses profissionais, assunto amplamente discutido em fóruns educacionais e na mídia; ou seja, trata-se de melhorar a qualidade e de aumentar a quantidade. Aqui apresentaremos as reflexões teóricas que conduzirão o olhar na análise dos dados coletados junto aos professores.

Procuramos deixar evidente a forma pela qual evoluiu a discussão sobre interdisciplinaridade, crescentemente focando objetivos mais pragmáticos em termos de soluções para as deficiências apontadas. Justamente no

desenvolvimento destas discussões a interdisciplinaridade emerge como possibilidade de tornar mais efetivo e produtivo o ensino de Ciências.

A questão da interdisciplinaridade e sua importância para a formação de professores é apresentada no terceiro capítulo. A formação docente possui um forte componente ambiental, ou seja, os professores reproduzem em suas aulas a forma de ensinar com que aprenderam. Sendo assim, partindo do pressuposto que a prática interdisciplinar pode contribuir para a aprendizagem de Ciências, em um cenário ideal os cursos de formação, inicial e continuada, devem ser eles próprios interdisciplinares.

Procuramos, na medida em que evoluiu a discussão, organizar a polissemia conceitual em torno de “interdisciplinaridade”, de tal maneira que pudéssemos indicar, com maior precisão, a direção da pesquisa empírica que passaria então a comandar a exposição desta tese. A possibilidade de superação dessa polissemia, através de uma formação continuada e crítica foi a hipótese que sustentou nosso argumento.

No quarto capítulo apresentamos de forma mais pormenorizada nossa experiência no programa de formação continuada Teia do Saber com professores de Ciências e Matemática. Neste capítulo são apresentados os grupos de professores que participaram da pesquisa, incluindo-se o grupo piloto, que teve importância fundamental para a formatação da investigação. São também apresentados dados demográficos dos participantes, resultados e análise realizada com dados do questionário fechado, utilizado para o levantamento de conhecimentos de Geociências/Geologia.

O quinto capítulo apresenta análise do questionário aberto, proposto para levantamento das concepções alternativas sobre o modelo do interior da Terra e sobre tempo geológico, além das “pontes” estabelecidas entre os dois instrumentos. Também a sondagem das expectativas dos professores com relação às contribuições oferecidas por temas geológicos à prática interdisciplinar é analisada neste capítulo, a partir dos dados do questionário reflexivo.

Destas apreciações elaboramos nossas conclusões e indicamos possibilidades para posteriores artigos e outras pesquisas.

**Abordagens e metodologia da pesquisa**

## Abordagens e metodologia da pesquisa

[ ... ] Ler uma bela página antes de se por a trabalhar [ ... ] a leitura é para nós iniciadora, cujas chaves mágicas abrem no fundo de nós mesmos a porta das moradas onde não saberíamos penetrar.

Proust<sup>2</sup>

### 1. Abordagens do problema

Usualmente uma investigação combina diferentes métodos de pesquisa e instrumentos de análise. Esta afirmação à primeira vista pode parecer contraditória, posto que procedimentos de natureza quantitativa e qualitativa são, frequentemente, entendidos como excludentes. Contudo, a combinação destes procedimentos possibilita maior amplitude e segurança, de acordo com as exigências da análise dos dados.

Método de pesquisa significa, nesta medida, a escolha de procedimentos que possibilitam construir um caminho, o mais controlado possível, na coleta e análise de dados pertinentes ao objeto de estudo, tal como colocado por Lalande (s.d.).

De acordo com a literatura, a pesquisa realizada pode ser classificada, em uma de suas dimensões, como *pesquisa-ação*, e, segundo McKernan (2001) “o propósito da investigação-ação, em comparação com grande parte da investigação tradicional ou fundamental, é resolver os problemas diários imediatos e que pressionam os profissionais em exercício”. As pesquisas educacionais, especialmente aquelas relacionadas à formação de professores, têm utilizado a pesquisa-ação nas últimas décadas, com diferentes enfoques, como relata Franco (2005), para quem existem pelo menos três conceituações diferentes:

---

<sup>2</sup>PROUST, Marcel. Sobre a leitura. Tradução de Carlos Vogt. Campinas: Pontes, 1989, p.35

1. pesquisa-ação colaborativa, quando a busca de transformação é solicitada pelo grupo de referência à equipe de pesquisadores;
2. pesquisa-ação crítica, se essa transformação é percebida como necessária a partir dos trabalhos iniciais do pesquisador com o grupo;
3. pesquisa-ação estratégica, se a transformação é previamente planejada, sem a participação dos sujeitos e apenas o pesquisador acompanhará os efeitos e avaliará os resultados de sua aplicação.

Na investigação-ação educacional, geralmente, conta-se com um *investigador ativo*, que exerce ao mesmo tempo a função de professor e de pesquisador em ensino, funções que, embora distintas, podem ser exercidas simultaneamente no curso da ação. De acordo com Mion (2008, online) “O professor se torna um investigador ativo ao pesquisar a sua própria prática, analisando os dados coletados e refletindo sobre eles.” O processo de reflexão sobre a prática é definido por Gómez (1997, p.103) como uma “imersão consciente do homem no mundo da sua experiência”. Segundo essa classificação, realizamos uma *pesquisa-ação estratégica*.

Em pesquisas qualitativas os instrumentos de coleta de dados podem sofrer modificações na medida em que o pesquisador desenvolve novas hipóteses, especialmente após a realização do estudo piloto, permitindo rever aspectos não contemplados nas primeiras etapas da pesquisa, verificando a adequação das questões norteadoras ou a relevância dos dados, conforme as visões de Benbasat et. al. (1987) e Trauth e O’Connor (2004).

De acordo com Bogdan e Biklen (1982) e Minayo (1997), em estudos qualitativos a análise do processo é tão importante quanto a análise do produto e, por serem descritivos, é preciso cuidado para evitar o risco de ficar apenas na superficialidade, limitando-se exclusivamente a uma descrição dos dados, obscurecendo os processos envolvidos.

Nessa pesquisa estamos concretamente nos referindo a grupos de professores configurados por um programa de formação continuada denominado Teia do Saber, proposto pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. O programa foi efetivado no período de setembro a dezembro de 2007, com aulas e atividades desenvolvidas em quatro períodos de duas horas, perfazendo um total de oito horas, aos sábados. A proposta da Unicamp seguiu as especificações contidas no edital da CENP<sup>3</sup>.

Os dados foram coletados, com o conhecimento e consentimento expresso dos participantes, durante os encontros da pesquisadora com os professores do ensino fundamental matriculados no eixo I, “Terra e Universo”<sup>4</sup>. Esses professores exercem suas atividades docentes em cidades sob jurisdição de cinco Diretorias de Ensino (DE) de quatro cidades do interior do Estado de São Paulo: Bragança Paulista (BP), Campinas DE Leste (CL), Campinas DR Oeste (CO), São Carlos (SC) e São José do Rio Preto (SJRP).

Do total de 132 professores matriculados foi possível efetivamente analisar os dados de 73. Essa redução deveu-se a dois fatores: necessidade de considerar o grupo de São José do Rio Preto como piloto da pesquisa, como veremos no quarto capítulo, e ausências, totais ou parciais<sup>5</sup>, nas demais turmas que impediram a realização de todas as atividades propostas durante as oficinas.

Nesse sentido, e reafirmando os objetivos da pesquisa, foram elaborados instrumentos de coleta de dados voltados para o problema central da formação profissional dos professores da área de Ciências. Com a aplicação de questionários levantamos os conhecimentos e as concepções alternativas relativas a alguns conteúdos básicos de Geociências/Geologia e verificamos de que ponto de vista o professor concebe a prática interdisciplinar, de forma a

---

<sup>3</sup> A íntegra do edital está disponível em <http://cenp.edunet.sp.gov.br/forcont2007/default.aspx>. Acesso em 15 de outubro de 2007.

<sup>4</sup> A escolha do curso é prerrogativa das DE, não dos professores.

<sup>5</sup> O recebimento do certificado de participação no Projeto estava condicionado à participação em 75% das atividades, o que permitia aos professores ausentarem-se alguns períodos nos dias letivos. O controle de presença era realizado quatro vezes em cada aula.

avaliar suas necessidades formativas à possibilidade de explorar a integração entre conhecimentos científicos.

A seleção dos temas abordados nas aulas, e consequentemente o conteúdo dos questionários, foram um desafio na medida em que havia a necessidade de tratar de maneira compreensiva conteúdos de Ciências do ensino fundamental, para um espectro diversificado de participantes, com formações diferentes (Matemática, Biologia, Química, Física e Ciências) e, portanto, com interesses e carências diferenciadas. Embora seja esperado e desejável que todos os professores de Ciências tenham disciplinas de Geologia/Geociências em sua formação inicial, sabemos que isso nem sempre ocorre. Muitos, portanto, por necessidade profissional, construíram seus conhecimentos em aprendizagens autônomas.

Ainda que a escolha dos temas pudesse se justificar simplesmente pelas características, necessidades e obrigações para com o desenvolvimento do Projeto Teia do Saber, que serão expostas adiante, nos guiamos, sobretudo, pela percepção da importância crescente que tais conhecimentos adquirem para a vida do não cientista, pois:

[...] possivelmente não existe hoje nenhuma equipe de trabalho que tenha como objetivo o estudo e a solução de problemas técnicos, científicos ou ambientais que não tenha a análise global como método de estudo. O urbanismo, as obras de engenharia, a exploração de recursos, o planejamento territorial, requerem a convergência de distintas ciências para poder tratar adequadamente seus objetos de estudo. Nestes casos, a Geologia poderia adquirir a denominação de ciência interdisciplinar, pois participa com as demais ciências, com sua metodologia específica e seu corpo conceitual, na resolução conjunta de problemas. (GIJÓN, 1988, p. 367, tradução nossa)

Faz-se necessário, portanto, ilustrar os diferentes significados das áreas de conhecimento aqui privilegiadas, para que possamos estabelecer em que sentido nos referimos às Geociências e à Geologia.

De acordo com as notas da Sociedade Geológica Inglesa<sup>6</sup>, citadas por Román, as Geociências incluem:

---

<sup>6</sup> The Geological Society of London. Geoscience in higher education. **Retrieved**. V.21, 2007. Disponível em: <http://www.geolsc.org.uk/gsl/education/highered>. Acesso em: 14 nov. 2008.

Todas as Ciências (Geologia, Geofísica, Geoquímica) que estudam a estrutura, evolução e dinâmica do planeta Terra, suas fontes minerais e de energia. As Geociências investigam os processos que conduziram a Terra à sua forma atual, ao longo de uma história de 4,6 bilhões de anos, relacionando-se com o mundo real – além dos laboratórios – com relevância direta para as necessidades da sociedade. (2007, p.5, tradução nossa)

Para Lacreu (2000), Geociências ou Ciências da Terra abrangem um conjunto de disciplinas científicas que têm como principal objeto de estudo a Terra, permitindo compreender e explicar os processos envolvidos na história do planeta, bem como sua evolução. Os mesmos conhecimentos são utilizados na busca e avaliação de recursos naturais, no desenvolvimento de técnicas que aprimoram seu aproveitamento e na prevenção de riscos ambientais.

Da mesma forma, Geologia é uma ciência que assume diferentes perspectivas em função de linhas de pensamento, por vezes díspares, como veremos através das palavras de distintos autores.

Na definição de Toledo:

Geologia é a ciência natural que, através das ciências exatas e básicas (Matemática, Física e Química) e de todas as suas ferramentas, investiga o meio natural do planeta, interagindo inclusive com a Biologia em vários aspectos. Geologia e Biologia são as ciências naturais que permitem conhecer o nosso habitat e, por consequência, agir de modo responsável nas atividades humanas de ocupar, utilizar e controlar os materiais e os fenômenos naturais (2008, online).

Nesse sentido, a Geologia integra diferentes campos do conhecimento, utilizando-se para isso de diversas ciências naturais (Física, Química, Matemática, Biologia, Ciências Espaciais), promovendo um tipo de investigação e aplicação de conhecimentos que tratam dos problemas da Terra que afetam o Homem, fornecendo ainda dados para compreender o passado e as mudanças globais, bem como o papel de nossa sociedade no sistema, além de permitir que façamos inferências sobre o futuro, conforme Skinner et al. (1995).

Para Potapova (1968) a Geologia é uma ciência que tem como objeto de estudo o processo histórico-geológico, tendo como tarefa estudar a história da Terra como um todo e suas várias esferas, camadas ou estratos, além do núcleo.

Compiani (1988) faz uma leitura de Potapova, tornando mais compreensíveis alguns pontos:

[...] Esta história está impressa de maneira codificada nas particularidades da estrutura e composição material da crosta e outras esferas terrestres. Portanto, o objeto de investigação da Geologia é a Terra e suas várias esferas, e destas a crosta terrestre se destaca por representar o local de registro acessível ao homem, além da interação entre os processos da dinâmica interna e externa do planeta com a sociedade (noosfera) (p.291)

Dentro da mesma concepção de Ciência histórica da natureza, mas com diferente abordagem, temos a visão de Frodeman (1995):

A questão central é que as Geociências são mais do que a pobre irmã epistemológica das “grandes” ciências experimentais – paradigmaticamente a Química e a Física. Pelo contrário, as Ciências da Terra oferecem mais um modelo de pensamento para lidar com as realidades que enfrentamos na nossa vida pública e pessoal. Claro que não existe uma diferença clara e rápida entre as ciências de laboratório e as ciências de campo. Mesmo as Ciências da Terra tornam-se ciências experimentais, e o processo de raciocínio que lhes é próprio pode ser encontrado nas ciências experimentais e, por certo, no racionalismo. [...] No entanto, é possível identificar nas Ciências da Terra um método diferente de raciocínio: um método que é mais deliberativo do que simplesmente de cálculo, mais interpretativo do que puramente factual, e mais histórico do que experimental – de novo como na nossa vida pública e privada. O processo de raciocínio típico das Ciências da Terra oferece-nos, assim, um caminho intermédio entre os padrões muitas vezes não realistas das ciências de laboratório – baseadas como estão na natureza essencialmente falsificadora das experiências controladas – sem caírem na inutilidade, no fundamentalismo e na deferência cega à autoridade, que é a antítese do racionalismo. (FRODEMAN, 2001, p.44)

A linha do autor considera a apresentação, frequentemente caricaturada, do raciocínio científico (e seu método) passível de ser interpretado como um livro de receitas que provê respostas infalíveis aos problemas científicos. Essa maneira de perceber o raciocínio prejudica a ciência e a cultura. Dentro dessa perspectiva questões de interesse científico e social para a sociedade podem ser discutidas pelo viés da Geologia:

[...] Muitas das questões atuais (aquecimento global, vários tipos de riscos, disponibilidade de recursos naturais, são, por sua própria natureza, científicas e éticas, sendo que o aspecto científico do problema é profundamente influenciado pela interpretação e pela incerteza. [...] Num mundo incerto, onde constantemente somos obrigados a comparar coisas incomensuráveis (necessidades do presente versus obrigações com relação ao futuro; fatores quantitativos e qualitativos), a Geologia nos proporciona um outro (e, acredito, melhor) modelo de raciocínio que o oferecido pelo modelo científico tradicional. (FRODEMAN, 1995. p.996)

Outra visão bastante difundida é a de Ciência do Sistema Terra, “que busca abranger e compreender a integração entre as esferas rochosas e as demais esferas do planeta (atmosfera, hidrosfera, biosfera, tecnosfera)” (PIRANHA, 2006, p.1). Dentro desse contexto a abordagem geológica permite examinar os processos terrestres como um todo e em suas partes, abrindo um campo de pesquisa que permite estudar a Terra de forma integrada, de tal forma que temas tipicamente geológicos passaram a ser utilizados para reconceituar os impactos ambientais e os acidentes naturais.

Nesse modo realista de ver a ciência, que enfatiza aspectos éticos (da filosofia e da história), diversos problemas gerais do ambiente e temas como mudança climática global e desafios globais relacionados com a sustentabilidade da vida humana no planeta são tratados como diferentes aspectos da interação dinâmica do homem com o planeta. O aprofundamento da crise ambiental põe em risco a preservação da espécie humana e seu nível atual de civilização, requerendo tratamento interdisciplinar dos problemas e aprofundamento dos estudos nas diversas áreas do conhecimento. Isso revela a clara necessidade de uma atitude ética frente à sociedade e à natureza, “para contemplar os direitos e as potencialidades do homem para interagir com a natureza” (Carneiro et al, 2005). (PIRANHA, 2006, p.1-2)

Ainda que distintos autores apresentem diferentes visões de Geologia é possível inferir que o processo de raciocínio por ela exigido é capaz de auxiliar na solução de problemas relacionados ao ensino de Ciências, por abranger diferentes aspectos da dinâmica da Terra e por proporcionar um tratamento integrado da questão.

Para os propósitos educacionais que guiaram a pesquisa, consideramos as Geociências um campo de estudos interdisciplinar que investiga as interações de diferentes componentes da Terra e sua evolução, incluindo a influência exercida pelos homens e outros seres vivos sobre o planeta. E com essa perspectiva selecionamos as questões investigativas

A maneira atual de ensinar Ciências na educação básica se aproxima de um conjunto de definições, fórmulas, conceitos, experimentos sem significado, avaliados através de perguntas que só admitem verdades absolutas como resposta. Frente à insuficiência desse modelo de ensino, a questão que se coloca

é como recomendar outro tipo de abordagem, o que nos reconduz à questão crucial da preparação de pessoas capazes de lidar com incertezas e complexidades.

Embora o Brasil não seja afetado diretamente por fenômenos devastadores, como terremotos, tsunamis, fortes furacões e ciclones, isto graças à sua situação geográfica e geológica, a existência de uma “indústria cultural” com amplo noticiário construído em torno destes eventos naturais, universalizam, ou globalizam para usarmos um termo mais atual, o alcance destes fenômenos, posto que estão sempre ligados a catástrofes naturais de largo apelo midiático, especialmente televisivo.

A partir desses esclarecimentos, temos a justificativa para a segmentação da avaliação de conhecimentos dos professores em dois instrumentos: o questionário fechado, abordando conteúdos relativos a diferentes ciências que estudam a Terra, portanto no que foi definido como Geociências, e o questionário aberto, com questões discursivas, privilegiando temas pertinentes ao campo da Geologia, mais próximos dos conteúdos tratados no curso, ambos disponíveis no Anexo 1.

Com relação a esse conteúdo, preocupava-nos que as aulas pudessem abordar não apenas aquele comum no ensino das Ciências Naturais, no nível do ensino fundamental, mas também aquele que é específico da área da Geologia. Para trabalhar com o primeiro pensamos em um enfoque dos fenômenos naturais a partir de modelos, progressivamente mais próximos dos aceitos pela comunidade científica, e na discussão de uma visão integradora da Ciência. Com o segundo grupo seriam privilegiados alguns conceitos, modelos e teorias geológicas, e o reconhecimento das interações que a Geologia estabelece com as outras ciências.

Nesse sentido, o questionário fechado foi utilizado como instrumento de investigação do nível de informações sobre conhecimentos gerais de Geociências, enquanto que o questionário aberto voltou-se para as concepções alternativas de Geologia, e de forma mais específica, para os conteúdos das aulas ministradas.

Pesquisas (BARRA, 1993; CURADO, 1999; KANE, 1998; MORTIMER, 1994; SANTOS, 1991; GEBARA, 2001) sugerem que os conhecimentos trazidos pelos alunos para as salas de aula condicionam sua aprendizagem, sendo de fundamental importância que o professor estabeleça conexões entre os conceitos e os modelos explicativos que os alunos possuem e os novos conhecimentos.

O tratamento dispensado às concepções prévias costuma abarcar uma ampla variedade de denominações, tornando difícil estabelecer os domínios de investigação, fato esse reforçado pela polissemia na literatura a respeito dos sentidos pertinentes às diferentes concepções, vistas como não científicas ou pseudo-científicas, não importa que as chamemos de prévias, erradas ou ingênuas. Moreira (2002), tratando deste problema em relação aos alunos, evidencia que as idéias prévias têm sido consideradas com diferentes significados em relação ao conhecimento científico.

Para Clement (1987) o termo *concepções erradas* é usado em estudos nos quais os estudantes foram introduzidos ao modelo formal dos conceitos científicos, tendo, contudo os assimilado incorretamente. As *concepções alternativas*, por seu turno, definem conceitos elaborados antes da instrução formal, também inconsistentes com relação ao conhecimento científico, não obstante conferirem aos aprendizes respeito intelectual, na medida em que reconhecem suas idéias intuitivas, conforme Wandersee (1994).

De maneira sintética, Santos (1991) apresenta um levantamento das designações que são atribuídas às representações dos alunos, alertando que essa terminologia está associada às diferentes conotações atribuídas ao objeto da pesquisa.

- Conhecimento do senso comum (raciocínio espontâneo, representação intuitiva): designações que sugerem a origem das representações.
- Pré-concepções (representação inicial): designações que focalizam a anterioridade das representações (no tempo e na precisão) relativamente aos conceitos científicos.

- Concepção errada, compreensão errada: designações que enfatizam a natureza acidental, defeituosa, evitável, imatura ou errada das representações. Refere-se, também, à assimilação incorreta de modelos formais.
- Concepção alternativa, estrutura alternativa: designações que sugerem diferenças qualitativas entre as representações dos alunos e os conceitos científicos.

Desta maneira, a variedade de termos é ampla, e na literatura, especialmente na brasileira, é comum que sejam usados praticamente como sinônimos. Para os objetivos deste trabalho, particularmente por se tratar de conhecimentos de professores, preferimos nos referir às *concepções alternativas* (CA).

As CA representam um elemento determinante para a construção de estratégias de ensino na busca da facilitação da aprendizagem (Gebara, 2001), e, especialmente no ensino das ciências, deveríamos atribuir-lhes a mesma ênfase dada às concepções científicas, conforme sugerem Hestenes et. al (1992) e as palavras de Compiani reforçam:

O que a criança já sabe sobre o assunto é tão importante quanto a estrutura desse saber. É inegável a necessidade do professor saber a estrutura da disciplina a ser ensinada. Este domínio dará capacidade ao professor de não apenas definir aos estudantes as explicações aceitáveis em um campo, como descobrir ou experimentar as que seriam mais frutíferas para o desenvolvimento temático da classe. (1996, p.13)

Pesquisas realizadas com estudantes têm demonstrado que as CA são resistentes às mudanças e podem persistir apesar dos esforços dos professores. Segundo Kane (1998), as razões para essa persistência podem estar relacionadas às fontes dessas concepções, tais como experiências do cotidiano, percepções, influências culturais, natureza metafórica da linguagem etc.

Sendo assim, as CA não podem ser mudadas facilmente, mesmo com o uso de diferentes estratégias didáticas. Muitas vezes ocorre uma acomodação, de tal maneira que as concepções científicas e as alternativas “convivem pacificamente”. Com isso, as respostas dos estudantes dependem do contexto no

qual as perguntas são formuladas, ou seja, enquanto em situações de avaliação formal preponderam as respostas (tentativamente) científicas, na informalidade brotam as CA, conforme visão de Mortimer (1996).

Com o grande destaque que mereceram as pesquisas sobre as CA dos estudantes para a aprendizagem de Ciências, o estudo das concepções alternativas dos professores ficou em segundo plano, embora os professores também as possuam e possam transmiti-las involuntariamente aos seus alunos. Desta maneira, a referência às CA dos professores torna-se relevante para as questões de ensino, ampliando a complexidade envolvida na esperada mudança conceitual que permitirá aos estudantes desenvolverem raciocínios mais próximos do pensamento científico.

Uma das estratégias utilizadas com melhores resultados para investigar CA é o das entrevistas clínicas, de acordo com Moreira e Grecca (2003). Dado o escopo da pesquisa esse procedimento mostrou-se inviável, visto que cada elemento deve ser entrevistado individualmente. Em vista do exposto, e com rígida agenda a ser cumprida, optamos por questionários, com diferentes abordagens, para identificar as CA sobre conteúdos geocientíficos e sobre interdisciplinaridade, pois acreditamos ser relevante a contribuição da abordagem de temas geocientíficos para a prática de ensino interdisciplinar.

Independente do tipo de instrumento é importante ter em mente que as técnicas e metodologias utilizadas devem ser coerentes com o que se pretende avaliar e com o processo educativo como um todo (ensino-aprendizagem-conhecimento-contexto), conforme Moreira (1999).

Três questionários foram apresentados aos participantes em diferentes momentos da aula. O primeiro composto por questões do tipo *verdadeiro-falso-não sei*, que chamaremos de *questionário fechado*, tinha por objetivo aferir o nível de conhecimento sobre conteúdos diversos de Geociências.

Por um lado, a opção pela utilização de questionários de múltipla escolha, aqui chamados *fechados*, exige a escolha de questões cujas respostas sejam significativas para quem realiza a pesquisa e para os alunos, segundo Pozo

(2000). A elaboração de instrumentos adequados não é simples, e dada à amplitude de conteúdos geocientíficos que fazem parte do currículo do ensino fundamental, a escolha de questões diversificadas é desejável.

A segunda parte, chamada *questionário aberto*, composta por questões *discursivas*, investigava as CA sobre *tempo geológico* e sobre o *modelo do interior da Terra*, assuntos mais próximos da Geologia propriamente dita, e que seriam, direta ou indiretamente, abordados na aula.

Os resultados obtidos com questionários abertos costumam ser mais ricos e refinados do que os resultados obtidos com questões de múltipla escolha, e permitem esclarecer aspectos que possam ficar pendentes.

Finalmente, na ausência de terminologia mais apropriada, chamaremos de *questionário reflexivo* (Anexo 2) o conjunto de questões discursivas, propostas para identificar as concepções de interdisciplinaridade – tema enfatizado pelos PCN - bem como questões relativas à formação profissional continuada.

Para a elaboração dos questionários realizamos um levantamento bibliográfico, que apontou os tipos de instrumento utilizados por pesquisadores nacionais e internacionais. Na Dissertação de Mestrado de Gebara (2001) esse recurso foi utilizado com bons resultados, permitindo a comparação das respostas dos participantes da pesquisa com outras relatadas na literatura de forma satisfatória, confirmando não ser o problema das concepções alternativas uma questão local ou restrita a faixas etárias determinadas.

No presente trabalho, dadas as dificuldades que o ensino de Geociências enfrenta no Brasil, comparações de resultados obtidos em pesquisas internacionais podem trazer elementos valiosos, transformando a literatura especializada em aliada na previsão das concepções alternativas que poderão transparecer nas respostas.

A análise da literatura foi procedimento também utilizado nos capítulos que trabalharam com os conceitos e percepções de interdisciplinaridade e formação de professores. Para tanto realizamos levantamento bibliográfico extenso, fichamento dos textos e análise de seus conteúdos.

## 2. A elaboração dos questionários

O levantamento bibliográfico mostrou que o número de pesquisas sobre CA em Geociências é escasso se comparado com outras áreas de conhecimento, como a Física, por exemplo, e que parcela significativa delas se relaciona a temas de Astronomia. Além disso, as investigações se concentram nas concepções apresentadas por estudantes na faixa etária dos seis aos 17 anos, poucas investigam universitários, um número ainda menor se ocupa das idéias dos professores conforme nos relatam Libarkin et. al. (2005).

A consulta reportou às pesquisas de Guimarães (2004), Libarkin et. al. (2005), Gosselin e Macklem-Hurst (2002), nas quais foram investigados indivíduos de diferentes faixas etárias, variada distribuição geográfica e amplo espectro de conteúdos.

Para utilizar instrumentos de investigação presentes na literatura é preciso observar alguns procedimentos, como por exemplo, verificar se a pesquisa tal como foi conduzida é aplicável para seus objetivos, também lembrar que cada pesquisador conduz a análise de acordo com objetivos bastante específicos, provavelmente diferentes dos planejados inicialmente para seu trabalho; por isso é fundamental certificar-se de que o estudo seja válido e confiável, de acordo com Libarkin (2002).

Ainda segundo a mesma autora, outras questões importantes devem ser verificadas quando usamos instrumentos publicados, especialmente no que diz respeito às fontes de informação utilizadas: 1) *os autores fornecem evidências suficientes que o teste é válido?* 2) *os autores demonstram a confiabilidade do teste?*

Os trabalhos supracitados, principalmente os de Gosselin e Macklem-Hurst (2002) e de Libarkin et. al. (2005), que compuseram a base para elaboração de nossos instrumentos de pesquisa, satisfizeram as exigências de validação, abrangendo o conjunto de conteúdos que propomos investigar, particularmente as questões relativas ao interior da Terra, encontradas na segunda referência.

Sem perder de vista que as diferenças na forma de apresentação e aplicação dos questionários, as particularidades/dificuldades de tradução, e as especificidades do grupo investigado, entre outras, causam problemas adicionais na interpretação dos dados, é possível afirmar que isso não diminui sua significância. Diversos relatos de aplicação do *Force Concept Inventory* (FCI), para levantamento de CA em Física, e do *Geoscience Concept Inventory* (GCI)<sup>7</sup>, concebido nos mesmos moldes, e com a mesma finalidade, para concepções sobre Geociências, subsidiam essa perspectiva.

Por outro lado, instrumentos de sondagem de conhecimentos/concepções elaborados para um público nacional também não são garantia de maior facilidade, uma vez que podem trazer problemas de outra natureza. A pesquisa realizada por Guimarães (2004) com professores em exercício de Ciências Naturais, Geografia, Biologia, Física e Química, de escolas públicas e privadas do Distrito Federal é um exemplo.

As questões elaboradas pela autora para avaliar o nível de conhecimento sobre o contexto ambiental, sobre Geologia e as inter-relações entre conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, pareceu-nos extenso e voltado para especificidades do Distrito Federal. Como se vê, a adaptação desse instrumento aos nossos propósitos poderia minimizar alguns problemas, mas traria outros de maior monta em seu lugar, como restringir o foco em um universo restrito.

Uma vez que a adaptação de questionários da literatura envolve dificuldades que precisam ser contornadas, e que não podem ser desconsideradas, tivemos presente a necessidade de trabalhar com técnicas apropriadas na interpretação dos dados (análise de conteúdo e análise estatística), capazes de extrair informações fundamentais para o problema da pesquisa.

---

<sup>7</sup> Instrumentos para investigação de concepções alternativas utilizados largamente por pesquisadores do mundo inteiro. O primeiro, *Force Concept Inventory* (FCI), desenvolvido por David Hestenes, Malcolm Wells e Gregg Swackhamer, abrange concepções sobre “Força” nos domínios da Física. O segundo, *Geoscience Concept Inventory* (GCI), baseado nos FCI, desenvolvido por Julie Libarkin para concepções de Geociências.

Além disso, o estudo de respostas humanas não é uma ciência exata, e as pessoas podem responder de formas diferentes ainda que frente aos mesmos estímulos, com as mesmas condições de contorno. Ou seja, o tipo de análise depende do nível de detalhes necessário para atingir os objetivos do estudo, também na interpretação dos dados um fator de grande importância é a reflexão do investigador, sua capacidade de decidir entre as informações que possui e os elementos que, por diferentes razões, não conseguiu obter.

Tomada a análise quantitativa em sentido absoluto, teremos uma deformação fundamental na percepção do objeto de análise, pois nesse caso a porcentagem de acertos em algumas questões indicaria que os participantes possuem adequados conhecimentos básicos de Geociências/Geologia. Mas, em que medida respostas “certas” em questões de tripla escolha (em que uma das alternativas indica desconhecimento do assunto), significam “conhecimento certo”?

Por outro lado, dada a amplitude de temas abordados, não seria significativo usar a média geral do grupo como medida de conhecimento, pois analisando-se os resultados de cada questão individualmente encontramos lacunas em tópicos específicos no conhecimento dos participantes.

É impositivo, diante destes dados, refinarmos a análise do que se considera resposta “certa”, ou seja, o certo diante das alternativas sim/não encobre um gradiente enorme e diversificado de significados. Então se impôs mais fortemente buscar na análise qualitativa o aprofundamento destas questões que ficaram, inicialmente, em uma área de sombras.

### **3. O questionário fechado: elaboração e metodologia de análise**

O questionário fechado foi elaborado com o intuito de mapear os conhecimentos de Geociências que possuíam os professores participantes da pesquisa, grupo que constitui uma amostra do professorado do ensino fundamental do Estado de São Paulo, atuantes em um nível de ensino no qual

esses conhecimentos são bastante requisitados. É constatação fundamental que ao discutir a qualidade do ensino, diretamente ligada ao conhecimento docente, avaliar o nível desse conhecimento é crescentemente importante.

A pesquisa de Gosselin e Macklem-Hurst (2002), usada como referência para elaboração desse questionário, avaliou 108 estudantes da Universidade de Nebraska-Lincoln, futuros professores de Ciências, que cursaram durante 16 semanas (um semestre) um curso intitulado “Ciência do Sistema Terra para Educadores”, e cujos dados foram colhidos em cinco edições semestrais do curso. Ainda que os elementos dessa pesquisa pertencessem a outro espaço geográfico e cultural, com formação distinta dos nossos professores, existem similaridades, especialmente no nível dos procedimentos, entre aquele trabalho e o que realizamos.

Com o intuito de avaliar a evolução dos conhecimentos desses estudantes, aplicaram um teste no início das atividades, o que nas pesquisas sobre CA e mudança conceitual chamamos *pré-teste*, utilizando-se para isso de um questionário fechado composto por 38 questões tipo *verdadeiro – falso – não sei*, questionário este reapresentado no final das atividades, na fase chamada *pós-teste*. Os resultados são apresentados de forma comparativa pelos autores.

Esse tipo de investigação é relevante para documentar o que os estudantes sabem sobre determinado assunto antes da fase de ensino e potenciais concepções errôneas que trazem para a sala de aula, permitindo identificar aspectos do curso que podem ser ajustados e melhorados.

O planejamento do curso previa a abordagem de conceitos fundamentais de Geociências, agrupados por áreas como, por exemplo: *a Terra no sistema solar, tempo, clima e dinâmica da Terra* entre outros.

Os gráficos comparativos dos resultados (anteriores e posteriores à realização do curso) demonstram que em algumas questões os indivíduos mostraram significativas mudanças conceituais, enquanto que em outras, menor número, houve “acomodação” ou até mesmo “retrocesso”. Esse tipo de resultado é esperado quando se trabalha com CA, situações idênticas foram relatadas por

Gebara (2001). Após cinco semestres, baseados na interação com os estudantes, os autores Gosselin e Macklem-Hurst, (2002) concluíram que houve um avanço médio de 30% em relação ao conhecimento inicial.

Após essas verificações concluímos que as questões dessa pesquisa adequavam-se aos nossos propósitos, por cobrirem conceitos de Geologia e idéias fundamentais de Química, Física e Astronomia (basilares para a compreensão integral da Terra). Tais conhecimentos, em nível básico, são parte do currículo do ensino fundamental e, portanto, deseja-se que sejam de domínio do professor de Ciências.

O primeiro instrumento que utilizamos, para coletar dados quantitativos, foi uma versão reduzida do questionário utilizado por Gosselin e Macklem-Hurst (2002). Embora pouco usual entre nós, a opção de resposta *não sei* foi mantida com a intenção de evitar que os respondentes, limitados pelo *verdadeiro e falso*, abusassem dos conhecidos “chutes”. O risco na direção oposta seria evitarem a opção de resposta *não sei* por expressar seu desconhecimento, causando desconforto e vergonha. Como veremos na análise dos dados, a manutenção dessa opção mostrou-se adequada quando consideramos o conjunto das respostas.

Como não era objetivo deste trabalho avaliar a evolução conceitual dos estudantes optou-se por realizar uma única aplicação do teste. Após a aplicação, a análise estatística possibilita identificar algumas deficiências menores relacionadas ao enunciado ou aos itens de respostas, como, por exemplo, alternativas não plausíveis e/ou atrativas, o que também contribui para qualificar a relação entre respondentes e respostas. Em vista do exposto, os dados passaram por análise estatística que contribuiu para sua interpretação e, ao mesmo tempo, auxiliou na verificação da validade e confiabilidade das respostas.

Nas investigações em que o contato entre pesquisadores e pesquisados é limitado, o nível de confiança dos dados deve ser avaliado, pois pode haver falta de compromisso com o teste, ou seja, o grupo pode responder de forma impensada apenas para cumprir uma obrigação formal e circunstancial. Um teste

elaborado criteriosamente requer, em primeiro lugar, que sejam alcançados requisitos básicos como confiabilidade e validade. Como demonstraremos no capítulo referente à análise dos resultados estes requisitos básicos foram alcançados.

Análises estatísticas de amostras reduzidas podem conduzir a resultados pouco significativos. Considerando o tamanho da amostra optamos por considerar o desempenho dos participantes a partir da medida do índice de facilidade<sup>8</sup> (IF) e do índice de discriminação (ID) de cada questão, e, de posse desses resultados, o procedimento foi identificar os principais focos de dificuldade com conteúdos de Geociências.

Consideraremos aqui que o índice de facilidade (IF) de cada questão é representado, simplesmente, pela percentagem de acertos do total de sujeitos da amostra, normalizada entre *zero* e *um*. O índice de facilidade indica o acerto médio da questão, caracteriza o grau de *facilidade* (ou *dificuldade*) do conjunto de indivíduos que se submeteram àquela avaliação.

Assim, IF próximo de *zero*, indica uma questão muito difícil, enquanto que IF próximo de *um* sugere que a respectiva questão foi muito fácil, para o grupo respondente. Estudos sugerem que na construção de uma prova com fins diagnósticos, devem predominar itens com IF entre 0,16 e 0,50, considerados de dificuldade mediana.

Para realizar um diagnóstico do ensino de conteúdos é necessário reconhecer como se distribui o conhecimento sobre determinado assunto entre os indivíduos analisados. Um indicador dessa distribuição é obtido pelo índice de discriminação (ID). A discriminação se refere ao poder de um item em diferenciar sujeitos que têm melhores resultados daqueles cujo desempenho caracteriza-se como mais defasado.

---

<sup>8</sup> Brasil. MEC. **Exame nacional de cursos:** provas e questionários – Matemática. 1998. Disponível em [http://mathematikos.psico.ufrgs.br/disciplinas/ufrgs/mat01038021/matematica\\_enc1998.pdf](http://mathematikos.psico.ufrgs.br/disciplinas/ufrgs/mat01038021/matematica_enc1998.pdf). Acesso em 15 de jan 2005.

Um item muito fácil, por exemplo, pode não atingir um índice de discriminação desejável porque todos, ou quase todos, os examinados conseguem acertá-lo. Situação semelhante pode ocorrer com uma questão muito difícil, em que a maioria erra. Itens muito fáceis ou muito difíceis possibilitam, ainda, maior probabilidade de acerto casual. Uma das funções dos testes ou provas é a caracterização de diferentes níveis de desempenho, e, para tanto, é desejável que a prova apresente questões com alto índice de discriminação<sup>9</sup>.

Para calcular o índice de discriminação, ordenam-se as médias obtidas pelos alunos, separando os grupos com desempenho superior e inferior. O tamanho dos grupos é padronizado para ser composto por 25% dos candidatos em cada extremo do desempenho. Para o grupo com desempenho superior e inferior são medidos os respectivos índices de facilidade,  $IF_{SUP}$  e  $IF_{INF}$ . O índice de discriminação é dado pela diferença entre os IF dos dois grupos:

$$ID = IF_{SUP} - IF_{INF}$$

A expressão deixa claro porque é necessário que a avaliação apresente um grau intermediário de dificuldade, possibilitando fornecer resultados esclarecedores em qualquer área de conhecimento: uma questão que todos os avaliados acertem, irá indicar um valor igual a zero para ID, isto é, não separa os grupos, não discrimina os grupos. De forma similar, uma questão que todos erram também não permite inferir informações sobre o conhecimento dos indivíduos.

Em geral o ID apresenta valores positivos, indicando que os 25% mais bem informados sobre o assunto têm desempenho melhor. É importante notar que em questões nas quais o acerto foi casual, essa situação não se verifica necessariamente, pois o grupo com desempenho inferior pode acertar mais do que o grupo com desempenho superior, o que indicaria “chutes” excessivos ou uma questão mal elaborada.

---

<sup>9</sup> Brasil. MEC. **Exame nacional de cursos: provas e questionários – Matemática.** 1998. Disponível em: [http://matematikos.psico.ufrgs.br/disciplinas/ufrgs/mat01038021/matematica\\_enc1998.pdf](http://matematikos.psico.ufrgs.br/disciplinas/ufrgs/mat01038021/matematica_enc1998.pdf). Acesso em 15 de jan. 2005

Particularmente, quando se pretende medir a discriminação de uma questão respondida por *diferentes subgrupos da amostra*, que, como veremos adiante é o nosso caso, deve-se observar não apenas o ID, mas também o IF, repetindo-se a análise nos diversos grupos, pois uma questão pode não ser discriminativa para um grupo, mas ser para outro.

A identificação dos focos de dificuldade com conteúdos geocientíficos a partir da análise do IF e do ID é um instrumento que auxilia, de maneira bastante efetiva, a escolha dos temas e abordagens metodológicas em cursos de formação de professores, prioritariamente cursos para aqueles que estão em exercício.

#### **4. O questionário aberto: elaboração e metodologia de análise**

Os mesmos critérios utilizados na elaboração do questionário fechado foram mantidos, de sorte que procuramos na literatura referências adequadas ao conteúdo e à proposta investigados. Usamos como referência o trabalho de Libarkin et al. (2005), cujo foco principal era identificar as concepções de estudantes universitários sobre três aspectos de Geociências: a crosta, o interior da Terra e o tempo geológico. Da mesma forma como no instrumento anterior, utilizamos uma versão reduzida do questionário proposto pela autora em sua pesquisa.

Em sua pesquisa multi-institucional foram aplicados 265 questionários, compostos por cinco questões discursivas, seguidos da realização de 105 entrevistas. Os critérios para escolha dos estudantes a serem entrevistados foram as concepções prévias que emergiram nas respostas aos questionários.

Os estudantes pertenciam a quatro instituições dos Estados Unidos da América, dando à amostra a diversidade demográfica necessária para sua validação. Participaram da pesquisa alunos de uma universidade privada de elite

(Universidade de Harvard), duas grandes universidades públicas (Universidade de Indiana-Bloomington e Universidade do Arizona), mais uma pequena universidade pública de artes liberais (Universidade Estadual de Black Hills).

Participantes de três instituições foram alunos de uma disciplina introdutória de Geociências e os estudantes da Universidade do Arizona estavam matriculados em Biociências, cuja ementa indicava tratar-se de conteúdo equivalente. Os questionários foram aplicados no início das atividades letivas e as entrevistas conduzidas da metade para o final do semestre. Todos os estudantes declararam que conheciam conceitos de Geociências antes da participação na disciplina.

Pesquisas têm mostrado as dificuldades dos estudantes para compreender conceitos de Geociências, como a escala de tempo geológico, conforme Ault Jr. (1982), Shoon (1992) e Trend (2000). Muitos desses conceitos são complexos e abstratos, de forma que estudantes de todos os níveis de instrução sentem dificuldade em entendê-los, segundo White (1987). Levantamentos de CA sobre essas questões indicam a necessidade de se conhecer em profundidade as idéias dos estudantes para que possam ser desenvolvidas estratégias de ensino efetivas, que melhorem a aprendizagem em todos os níveis do processo educacional.

Para entender tópicos como placas tectônicas, terremotos e vulcões, são necessários conhecimentos de Geologia e, apesar da importância desses conceitos, poucas pesquisas relacionadas a essas idéias complexas têm sido realizadas por pesquisadores em ciências da educação, conforme Beilfuss (2004).

No sentido de verificar a compreensão dos fenômenos acima citados e suas relações com o tema da aula expositiva sobre o Modelo do Interior da Terra, uma das questões solicitava dos participantes a elaboração de um esquema, um desenho, com a representação do interior da Terra, pois embora o usual ainda seja a coleta de dados através das palavras, é crescente o interesse em analisar o efeito que as ilustrações – observadas ou construídas – possam ter sobre o estudante que aprende, segundo as visões de Levie e Lentz (1982); Mandl e Levin (1989); Mayer (1989) e Wiuows e Houghton (1987).

Normalmente as informações sobre fenômenos científicos são transmitidas através das palavras, pelo professor ou pelo livro didático, e dessa maneira os estudantes constroem seus modelos mentais sobre esses fenômenos. Elementos visuais, tais como gravuras e desenhos, também podem esclarecer e/ou complementar informações verbais, possibilitando uma maneira alternativa de aprender, transmitir e refletir (ciências e) sobre Ciência. Embora livros texto de Ciências reservem 50% do espaço para ilustrações, menos de 10% delas promovem informações sobre conceitos (Mayer, 1989), ou seja, as ilustrações são caracteres passivos em relação à elaboração do conhecimento, tal postura relega para um segundo plano um tipo de linguagem bastante eficaz.

Estas discussões sugerem que a compreensão de alguns conceitos científicos poderia ser mais eficaz com o uso adequado e conjunto de palavras e imagens. Explicações verbais e visuais utilizadas de maneira coordenada podem promover a aprendizagem de conceitos científicos de forma mais criativa e produtiva.

Uma boa ilustração deve tanto promover quanto expressar a compreensão de sistemas científicos; teorias atuais sobre modelos mentais sugerem a potencial eficácia desse recurso no ensino de disciplinas científicas (DE KLEER e BROWN, 1985; KIERAS e BOVAIR, 1984; GENTNER e GENTNER, 1983; WHITE, 1987).

A pesquisa de Silva (2002) apresenta uma discussão sobre imagens referentes a conhecimentos geocientíficos contidas em livros didáticos de quinta série<sup>10</sup>. Os objetivos foram “tipificar e quantificar as imagens presentes nos livros de Ciências; ‘ler’ as imagens selecionadas para a análise, [...] evidenciando aspectos do papel comunicativo dessas imagens; classificar as imagens geocientíficas, segundo categorias de funções didáticas existentes na literatura”. Infelizmente, a pesquisa empírica nesta área é limitada e, em sua maioria, ignora como as ilustrações podem ser usadas para promover a compreensão científica.

As principais questões relativas ao uso dessa ferramenta dizem respeito não apenas ao que permite tornar uma ilustração eficiente e como podemos usá-

---

<sup>10</sup> Atual sexta série do ensino fundamental.

las para melhorar a aprendizagem, como também as representações formuladas por alunos em relação aos conceitos e teorias em análise. Da mesma forma o questionário aberto exige um cuidado especial na análise dos resultados, especialmente ao usar um instrumento elaborado com finalidades parcialmente diferentes dos objetivos da nossa investigação.

Iniciamos comparando os resultados estatísticos das questões do questionário fechado, referentes ao *modelo do interior* da Terra e ao *tempo geológico*, com as respostas apresentadas às questões discursivas; assim, através de uma metodologia mista, qualitativa e quantitativa, começaram a surgir indicadores para estabelecer os critérios de análise do questionário aberto.

Foi interessante constatar que os dois instrumentos, com características e funções diferentes, bem como os dois tipos de análise, forneceram informações complementares: uma visão *panorâmica*, proporcionada pela análise quantitativa, e uma visão de *janela*, fornecida pela análise qualitativa.

Quanto à questão envolvendo ilustrações, tanto Libarkin et al. (2005) quanto Steer et al. (2005) realizaram análises próximas do método quantitativo. No primeiro trabalho os desenhos foram classificados em níveis, na tentativa de uma análise qualitativa, enquanto que no segundo foram atribuídos valores numéricos (notas), classificando como certas, erradas ou mais ou menos certas as diferentes representações, segundo os critérios pré-estabelecidos. Optamos aqui por uma composição das duas formas, por entender que isoladamente não trariam as contribuições esperadas para identificar as CA dos professores sobre a questão.

Segundo Ault Jr. (1998), os estudantes precisam desenvolver chaves para visualização que ajudarão no raciocínio geológico e, nesse sentido, o pesquisador procura entender se um conceito abstrato, como o interior da Terra, se expressa da mesma forma entre cientistas e não cientistas.

Finalmente, como dissemos no início, usar instrumentos de investigação encontrados na literatura permite realizar comparações entre as respostas de forma a verificar se as CA são regionais e específicas de determinadas faixas

etárias e graus de escolaridade ou, pelo contrário, se são problemas mais gerais, possibilitando generalizações, senão absolutas, mais abrangentes.

Para fins de comparação de resultados estudamos os protocolos utilizados pelos autores-referência, com o intuito de conferir informações e buscar subsídios para estabelecer nossos próprios critérios de análise dos dados, de forma a ampliar o perfil que estamos traçando dos professores de Ciências e seu conhecimento sobre Geociências.

### **5. O questionário reflexivo: elaboração, fundamentos para sua aplicação e metodologia de análise**

O fato das atividades concentrarem-se em um único dia impedia a realização da sondagem de CA no estilo *pré-teste/pós-teste*. A função do pós-teste é aferir se as CA evoluem, após instruções formais, para conceitos científicos ou conceitos mais próximos do que é aceito pela Ciência atualmente. A validade de sua aplicação seria discutível uma vez que mudanças conceituais necessitam um período de amadurecimento para serem confirmadas.

Dadas as condições da pesquisa não seria possível visitar os grupos e, nesse caso, aventamos a possibilidade de completar a pesquisa via Internet, pois nas palavras de Freitas et. al.:

A Internet oportuniza uma forma de coleta e de disseminação das informações nunca antes possível de ser realizada. Com ela, o pesquisador não está mais limitado pelas restrições de tempo, custo e distância, possuindo um acesso mundial praticamente instantâneo, com despesas mínimas. O tipo de questionário a ser administrado pode passar longe das tradicionais impressões, permitindo que o pesquisador utilize uma interface muito mais interativa e rica, seja na coleta ou na apresentação dos resultados. É necessário reconsiderar as formas como as pesquisas são desenvolvidas e conceber novas soluções melhor adequadas a esse ambiente. É necessário rever os papéis dos diferentes atores do processo de pesquisa e a maneira que estes estarão envolvidos, bem como as ferramentas disponíveis para a comunidade de pesquisa e mesmo para todos analistas e executivos. É evidenciado o novo cenário para pesquisas on-line, tendo a web por ferramenta básica. (2004, online)

No momento em que proliferam os cursos de formação à distância, a expectativa de poder contar com essa ferramenta se torna cada vez mais elevada, embora não seja a única disponível, vídeos e TV complementam esses recursos, agora incrementados com a chegada da transmissão digital. Mas sabemos que o sucesso depende fortemente de interesse, conhecimento e disponibilidade para usar o computador.

Vislumbrando essa possibilidade fizemos uma tentativa, solicitando, por e-mail, aos professores de São José do Rio Preto que nos informassem quais as disciplinas por eles ministradas no ensino fundamental e no ensino médio (caso também atuassem nesse nível de ensino). O resultado foi desanimador: após insistentes solicitações apenas 11 dos 22 professores responderam. Isso demonstrou que a tentativa de realizar a coleta de informações via Internet seria desgastante e provavelmente infrutífera.

Em vista dessa dificuldade tornou-se necessário elaborar um novo mecanismo de coleta de dados. Substituímos o *pós-teste* por um *questionário reflexivo*, que possibilita a captação de dados por meio de questões abertas, na medida em que expressa as representações de determinados aspectos da realidade social, conforme Franco (2003).

A elaboração e aplicação do questionário reflexivo exigiram que desenvolvêssemos critérios para interpretação das respostas discursivas “a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente, permitindo ao pesquisador as necessárias adaptações (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.34).

Comunicações que se utilizam de códigos lingüísticos com suporte escrito, são domínios possíveis de aplicação da análise de conteúdo, que é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 2004, p.27). Por exemplo, a comunicação dual (diálogos) que se dá através de cartas, *respostas a questionários* e testes projetivos, bem como os diálogos que se estabelecem em trabalhos escolares.

Ainda que não se trate de um procedimento rigidamente determinado, como por exemplo a análise estatística, uma das principais características da análise de conteúdo, de acordo com Bardin, é seu caráter inferencial permitindo responder o que *conduziu* a determinado enunciado e quais as *consequências* que determinado enunciado pode provocar.

Essa técnica de análise permite ler nas “entrelinhas das opiniões das pessoas, não se restringindo unicamente às palavras expressas diretamente, mas também àquelas que estão subentendidas no discurso, fala ou resposta de um respondente” (PERRIEN; CHÉRON; ZINS, 1984, p. 27). Nas palavras de Vygotsky encontramos subsídios para a utilização dessa técnica de análise: “para compreender a fala de outrem não basta entender as suas palavras – temos que compreender o seu pensamento. Mas nem mesmo isso é suficiente – também é preciso que conheçamos a sua motivação” (1993, p.130).

A organização da análise pode ser dividida em três fases:

- 1) pré-análise: constitui-se na organização propriamente dita, e implica na escolha do material a ser examinado, na formulação das hipóteses e dos objetivos e na elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final<sup>11</sup>.

Os documentos podem ser escolhidos *a priori* e devem passar por um processo de *leitura flutuante*, que “consiste em estabelecer contato com os documentos, a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações.” (BARDIN, 2004, p.90). Ainda segundo a autora, é nesse momento que surgem hipóteses ou questões norteadoras, que podem despontar tanto em função de teorias conhecidas, como no decorrer da pesquisa.

À medida que a leitura avança, as hipóteses vão emergindo, quer se tenha partido de uma suposição inicial, quer tenham surgido sem idéias pré-concebidas, às *cegas*. Para esta autora “uma hipótese é uma afirmação provisória que nos propomos verificar (confirmar ou infirmar),

---

<sup>11</sup> Disponível em <http://www.caleidoscopio.psc.br/ideias/ideias.html>. Acesso em 12/07/2007

recorrendo aos procedimentos de análise. Trata-se de uma suposição cuja origem é a intuição e que permanece em suspenso enquanto não for submetida à prova de dados seguros” (p. 92)

A construção das categorias se faz a partir de uma leitura preliminar e de várias releituras do material, não existe modelo pronto, e, após esse processo, defini-se o sistema de categorização a ser adotado, sem perder de vista os objetivos e referenciais teóricos da investigação.

Categorias representam formas de pensamento, são reflexo da realidade e, nesse sentido, modificam-se constantemente; na análise de conteúdo são classes que reúnem um grupo de elementos com características comuns. Para a criação das categorias seguem-se duas etapas: o inventário – isolando os elementos comuns e a classificação – repartindo os elementos e impondo certa organização à mensagem.

- 2) exploração do material – cuja facilidade depende de se ter concluído de forma conveniente as operações da pré-análise – consiste na codificação, desconto ou enumeração das informações em função das regras formuladas.
- 3) tratamento dos resultados obtidos e interpretação: implicam na proposição de inferências e na interpretação dos dados em função dos objetivos previstos ou que digam respeito a descobertas inesperadas (BARDIN, 2004).

Embora a metodologia de análise utilizada não tenha seguido rigorosamente as técnicas de análise de conteúdo, julgamos adequado expor brevemente esse procedimento que nos permitiu realizar o mapeamento de padrões no texto.

Para a análise dos dados precisamos, em um primeiro momento, organizar o material e estabelecer categorias, ou seja, agrupar elementos e idéias em torno de um conceito (GOMES,1993). O objetivo desse agrupamento é identificar as tendências e padrões relevantes para os objetivos da pesquisa manifestos nas respostas.

As idéias e elementos que buscamos na “leitura flutuante” surgiram dos referências teóricos da investigação, que serão apresentados no segundo e no terceiro capítulos. Emergiram também de forma indutiva, a partir da interação dos dados obtidos nos questionários fechado e aberto que passaram por análise quantitativa e qualitativa.

O objetivo do questionário reflexivo era verificar as relações estabelecidas pelos professores entre o conteúdo discutido em aula e suas idéias sobre interdisciplinaridade.

Fugindo de questões chavão, do tipo “o que entende sobre...”, focalizamos as perguntas no trabalho que se encerrava; ainda que nas respostas, provavelmente, transparecesse o presentismo das possibilidades vislumbradas, o imediatismo comum quando se descobrem novas oportunidades. Esses riscos são inerentes a esse tipo de pesquisa, cabe diluí-los na fase da análise, mas com filtros adequados, nossa expectativa foi identificar de que maneira os professores concebem a prática interdisciplinar e/ou compreendem o conceito de interdisciplinaridade e como solucionam problemas relativos ao (des)conhecimento do conteúdo escolar, fruto de sua insuficiente formação inicial e continuada.

Lembrando que para dimensionar o impacto das propostas de inovação sobre as crenças e os valores dos professores é preciso considerar sua maturidade na direção de um tipo de pensamento mais universal e mais capaz de abordar relações abstratas, veremos a seguir como se apresentam na literatura questões relativas à formação de professores e à interdisciplinaridade.

**Formação continuada de professores de ciências:  
problemas, limites e possibilidades.**

## **Formação continuada de professores de ciências: problemas, limites e possibilidades**

A institucionalização da formação de professores é um processo paralelo ao desenvolvimento dos sistemas nacionais de educação e ensino. Durante o século XIX, e fundamentalmente no século XX, tornou-se cada vez maior a exigência social e econômica de uma mão-de-obra “qualificada”, ou pelo menos instruída ao nível da escrita, leitura e cálculo. (GARCIA, 1999, p. 72)

### **1. A crise da formação inicial dos professores de Ciências**

Falar sobre formação de professores não é tarefa fácil, pois se trata de um universo em que convivem diferentes teorias, modelos de investigação, legislações específicas, políticas e ideologias que cercam grupos com interesses, muitas vezes, antagônicos na educação. E a tarefa se torna mais difícil na medida em que “a formação é um daqueles domínios em que todos se sentem à vontade para emitir opiniões, de onde resulta a estranha impressão de que nunca se avança” (PONTE, 1998).

Como já mencionado, uma das razões para a crise no ensino está no processo de formação inicial dos docentes e na falta de oportunidades para aqueles que estão em exercício continuarem seu processo de desenvolvimento, que deve ser contínuo. Neste sentido, a adequada preparação para a carreira é fundamental para um ensino de qualidade e, nas palavras de Adams e Tillotson (1995), reconhecida como ponto crítico em qualquer reforma da educação em Ciências.

Além desta assertiva mais geral existem realidades nacionais e regionais, além de um conjunto de fatores sociais e psicológicos que interferem no problema. As condições de trabalho do professor da educação básica no Brasil – baixos salários, classes superlotadas, violência nas escolas, necessidade de

deslocamento constante para completar a (excessiva) carga horária, não fixação a uma única unidade escolar, falta de concursos periódicos e de tempo para estudos de formação – dificultam, ou mesmo impedem, seu engajamento em cursos de formação continuada.

Além das necessidades formativas os professores têm como parte do contexto escolar necessidade de compreender as imposições curriculares e os deveres administrativos, que são componente de sua profissão e afetam o desenvolvimento e a condução das aulas. Isto sem falar da realidade social envolvente, sempre com baixos salários.

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, a amplitude e profundidade dos problemas de natureza psicossocial interferem de forma acentuada na formação profissional. Se estas questões nos diferenciam dos países avançados outras parecem não fazer distinção quanto ao nível de desenvolvimento do país, como é o caso da remuneração.

Em uma minoria relativamente exígua de países, os professores têm renda e condições de trabalho razoavelmente confortáveis; a maioria deles conta com instrução superior e, além disso, geralmente foram treinados como educadores. Em uma minoria de outros países, os professores mal conseguem sobreviver com os salários oficiais (quando são pagos), têm outros empregos e, em muitos casos, não receberam instrução em nível muito mais elevado que o dos alunos que lhes cabe educar. A maioria dos professores do mundo está em algum ponto entre esses dois extremos. (Unesco, 1998, apud Zeichner, 2007, on-line)

A defasagem salarial dos professores, quando comparados seus salários com os de outros profissionais com as mesmas exigências de formação, muitas vezes os obriga a exercerem atividades que complementem seu sustento e o de seus familiares.

Por outro lado, Nóvoa nos apresenta mais um problema que compromete de maneira crescente o exercício da profissão:

Há hoje [na escola] um excesso de missões. A sociedade foi lançando para dentro da escola muitas tarefas – que foram aos poucos apropriadas pelos professores com grande generosidade, com grande voluntarismo –, o que tem levado em muitos casos a um excesso de dispersão, à dificuldade de definir prioridades, como se tudo fosse importante. Muitas das nossas escolas são instituições distraídas, dispersivas, incapazes de um foco, de definir estratégias claras. E quando se enuncia cada uma dessas missões ninguém ousa dizer que não são importantes. Mas a

pergunta que se deve fazer é: a escola pode fazer tudo? É preciso combater esse “transbordamento”. Tudo é importante, desde que não se esqueça que a prioridade primeira dos docentes é a aprendizagem dos alunos. (NÓVOA, 2007, p.6)

Quando voltamos nossa atenção à prioridade da escola – indiscutivelmente, ensinar – e colocamos o foco da discussão na aprendizagem do aluno, uma preocupação que se torna evidente é o conhecimento do professor. Neste contexto, o papel do professor, sua formação e competências constituem temas prioritários, ganhando importância a partir da discussão sobre a qualidade do ensino ministrado nos diferentes níveis e modalidades.

As dificuldades em encontrar profissionais adequadamente formados para ensinar Ciências são antigas. No início da década de 1950, a maioria dos professores da disciplina era constituída por profissionais liberais que assumiam a docência devido à escassez de licenciados ou por terem fracassado em sua profissão.

Na tentativa de suprir necessidades de capacitação desses profissionais foi lançada a Campanha de Aperfeiçoamento e Difusão do Ensino Secundário (CADES), que visava difundir o ensino secundário e qualificar professores, proporcionando-lhes fundamentos de educação e didática, além de atualização de conteúdos (SILVA, 1969). Os poucos profissionais que apresentavam perfil para lecionar Ciências eram os egressos dos cursos de História Natural e Ciências Biológicas, conforme visão de Krasilchik (1980).

Com o intuito de divulgar a utilização do método experimental no ensino de Ciências, o Instituto Brasileiro para a Educação, a Ciência e a Cultura (IBECC) passou, na década de 1950, a produzir material didático e treinar professores para usá-los, segundo Gouveia (1992). Na década seguinte, o Ministério da Educação e Cultura assinou acordos com o USAID<sup>12</sup> com a intenção obter cooperação para a melhoria do ensino secundário no Brasil. Surgiram então centros de treinamento de professores. Desse período são os Centros de Ciências, que ofereciam

---

<sup>12</sup> United States Agency for International Development.

programas de treinamento utilizando-se de modelos importados, principalmente dos Estados Unidos e da Inglaterra.

Em meados da década de 1970, graças à expansão do ensino superior<sup>13</sup> - principalmente o privado - houve significativo aporte de profissionais formados em cursos de licenciatura de curta duração. Segundo Krasilchik (1987, p.48), se “antes apresentavam deficiências na área Metodológica, passaram a apresentá-las também na formação dos profissionais em relação ao conhecimento das próprias disciplinas”. Atribui-se a esse período a queda de qualidade da formação profissional.

A diferença salarial entre os professores com licenciatura de curta duração e os que possuíam licenciatura plena conduzia os primeiros a complementarem sua formação inicial. Após um ou dois anos, dependendo da instituição, o professor recebia seu novo certificado, de licenciatura plena em Ciências, além de mais uma habilitação, que lhe permitia o exercício do magistério no 2º grau em Química, Física, Biologia ou Matemática.

Atualmente ainda é possível encontrar professores em exercício que passaram por esse processo de formação inicial (licenciatura curta em Ciências e complementação), contudo, hoje, são os licenciados em Biologia que têm autorização para ministrar Ciências no ensino fundamental. Essa situação acarreta problemas no ensino fundamental, pois o currículo de Ciências incorpora conhecimentos de Física, Química e Geociências, além de Biologia. Ou seja, muitas vezes professores com formação em Biologia ministrando Ciências no ensino fundamental, por não se sentirem atraídos por, ou confiantes com, conteúdos de outras ciências optam por atribuir-lhes um tratamento superficial. Durante muito tempo a disciplina Ciências no ensino fundamental constituiu-se de três anos e Biologia e um ano (a oitava série) de Física e Química.

Algumas mudanças aconteceram após a divulgação dos PCN (BRASIL, 1988), diminuindo esta divisão estanque e diluindo a forte carga de conteúdos

---

<sup>13</sup> Resolução n.º 30/74. Esses cursos foram criados pela combinação da Lei 5540/68 - Reforma Universitária com a Lei 5692/71 - Reforma do Ensino de 1º e 2º graus.

biológicos; mas ainda estamos distantes do ideal. Na verdade, essas mudanças começaram a efetivar-se de maneira mais perceptível após as mudanças propostas pelos Parâmetros terem alcançado o mercado de livros didáticos.

Licenciados em Física e Química só podem atuar no ensino médio, enquanto que geólogos não têm permissão para lecionar na educação básica, até porque não existem licenciaturas em Geologia no Brasil. A criação de novas licenciaturas, como as de “Ciências da Natureza” e “Geociências e Educação Ambiental” da Universidade de São Paulo, pode contribuir para mudar esse quadro.

Outra questão preocupante vem sendo apresentada pela mídia e discutida em fóruns ligados à educação: estamos passando por nova fase de carência profissional, quantificada em levantamentos feitos pelo Governo e por instituições preocupadas com a questão, como a Sociedade Brasileira de Física (SBF), por exemplo.

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) faltam cerca de 235.000 professores para o ensino médio. O caso mais alarmante é o de Física, com um déficit de 55 mil professores, que dificilmente poderá ser suprido em curto prazo, porque conta com um baixo número de formados/ano<sup>14</sup>. Uma das consequências dessa carência é que apenas 9% dos professores em exercício de Física têm formação inicial na disciplina. Mantendo-se as atuais taxas anuais de formação de professores, os dados evidenciam a impossibilidade de suprir a demanda em curto prazo.

Enquanto soluções não são encontradas é cada vez maior a preocupação com a escassez de profissionais<sup>15</sup>, principalmente no ensino médio, como deixa claro o manifesto intitulado “A reforma da educação superior é urgente: Por uma educação pública de qualidade, diversificada e inclusiva”, da SBF (2008, online)<sup>16</sup>:

---

<sup>14</sup> Mesa redonda realizada na 60ª Reunião Anual da SBPC, dados do Prof. Dr. Paulo Monteiro Vieira Braga Barone (UFRJ). Os dados do relatório referem-se ao período 1990-2005 quando 13.505 professores concluíram a licenciatura em Física.

<sup>15</sup> Tal escassez vem sendo chamada de *apagão dos professores* (Relatório CNE/CEB 2007, **O Estado de São Paulo**, 2007).

<sup>16</sup> <http://www.sbfisica.org.br/>

Deve ser aperfeiçoada a formação de professores para o ensino básico, dotando-se as instituições públicas de educação superior, universitárias ou não, de infra-estrutura adequada para esse fim. Os salários dos professores do ensino fundamental e médio devem ser apreciavelmente reajustados, associando-se a esse reajuste um programa de bolsas para aperfeiçoamento. Bolsas de formação, análogas às de Iniciação Científica, são necessárias para reduzir a evasão nos cursos de licenciatura e possibilitar maior dedicação aos estudos. Atualmente, muitos cursos de licenciatura têm excesso de disciplinas pedagógicas, em detrimento do conteúdo do que o futuro professor vai ensinar. Um melhor equilíbrio deve ser buscado entre essas duas ênfases. O ensino fundamental em tempo integral deve ser adotado, especialmente para as comunidades carentes, e incluir atividades de tutoria e extracurriculares. Sem estudantes bem formados nos níveis fundamental e médio, não será possível ter uma educação superior inclusiva e de qualidade, que possibilite construir uma nação mais rica e justa.

Contudo, o problema não é apenas de quantidade, é também de qualidade. Acrescido ao fato de licenciados não exercerem o magistério, particularmente de algumas disciplinas, os egressos das universidades públicas (consideradas as que apresentam melhor qualidade de ensino) optam por lecionar em escolas particulares, uma vez que a diferença salarial é visível e significativa.

Qual, então, a função dos cursos de licenciatura numa universidade pública, se os seus egressos têm se destinado aos bons colégios particulares e se a grande maioria do professorado das escolas estaduais e municipais está sendo formada em faculdades particulares, nem sempre com padrão educacional adequado? (LOUREIRO, 1999, p.20)

Carvalho (1991) apresenta a mesma preocupação com essa questão afirmando que a grande maioria dos professores das escolas estaduais e municipais está sendo formada em faculdades de baixo padrão educacional, necessitando de atualização quase que imediatamente após a entrada no mercado de trabalho. A autora também afirma que os cursos de licenciatura têm formado professores muito despreparados em relação aos conteúdos específicos (de Ciências) com graves consequências para o ensino.

Concordamos com a autora com relação a essa questão, não obstante gostaríamos de dimensioná-la mais amplamente. No Brasil, dado que o ensino superior de melhor qualificação (ainda) é oferecido pelas universidades públicas federais e estaduais, de maneira geral os profissionais formados por estas instituições, e não apenas os licenciados, são requisitados pelos melhores empregos em termos salariais.

Ocorre que não apenas os professores formados em faculdades de baixo padrão educacional necessitam de cursos de formação continuada, também aqueles oriundos de universidades bem conceituadas chegam às salas de aula com dificuldades para ensinar, de tal maneira que a formação continuada deve ser pensada tanto para suprir deficiências imediatas dos recém-formados quanto, em futuro não tão distante, para desenvolvimento na carreira.

Diante da perspectiva que em curto prazo não será possível alcançar número suficiente de professores para algumas disciplinas e que parcela considerável dos docentes apresentam deficiências de formação, cabe pensar na qualificação *possível* para aqueles que estão em exercício, planejando cursos que supram as falhas dos cursos de graduação e, por essa via, colaborem para a melhoria da aprendizagem dos alunos.

Nóvoa (1995) argumenta sobre a necessidade de se pensar a formação de professores a partir de uma reflexão sobre a própria profissão docente, através de um processo interativo e dinâmico, oferecendo-lhes condições para desenvolver o pensamento autônomo e criativo. Embora as pesquisas sobre formação profissional - uma necessidade inquestionável - tenham crescido quantitativa e qualitativamente nos últimos anos, muitos problemas no nível da formação inicial estão longe de apresentar soluções eficazes, para não dizer minimamente satisfatórias.

Inúmeras tentativas de formação continuada não atingem os objetivos esperados por não propiciarem a reflexão que se acha vinculada ao esforço do professor de inovar em seu ensino e pela falta de planejamento que incorpore a pesquisa, faça desabrochar a autonomia e individualize a aprendizagem.

Pesquisas sobre a sala de aula têm apontado relação direta entre as atitudes e comportamentos do professor ao ensinar e a aprendizagem de seus alunos (CARVALHO, 2007), o que nos remete à importância que deve ser atribuída à formação dos professores. Pacca (1994) acredita que programas de atualização, com o objetivo de promover mudanças sobre como ensinar Ciências,

enfrentam dois desafios: o primeiro supõe modificar as concepções científicas do professor e o segundo transformar suas idéias e práticas de ensino.

Reconhecendo que as necessidades da profissão de professor são complexas, e admitindo que tais necessidades dificilmente serão alcançadas no nível da formação inicial, a formação continuada torna-se imprescindível e está expressa no Artigo 14 das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (1996):

Art. 14. Nestas Diretrizes, é enfatizada a flexibilidade necessária, de modo que cada instituição formadora construa projetos inovadores e próprios, integrando os eixos articuladores nelas mencionados.

§ 1º A flexibilidade abrangerá as dimensões teóricas e práticas, de interdisciplinaridade, dos conhecimentos a serem ensinados, dos que fundamentam a ação pedagógica, da formação comum e específica, bem como dos diferentes âmbitos do conhecimento e da autonomia intelectual e profissional.

§ 2º Na definição da estrutura institucional e curricular do curso, caberá a concepção de um sistema de oferta de formação continuada, que propicie oportunidade de retorno planejado e sistemático dos professores às agências formadoras.

No que tange o ensino de Ciências, tendo em vista sua importância na construção de uma sociedade mais participativa, cada vez mais ligada ao desenvolvimento tecnológico, as necessidades do professor são evidentes, principiando por perceber e aceitar que o domínio do conteúdo aliado ao “dom” de ensinar não é “mais” suficiente, sendo fundamental inteirar-se tanto das últimas descobertas científicas quanto das recentes pesquisas sobre ensino-aprendizagem.

## **2. Necessidades formativas dos professores de Ciências**

Discutiremos brevemente algumas das necessidades formativas dos professores de Ciências que consideramos ponto de partida para o planejamento de cursos de formação continuada, e justamente por essa razão, mais relevantes para os objetivos desta Tese.

Carvalho e Gil Perez (1993) pontuam entre os elementos fundamentais para o professor de Ciências o conhecimento da matéria a ser ensinada. Segundo Carvalho (1991), os cursos de formação inicial (e acrescentaremos, continuada) devem ter especial cuidado com o tratamento de conteúdos específicos, garantindo a atualização de conhecimentos, cuja importância pode ser estimada quando consideramos os grandes avanços do conhecimento nas últimas décadas, a amplitude e diversificação dos conteúdos.

Pesquisa realizada por Loureiro (1999), com licenciados egressos da Universidade Federal de Goiás, apontou como característica mais importante de um bom professor o “domínio dos conteúdos” e a menos importante, “a necessidade de ser também pesquisador”<sup>17</sup>.

O domínio do conteúdo não é, em nossa opinião, hipótese discutível; trata-se de necessidade inquestionável e imprescindível. Nesse sentido, pesquisas que têm a finalidade de avaliar a importância dessa questão são bem vindas. Contudo, percebemos nos argumentos de Loureiro que ficam expostas à discussão a oposição entre docência, expressa em domínio de conteúdo, e pesquisa, melhor dizendo, necessidade de ser pesquisador. Vê-se que a discussão está pouco atenta à metodologia, posto que antepõem um dado concreto, como o “domínio do conteúdo”, a uma adjetivação do concreto, neste caso “necessidade de ser também pesquisador”.

Também as pesquisas sobre o pensamento do professor voltam-se cada vez mais na direção dos conteúdos que estes ensinam, fazendo emergir questões preocupantes, como, por exemplo, em que medida o nível de compreensão que o docente tem do conteúdo afeta a qualidade do ensino.

Associado a esse tema está o conhecimento didático do conteúdo, um problema crucial: quais conhecimentos os professores adquirem, como os transformam para poder ensinar de forma compreensível aos alunos e como constroem processos pelos quais novos conhecimentos podem ser gerados.

---

<sup>17</sup> O artigo não deixa claro se a questão foi colocada em termos da necessidade do professor pesquisar a própria prática ou se foi compreendida dessa forma pelos entrevistados.

Ou seja, defrontam-se com a necessidade de fazer a transposição didática do conteúdo específico, que é o conhecimento próprio da área de que é especialista o professor, em conhecimento pedagógico, compreensível para o aluno. Para tanto precisam usar analogias, demonstrações, explicações, exemplos, contra-exemplos e representações. Conforme Perrenoud (1993), a transposição só será possível a partir do momento em que houver uma aproximação integrada dos conteúdos específicos, da metodologia de ensino e da didática.

Outro elemento assinalado por Carvalho e Gil-Pérez (1993) como fundamental para o professor de Ciências é a necessidade de conhecer e questionar concepções de senso comum sobre a Ciência e sobre o seu ensino. Com relação às concepções prévias de Ciências devemos nos lembrar que os professores antes de serem mestres foram aprendizes, e cabe perguntar: conseguem libertar-se dessas concepções? Não é possível que essas concepções sejam transmitidas aos (jovens) estudantes de forma não intencional? Concordamos com Ausubel et. al. (1980), que defendem a hipótese que o conhecimento prévio é fator determinante da aprendizagem e não pode ser desprezado quando os indivíduos em estudo são os professores.

O questionamento das concepções prévias e idéias de senso comum sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências também é um ponto chave na formação de professores, muitas vezes negligenciado. Todos têm idéias e opiniões formadas sobre vários aspectos do ensino e da aprendizagem das ciências que balizam seu comportamento em sala de aula e são obstáculos para a mudança didática.

Outro fator destacado por Carvalho e Gil-Pérez (1993) é a aquisição de conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem, em particular sobre a aprendizagem de Ciências, que torna fundamental aprender a pesquisar e utilizar resultados de pesquisas.

Nesse sentido, um tema relevante na ampla temática da formação de professores é o do aprender a ensinar.

Enraizadas no que se denominou o paradigma do “pensamento do professor”, a pesquisa sobre aprender a ensinar evoluiu na direção da indagação sobre os processos pelos quais os professores geram conhecimento, além de sobre quais tipos de conhecimentos adquirem. (GARCIA, 1998)

Garcia (1999) argumenta que a preocupação em conhecer os processos de ensinar a aprender evoluiu da questão inicial “o que é um ensino eficaz?” para questões tais como “o que os professores conhecem?” “que conhecimento é essencial para o ensino?” “quem produz conhecimento sobre o ensino?”

Segundo Caldeira (1993) apud Cunha e Krasilchik (2001), “a maior parte dos conhecimentos que os docentes recebem nos cursos de formação inicial ou permanente, ainda que possam estar mais ou menos legitimados academicamente, não foram produzidos nem legitimados pela prática docente”. Esta questão aparentemente prosaica encobre um problema metodológico complexo, trata-se da reconstrução permanente do conhecimento, e não apenas de sua transmissão.

No primeiro ano de docência os professores enfrentam um *choque de realidade*, é um período de aprendizagem intensa e, segundo Valli (1992) apud Garcia (1997):

Os problemas que mais ameaçam os professores principiantes são a imitação acrítica de condutas observadas em outros professores; o isolamento em relação a seus colegas; a dificuldade para transferir o conhecimento adquirido em sua etapa de formação; e o desenvolvimento de uma concepção técnica do ensino.

Não existe uniformidade em processos de aprendizagem, tanto quanto não existe uniformidade em tempos e experiências vividos. No cotidiano da sala de aula o professor se defronta com situações complexas que estão além dos conhecimentos teóricos e técnicos estudados nos cursos de formação inicial, explicitando a contradição entre as teorias expostas e as teorias implícitas. Ao ter que lançar mão de outras formas de agir, construídas a partir de reflexões, crenças e experiências de vida, provoca, muitas vezes, descrença nas informações e teorias recebidas, que podem ser constatadas em afirmações do tipo a teoria, na prática é outra.

Os professores desconfiam da teoria por considerá-la inútil na prática. Sabem que as reações frente ao ensino de uma classe A podem ser totalmente diferentes de B; que a aprendizagem de um aluno frente aos mesmos procedimentos são completamente diferentes de outro. Dessa forma, costumam acreditar que possa haver teorias gerais que conduzam a melhores práticas.

Stenhouse (1975, p. 141) reconhecia e valorizava nos professores a capacidade de investigarem, pois, como afirmava “os professores levantam hipóteses que eles mesmos testam ao investigarem as situações em que trabalham”. Aqui temos as bases da prática reflexiva. Atualmente o conceito de prática reflexiva surge como um modelo de atuação profissional no qual os professores são estimulados a refletirem sobre as suas práticas.

Um dos enfoques dados à formação docente é o da “formação do professor-pesquisador; ou seja, ressalta-se a importância da formação do profissional reflexivo; aquele que ‘pensa-na-ação’, e cuja atividade profissional parece estar aliada à atividade de pesquisa” (SCHÖN, 1992, p.41). Espera-se, portanto, profissionais reflexivos e críticos, que consigam, além de atualizações de conteúdo, obter transformações nas relações pedagógicas e profissionais.

Sem deixar de reconhecer e valorizar as inúmeras pesquisas realizadas sobre a questão do professor reflexivo, não podemos desconsiderar as palavras bem humoradas de Nóvoa (1992):

O paradigma do professor reflexivo, isto é, do professor que reflete sobre a sua prática, que pensa, que elabora em cima dessa prática, é o paradigma hoje em dia dominante na área de formação de professores. Por vezes é um paradigma um bocadinho retórico e eu, um pouco também, em jeito de brincadeira, mais de uma vez já disse que o que me importa mais é saber como é que os professores refletiam antes que os universitários tivessem decidido que eles deveriam ser professores reflexivos. Identificar essas práticas de reflexão – que sempre existiram na profissão docente, é impossível alguém imaginar uma profissão docente em que essas práticas reflexivas não existissem – tentar identificá-las e construir as condições para que elas possam se desenvolver.

A ação reflexiva visa possibilitar uma avaliação constante do seu trabalho, transformando o professor num sujeito ativo e participativo, que reflete sobre suas próprias ações em sala de aula (SCHÖN, 1992) e modifica seu papel de

transmissor de conhecimentos, levando-o a questionar suas concepções sobre diferentes aspectos do ensino e aprendizagem.

Outro problema associado às necessidades formativas reside nos modelos de formação de professores. Os docentes têm sido formados em um modelo de ensino em que prepondera a transmissão-recepção de conhecimentos; quando iniciam suas atividades profissionais, este se transforma em “seu modelo de ensino”, pois acaba predominando o que Doyler e Ponder (1977) chamam de a ética do prático, e Carvalho (1988) chama de formação ambiental. Garcia (1998), corroborando essas opiniões, afirma que os professores sofrem diferentes níveis de influência de seus formadores: docentes do ensino fundamental, principalmente das séries iniciais, são menos influenciados que seus colegas das séries finais e do ensino médio.

A discussão acima é ilustrada por exemplo apresentado por Nóvoa:

No final nesse ciclo de formação, fui ver a aula de uma das alunas mestres que eu mais apreciava, hoje uma professora do ensino primário. E eu me espantei: nunca tinha visto uma aula tão tradicional, tão conservadora, tão estupidamente rotineira. Perguntei o que estava a acontecer. Afinal, havíamos passado três anos a analisar as coisas mais extraordinárias do mundo. E ela disse que gostava tanto de fazer coisas inovadoras, “mas [vocês] não me ensinaram nada sobre isso” e quando entrou na aula, só se lembrava de sua professora primária. E reproduziu as mesmas práticas. (2007, p. 15-16)

Também há consenso entre educadores sobre a importância do papel da pesquisa como parte do aprendizado dos professores, a dificuldade parece residir no modo de inseri-la na prática docente e nos cursos de licenciatura, como destaca André (2001).

Zeichner (1993, p.223) argumenta que “muitos professores sentem que a pesquisa educacional conduzida pelos acadêmicos é irrelevante para suas vidas nas escolas” e, nas palavras de GATTI:

Há um sentimento de desconfiança dos professores em geral com relação à contribuição da universidade em termos de formação. Os cursos de caráter livresco e prescritivo, cujo conteúdo dificilmente se transfere para a prática cotidiana dos professores em suas reais condições de trabalho; a desvalorização do patrimônio de experiência e conhecimento acumulado pelos professores; as dificuldades de combinar bem as contribuições das áreas específicas de conhecimento e os

componentes profissionais gerais, estes e outros são fatores que favorecem essa desconfiança. (1992, p.39)

Muitos pesquisadores têm se dedicado a estudar a questão da formação e do desenvolvimento docentes sob diferentes prismas (BACHELARD, 1996; ZEICHNER, 1998; SCHÖN, 1992; TARDIF, 2002; NÓVOA, 1992; GARCIA, 1999; PONTE, 1998; PERRENOUD, 1999, 2000; CALDEIRA, 1993; CARVALHO E GIL-PÉREZ, 1993; CANDAU, 1987; LÜDKE, 1994; ANDRÉ, 2001; MENEZES, 1996) e da mesma forma a história da formação inicial e continuada de professores no Brasil tem sido revisitada em diferentes trabalhos acadêmicos (CHINEN, 1999; CASTRO, 1998; GERALDI, 1998; FIORENTINI e PEREIRA, 1998; ZIMMERMANN, 2003).

Ainda que estes autores e pesquisas possam apresentar visões diferentes de formação, existe um ponto comum a todos: os professores não são meros executores passivos de idéias concebidas de outra parte, mas sim sujeitos que "produzem, em suas práticas, uma riqueza de conhecimentos que precisa ser, juntamente com suas experiências, assumida como ponto de partida de qualquer processo de aperfeiçoamento de seu trabalho e de mudança na escola" (DICKEL, 1998, p.41). Mesmo assim, muitas propostas de formação continuada restringem-se, frequentemente, à palestras e seminários, situações nas quais o papel do professor costuma ser o de ouvinte passivo.

Reiteramos nosso eixo argumentativo, não se trata, embora seja também importante, de transmitir conhecimento apenas. É preciso avançar na direção da produção do conhecimento.

Dessa maneira, cursos de formação, inicial e continuada, que dispõem os professores como assistentes passivos de discursos sobre a importância de envolver ativamente os alunos na instrução não cumprirão sua função (PRYOR e STUART, 1998). Indo além, Zeichner (1998), afirma que além de produtores de conhecimento, os professores são os mais habilitados para fornecer uma visão de dentro da escola, fundamental para qualquer pesquisa educacional.

Tratados como consumidores de projetos inovadores pensados pela academia, os professores oferecem forte resistência à implementação de conteúdos e metodologias definidos à sua revelia. Além disso, “não são chamados a refletir sistematicamente sobre o ensino para modificar o seu empenho e para adaptar propostas inovadoras” (CUNHA E KRASILCHIK, 2001). Certamente, sem preocupação com a adesão dos professores, as alterações propostas para o ensino não passarão de medidas burocráticas.

Para superar essa condição é imprescindível que se estabeleça um diálogo permanente entre professores e formadores, de tal forma que as necessidades, demandas e urgências mútuas em relação à implementação das ações possam ser sanadas. É preciso evitar a separação entre pesquisadores, que oferecem sua produção, e professores, na condição de consumidores, que nada acrescenta na reflexão ou proposição de novas práticas de ensino (NÓVOA, 1992).

Às instituições de formação cabe um importante papel de fornecer oportunidades diversas de formação, procurando melhorar a adequação da sua oferta às necessidades dos professores da sua região e, para isso, constituindo-se elas próprias como unidades de investigação e desenvolvimento curricular (PONTE, 1998).

A formação profissional não se esgota nos cursos de formação inicial, ela deve ser pensada como um processo permanente. Na mesma direção Santaella argumenta que:

O “desenvolvimento profissional é um processo que se produz ao longo de toda vida e que não está limitado a certas idades, sendo ao contrário, um processo pessoal e único, pois os indivíduos são sujeitos que constroem e organizam ativamente suas próprias histórias pessoais”. (1998, p.262)

Reiterando, na avaliação de Garrido e Carvalho (1995), os cursos de formação continuada foram considerados insatisfatórios, entre outros fatores pela falta de integração da universidade com as escolas de educação básica, refletindo-se numa separação entre teoria e prática. Dessa forma, ações formativas bem sucedidas não serão geradoras apenas de troca de conhecimentos e informações. Espera-se que ocorram inovações e mudanças na prática do professor que levem ao seu crescimento, bem como de seus formadores, pois não se trata apenas de receber o conhecimento de um

especialista, eventualmente um professor universitário ou um pesquisador, trazendo seu conhecimento, que é relevante, e transmitindo-o acriticamente, deslocado do ambiente no qual o processo de ensino-aprendizagem se verifica.

Colocada a questão desta maneira é inócuo tecer críticas à resistência dos docentes em aderir às novas propostas educacionais, sem antes examinar suas dificuldades em lidar com mudanças de orientação no ensino, não por serem contrários ou refratários a elas, mas por não terem uma formação inicial que lhes dê segurança para agir e pela falta de cursos de formação continuada que realmente possam suprir as deficiências iniciais.

Certamente há outras deficiências na formação inicial dos professores de Ciências que justificam a formação continuada. Optamos, contudo, por destacar pontos que serão fundamentais na condução da pesquisa empírica, tais como, o conhecimento do conteúdo (especialmente, temas geológicos), a importância das concepções prévias e a influência exercida pelos exemplos dos formadores (metodologias de ensino adotadas) nas práticas dos professores (em nosso caso, a questão da interdisciplinaridade).

### **3. Uma dificuldade adicional**

Embora quase todas as questões aqui abordadas possam ser aplicadas em processos de formação de professores de diferentes disciplinas do currículo escolar, o caso dos professores de Ciências merece atenção especial. Primeiro pelo fato de que, durante muito tempo, o mesmo curso que preparava para a docência também instrumentalizava para a pesquisa. As licenciaturas constituíam-se de um conjunto de disciplinas pedagógicas acrescidas às disciplinas do bacharelado. Em segundo lugar, mas não menos importante, é a área do conhecimento na qual se apóia mais visivelmente o desenvolvimento tecnológico de um país.

Apenas com a LDBEN – Lei 9394/96<sup>18</sup> de Dezembro de 1996 e as Resoluções CNE/CP 01 e 02<sup>19</sup>, de Fevereiro de 2002 foram estabelecidas as Diretrizes para cursos específicos de formação de professores da educação básica. Prevendo maior aproximação entre teoria e prática, a CNE/CP01 dispõe nos Artigos 12 e 13:

Art. 12. Os cursos de formação de professores em nível superior terão a sua duração definida pelo Conselho Pleno, em parecer e resolução específica sobre sua carga horária.

§ 1º A prática, na matriz curricular, não poderá ficar reduzida a um espaço isolado, que a restrinja ao estágio, desarticulado do restante do curso.

§ 2º A prática deverá estar presente desde o início do curso e permear toda a formação do professor.

§ 3º No interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação, e não apenas nas disciplinas pedagógicas, todas terão a sua dimensão prática.

Art. 13. Em tempo e espaço curricular específico, a coordenação da dimensão prática transcenderá o estágio e terá como finalidade promover a articulação das diferentes práticas, numa perspectiva interdisciplinar.

§ 1º A prática será desenvolvida com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão, visando à atuação em situações contextualizadas, com o registro dessas observações realizadas e a resolução de situações-problema.

§ 2º A presença da prática profissional na formação do professor, que não prescinde da observação e ação direta, poderá ser enriquecida com tecnologias da informação, incluídos o computador e o vídeo, narrativas orais e escritas de professores, produções de alunos, situações simuladoras e estudo de casos.

§ 3º O estágio curricular supervisionado, definido por lei, a ser realizado em escola de educação básica, e respeitado o regime de colaboração entre os sistemas de ensino, deve ser desenvolvido a partir do início da segunda metade do curso e ser avaliado conjuntamente pela escola formadora e a escola campo de estágio.

A Resolução CNE/CP 01 previa que todos os cursos de formação de professores em funcionamento deveriam se adaptar no período de dois anos a essas deliberações, e que novos cursos seriam aprovados apenas se estivessem de acordo com a nova legislação. Passados seis anos da publicação das Diretrizes, os cursos de formação inicial dos professores da educação básica ainda não se encontram plenamente adaptados ao estabelecido pela lei.

---

<sup>18</sup> Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

<sup>19</sup> CNE. Resolução CNE/CP 1/2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 31. Republicada por ter saído com incorreção do original no D.O.U. de 4 de março de 2002. Seção 1, p. 8.

De modo geral, antes dessas Diretrizes, prevalecia nos cursos de licenciatura o modelo de formação inicial baseado na racionalidade técnica, conforme visão de Schön (1992) e Pérez Gómez (1992), que criava uma vinculação excessiva entre os cursos de licenciatura e os de bacharelado correspondentes:

Os cursos de licenciatura, como os demais cursos das universidades brasileiras, seguem, de modo geral, o modelo da “racionalidade técnica” (Schön, 1987), pelo qual as disciplinas de conteúdos específicos são ministradas antes daquelas de cunho pedagógico, em momentos distintos do curso e, via de regra, ficando a parte prática ao final dele, quando a maioria dos conteúdos teóricos já foi estudada. Neste modelo (racionalidade técnica) está entendida a compreensão de que, conhecendo a parte teórica, o indivíduo pode melhor aprender a técnica (neste caso, as estratégias/procedimentos de ensino aprendizagem) para utilizá-la na solução de problemas, no desempenho de sua função profissional, pois os professores estariam “instrumentalizados” para resolvê-los. (GONÇALVES E GONÇALVES, 1998, p.114)

As estruturas curriculares dos cursos de licenciatura baseadas nesse modelo (que oficialmente deixaram de existir, mas que ainda prevalecem em sua ampla maioria) separam a formação humanística da técnico-científica. Os componentes da formação geral básica prevêm um conjunto de disciplinas pedagógicas – com duração de um ano – justapostas ao conjunto das disciplinas conceituais específicas do bacharelado correspondente, conforme visão de Terrazan (2007).

Observa-se nas universidades, segundo Canto (1998), que a separação entre bacharelado e licenciatura pressupõe que o primeiro forma pesquisadores (produtores do conhecimento) e o segundo forma professores, cuja função seria reproduzir o conhecimento acumulado. Loureiro acrescenta que o problema da formação de professores se amplia na medida em que se presume que “sua competência específica é assimilar os conhecimentos produzidos e reproduzi-los de forma facilmente assimilável pelo aluno” (1999, p.18). Como expõe Tardif (2002), essa visão reducionista poderia levar a supor que a atitude investigativa não precisa fazer parte da formação de professores.

Os estudos de Candau (1988) e Lüdke (1994) reiteram o argumento, lembrando que nas universidades a licenciatura é vista como um caminho mais

fácil, quando comparada ao bacharelado, dando margem a uma hierarquia que pode influenciar os licenciandos, levando-os a considerar pesquisadores apenas os bacharéis nas Ciências (Física, Química, Biologia).

Esse modelo provoca a falta de uma prática mais efetiva na formação dos licenciandos, claramente percebida na pesquisa realizada por Gonçalves e Gonçalves (1998): ao tomarem contato com o ambiente escolar, na qualidade de professores, eles se sentem despreparados para lidar com a complexidade natural desse ambiente, percebem então que as chamadas práticas de ensino não são suficientes para proporcionar a experiência reclamada.

Há uma limitação inerente à própria natureza da formação inicial que nos leva a indagar até que ponto o recém-egresso, a despeito da qualificação outorgada pela universidade, seria, efetivamente, um professor. Segundo Chamizo (2000):

Os professores de ciências em qualquer nível de escolaridade, e em qualquer lugar do mundo, são os mais importantes promotores do saber científico, mas não foram preparados para isso. Aceitando-se que os novos programas de ciência possam estar na direção correta, demorarão anos para serem adequadamente ensinados, se é que alguma vez o serão. Até então milhões de crianças terão deixado a escola e não poderão ter acesso ao conhecimento científico senão através da divulgação da ciência.

Frente a essas observações, a preocupação evidente reside no planejamento de cursos de formação inicial e cursos de formação continuada que dêem conta de ampla gama de aspectos teóricos e práticos, que propiciem condições de reflexão sobre o trabalho docente e o entendimento das circunstâncias em torno das quais este trabalho se construiu.

#### **4. Estratégias e dificuldades da formação continuada de professores de Ciências**

Segundo Terrazan (2007), parece haver consenso nos estudos da área de ensino de Ciências – e as pesquisas corroboram – que embora exista

necessidade de formação continuada para os professores os processos e ações tradicionais são, normalmente, emergenciais e tentam suprir as deficiências da formação inicial.

Outra crítica constante é feita à falta de comunicação entre acadêmicos e professores, dificultando o fomento do desenvolvimento profissional docente, e ainda pior é a situação em que cursos de formação continuada têm servido de laboratório de pesquisa para a academia, nem sempre atribuindo aos professores a devida consideração.

Muitos dos chamados “projetos de pesquisa colaborativa ainda deixam os professores na posição de cidadãos de segunda classe ao participarem de um sistema de regras organizadas pela academia. Isto não surpreende, uma vez que na maior parte das experiências que pesquisadores e professores têm tido, um é professor e o outro é estudante. (ZEICHNER, 1993, p.223)

Por outro lado, a importância da formação continuada é reforçada pela percepção que seria impossível cumprir todas as necessidades no curso inicial sem levar a um excessivo prolongamento dos mesmos, ou, por outro lado, a um tratamento superficial dos conteúdos. Também a percepção que muitos problemas do processo de ensino-aprendizagem apenas adquirem sentido depois que o professor os enfrentou na prática, reforça essa importância, conforme nos coloca Gil-Pérez (1996).

Dessa maneira, os programas de desenvolvimento profissional para professores devem desenvolver técnicas de ensino e avaliações da aprendizagem efetivas para a sala de aula; oportunidades para desenvolver habilidades e conhecimentos de estratégias de ensino; formação de uma comunidade de aprendizagem; suporte aos professores; contato permanente com outros componentes do sistema educacional; oportunidades de formação contínua. Também é preciso prover recursos aos professores e facilitar suas iniciativas de participação em atividades diversas.

Não obstante a existência de iniciativas nesta direção, o sistema educativo não cria facilitadores para que os professores em exercício se envolvam em atividades de formação para melhorar sua prática de ensino, criando entraves

institucionais para a participação docente (KRASILCHIK, 1987; MARANDINO, 1997), como, por exemplo, falta de estrutura escolar que preveja substitutos quando o professor é liberado para participar de atividades de formação e precária oferta de meios à participação docente.

Embora a formação continuada de professores seja matéria antiga na educação, é a partir dos anos 1990 que a questão adquire novo caráter, conduzindo a políticas governamentais com alcances diferenciados (KRASILCHIK, 1987).

Qualificação, re-qualificação, reciclagem, formação contínua ou continuada, educação continuada, capacitação, formação em serviço: independente do nome atribuído na literatura e nas leis, quais são os modelos mais utilizados para formação profissional permanente?

A pesquisa bibliográfica apontou que dificuldades relativas à formação de professores assemelham-se no contexto nacional e no internacional. Nesse sentido, encontramos em pesquisadores do Brasil e do exterior proposições convergentes.

A prática mais comum consiste em reduzir a formação continuada a um conjunto de cursos, palestras, seminários, abordando apenas conteúdos ou técnicas, de caráter informativo e introdutório, em que os docentes desempenham papel de ouvintes com pouco conhecimento e qualificação. Iniciativas desta natureza suscitaram dúvidas quanto ao seu alcance: qual a contribuição desses modelos na transformação da prática escolar dos professores? em que níveis essas contribuições podem ser percebidas?

Demailly (1992) classifica esses modelos em quatro categorias:

- 1- Forma universitária – projetos de caráter formal, extensivo, vinculados a uma instituição formadora, promovendo titulação específica. Por exemplo, qualificações da pós-graduação ou mesmo da graduação.
- 2- Forma escolar – cursos com bases estruturadas formais definidas pelos organizadores ou contratantes. Os programas, os temas e as normas de funcionamento são definidos pelos que contratam e, geralmente, estão

relacionados a problemas reais ou provocados pela incorporação de inovações.

- 3- Forma contratual – negociação entre diferentes parceiros para o desenvolvimento de um determinado programa. É a forma mais comum de oferta de cursos de formação continuada, sendo que a oferta pode partir de ambas as partes.
- 4- Forma interativa-reflexiva - as iniciativas de formação se fazem a partir da ajuda mútua entre os professores em situação de trabalho mediados pelos formadores.

O primeiro modelo corresponde aos cursos de pós graduação, efetivamente os mais difíceis de serem alcançados por exigirem do professor um elevado nível de dedicação, que pode obrigá-lo a abrir mão de parte de sua carga horária, com conseqüente sacrifício financeiro. Contudo, como observam Gonçalves e Sicca (2005) não é desprezível o número de profissionais com essa qualificação. Trata-se aqui de interesses individuais, ou seja, as disciplinas e o problema investigado são de interesse pessoal do professor. Implica em retorno ao ambiente universitário.

A segunda categoria de formação baseia-se em cursos solicitados para a solução de problemas específicos (muitas vezes reais) de determinada escola, com temas e estrutura definidos pelos contratantes.

O terceiro modelo de formação é o mais próximo do Programa Teia do Saber que será descrito no quarto capítulo.

Quanto ao quarto modelo, que normalmente é efetivado no ambiente escolar, o diferencial reside na interação/ajuda entre os professores. É grande a importância atribuída à escola como espaço ideal para a formação continuada (KRASILCHIK, 1987; STENHOUSE, 1991; MARIN 2002). Não se devem desprezar as oportunidades que acontecem na própria escola, pois se trata de local privilegiado de reflexão pedagógica. Os programas devem ser articulados em torno de problemas e projetos, não apenas de conteúdos acadêmicos.

Marin (2002) vai além e propõe transformar a escola “em espaço de troca e reconstrução de novos conhecimentos”, pois isso permitiria ao professor participar de fóruns coletivos de pesquisa e reflexão em sua unidade primária de coordenação e apoio (STENHOUSE, 1991, p.222)

Destaca-se a importância do coletivo, destacada no pensamento desses autores, é reforçada por Elliott (1990) ao afirmar que o grupo para o professor, tanto em seu processo de desenvolvimento profissional quanto na busca de meios para enfrentar e resolver os problemas de sua prática profissional amplia e enriquece a sua bagagem de conhecimento. Por exemplo, os professores do ensino fundamental e médio poderiam organizar-se em grupos de estudo/pesquisa de modo a buscar coletivamente e reflexivamente a superação de suas práticas curriculares, promovendo assim o próprio desenvolvimento profissional, conforme Fiorentini (1998).

Nesse sentido, é importante que sejam estimuladas ações multiplicadoras, estimulando a participação, como formadores ou palestrantes, de profissionais em exercício que cursaram ou estejam cursando pós-graduações. A experiência desses profissionais pode ser compartilhada em reuniões nas próprias escolas.

Esses encontros podem conduzir a discussões de problemas reais, vivenciados pelos professores, levando-os a uma ampla discussão. Idealmente, o início desse tipo de atividade deveria contar com a presença de um professor orientador, presente à reunião para compartilhar conhecimentos.

Krasilchik (1987) aponta algumas condições que podem aumentar a possibilidade de êxito dos cursos de aperfeiçoamento de professores. São elas: participação voluntária; existência de material de apoio; coerência e integração conteúdo-metodologia, participação de grupos de professores de uma mesma escola. Mas, o que leva um grupo de professores a adotar de forma voluntária uma inovação? Quais as dificuldades encontradas pelos professores para participar de cursos de formação continuada?

A primeira questão é respondida parcialmente por Terrazan:

- 1) Quando promovida pelos próprios docentes, pois costuma produzir um aumento em sua auto-estima profissional;
- 2) Quando a participação efetiva pode se traduzir também em promoção profissional, sobretudo para posições mais altas na hierarquia da estrutura da carreira profissional;
- 3) Quando o professor constata claramente um aumento de sua autonomia didática e pedagógica, na medida em que passa de uma situação tradicional de executor de tarefas a elaborador de propostas e construtor de soluções partilhadas pelos pares. (Terrazan, 2007, p. 181)

O envolvimento do professor é fundamental, e isso acontece quando as propostas investem na formação pessoal, nos trabalhos em grupo que favorecem a troca e motivam a aplicação dos conhecimentos adquiridos. Cursos que trabalhem conteúdos e materiais de aplicação simples no trabalho cotidiano, a exposição de conceitos de forma a conciliar teoria com atividades transportáveis para a sala de aula, o tratamento de questões importantes tais como drogas, violência, indisciplina, desrespeito e falta de objetividade da escola estão entre os mais solicitados pelos professores.

Beviá (2001) propõe, como possível opção, o planejamento de cursos a partir dos obstáculos de aprendizagem dos próprios professores, recurso considerado por Porlán apud Beviá (2001) ferramenta adequada para organizar a formação dos professores a partir de um modelo investigativo.

Pesquisa de Showers, Joyce e Bennett (1987, p.77) faz alguns esclarecimentos em relação a estas questões: 1) quase todos os professores podem aplicar uma informação que seja útil para suas classes, quando o treinamento incluir apresentação da teoria, demonstração da nova estratégia, prática inicial no seminário, retorno imediato; 2) é provável que os professores mantenham e utilizem estratégias e conceitos novos, caso recebam assessoria (de especialistas ou de colegas) enquanto estiverem aplicando as novas idéias a suas classes.

Quanto à segunda questão, levantamos alguns pontos a partir de conversas com participantes de cursos de formação em que trabalhamos:

1) a falta ao serviço nas escolas quando um professor se ausenta do trabalho para fazer cursos, a equipe se ressentir porque o conjunto dos docentes já está estressado;

2) a forma de oferecimento: limitação do número de vagas por escola e a organização das turmas, assim um ou outro professor comparece ao curso ou participa do projeto, não havendo um impacto sobre o trabalho como um todo nas diferentes escolas, mas apenas nos indivíduos como profissionais;

3) a distância entre as escolas e os locais onde se realizam os projetos pode ser indicador negativo para o seu desenvolvimento;

4) falta de apoio financeiro para participação nos cursos, tais como, transporte, alimentação e verba para material didático.

A escolha de modelos de formação continuada deveria atender às expectativas e desejos dos participantes, contudo isso raramente é considerado, seja por questões políticas seja por questões práticas, ficando condicionada a outros interesses presentes do momento, geralmente vinculados a necessidade das estruturas administrativas do sistema educacional buscarem meios de legitimação de sua competência, o que se resume na frase “é preciso fazer alguma coisa”.

Nesse sentido, espera-se que os cursos de formação continuada sejam agentes de mudança, apresentando inovações metodológicas e discutindo problemas da profissão, que contribuam para a percepção da importância do trabalho coletivo nas escolas e que permitam aos professores ampliar seus recursos e perspectivas. Mesmo considerando as deficiências, e conseqüentes necessidades dos professores em exercício, em um cenário possível os cursos de formação continuada não devem ser encarados apenas como estratégias complementares à formação inicial.

Um dos fatores de sucesso dos cursos de formação continuada é a abordagem coerente e integrada do conteúdo e da metodologia, apontados por Krasilchik (1987) em um de seus mais referenciados trabalhos.

## **5. A contribuição das Geociências para a formação continuada de professores de Ciências**

É evidente que a presença de conteúdos de Geociências no currículo escolar implica a necessidade de preparar adequadamente os professores para ensiná-los. As novas licenciaturas, como a de Ciências da Natureza e a licenciatura em Geociências, ambas da USP, podem contribuir para esse objetivo. Contudo, os estudantes atualmente nas salas de aula não podem esperar pela formação de uma nova geração de professores. Existe uma questão imediata e, nesse sentido, no âmbito da formação de professores, é necessário considerar o planejamento de cursos de atualização de conhecimentos que preencham essas lacunas.

A preparação de professores para abordar conteúdos de Geociências é precária em vários países como apontam os estudos de King (2001), na Inglaterra e País de Gales; Kurdziel e Libarkin (2002), nos Estados Unidos da América, Claudio (2002) e Ortíz (2005) em Porto Rico, para citar alguns exemplos. No Brasil temos, entre outros, os trabalhos de Compiani et al (1997), Compiani et al (2001), Guimarães (2004), Gonçalves e Sicca (2006) e Piranha (2006).

O trabalho de King (2001), sobre o ensino de Ciências da Terra, focado especialmente nas percepções e na formação do professor, demonstra seu conhecimento precário, geralmente não reconhecido pelos mesmos. Cita que as avaliações nacionais dos estudantes apresentam resultados insuficientes, provavelmente como consequência de deficiências na formação dos professores. O mesmo estudo mostra que a maioria dos professores da amostra não teve qualquer preparação em Geociências. Na América Latina, embora o número de investigações seja reduzido, eventualmente pelo fato da disciplina não fazer parte explicitamente do currículo da educação básica, os resultados são similares. Essa lacuna torna difícil avaliar as condições de preparação dos professores para ensinar um assunto complexo e diferenciado como as Geociências/Geologia.

No momento em que as discussões sobre questões ambientais ganham espaço na vida do cidadão comum, amplificadas pela mídia, torna-se fundamental a adequada formação de professores para conduzir o debate com os jovens estudantes. Segundo Compiani (2005):

A crise sócio-ambiental obriga-nos a um entendimento, o mais claro e global possível, da interdependência sociedade-natureza. A Geologia tem papel de destaque junto às Ciências para formar uma visão de natureza abrangente, histórica, orgânica, pois, em função de ser um tipo específico de racionalidade que explica o planeta, auxilia a compreensão da dinâmica da própria interação dos seres humanos com seu habitat. Isso permite levar os alunos a serem conscientes da história e do desenvolvimento do planeta, permitindo também pensar os interesses e o papel dos seres humanos, organizados socialmente, nas transformações do ambiente (PASCHOALE, 1989; COMPIANI e PACHOALE, 1990).

Para motivar os professores de Ciências a conhecer em maior profundidade as Geociências precisamos apresentá-las a partir de seu potencial integrador, como fundamental para a compreensão das questões ambientais, como facilitadora da compreensão de conceitos de Física, Química e Biologia, e como capaz de desenvolver técnicas cognitivas, tais como visualização espacial, tempo profundo, método científico (hipótese, observação, conclusão), de acordo com Orion (2001) e como nos mostram as palavras de Compiani (2005, p.18):

A Geologia tem papel de destaque junto às Ciências para formar uma visão de natureza abrangente, histórica e orgânica, e para contribuir no ensino, tanto nas universidades, formando os diferentes profissionais, quanto na educação básica formando o cidadão comum, pois a ambos é necessário um entendimento claro sobre os processos globalizadores e a interdependência entre sociedade e natureza. Múltiplos exemplos poderiam ser citados aqui, como as regiões de enchentes sistemáticas da cidade de São Paulo devido à urbanização intencional, a partir dos anos 1930, dos fundos de vale e das planícies de inundação dos grandes rios que cortam a cidade.

A situação do ensino de Geociências é contraditória. Apesar de seus conteúdos comporem oficialmente o currículo de Ciências no ensino fundamental, e dispersarem-se nas diferentes ciências do ensino médio, as Geociências estão sub-representadas em número de programas de formação inicial de professores e também em cursos de desenvolvimento profissional, a chamada formação continuada. Enquanto isso ocorre, verificamos a situação descrita por Gonçalves e Sicca:

A precária, limitada e fragmentada concepção de Geociências não capacita os professores para desenvolver de forma sistêmica, hipotética e temporal a desejável integração de informações ambientais na perspectiva geológica, sob abordagem de uma natureza em permanente transformação. Isso sugere a necessidade de se desenvolver metodologias para avançar o conhecimento dos professores sobre o planeta. (Gonçalves e Sicca, 2005):

Apresentadas as questões mais significativas sobre formação de professores, para a condução dessa pesquisa, passaremos para a segunda questão fundamental, que trata das possibilidades de uma abordagem de conteúdos de Ciências através das Geociências. Para isso apresentaremos uma revisão bibliográfica em que são apresentadas as diferentes concepções de interdisciplinaridade e o potencial das Ciências da Terra para atendê-las.

**A interdisciplinaridade e a formação continuada de professores de Ciências da educação básica.**

# **A interdisciplinaridade e a formação continuada de professores de Ciências da educação básica**

Uma casa é feita de um punhado de tijolos, mas um punhado de tijolos não é uma casa. (adágio chinês)

## **1. Introdução ao problema**

Nossas experiências cotidianas são fruto dos vínculos que estabelecemos com o mundo natural, cultural e social, e não são entendidas como fatos isolados, mas sim como parte de uma rede de relações. Na solução de problemas que se apresentam no dia-a-dia não separamos, classificamos ou compartimentamos – o que não significa dizer que não existam hierarquias – pois os desafios do mundo “moderno”, em toda sua complexidade, nos obrigam, cada vez mais, a pensar de forma integrada para usar termos atuais.

Diante desses imperativos seria de se esperar que o universo escolar mostrasse coerência, apresentando a interpenetração de diferentes campos do saber de forma relevante para os alunos. Contudo, o que prevalece é a tendência, em todos os níveis de ensino, de analisar a realidade segmentada, sem desenvolver a abrangência dos diversos saberes ou suas conexões. Para essa visão fragmentada contribui o enfoque disciplinar dos currículos, apresentando os conteúdos de forma idealizada, simplificada e descontextualizada (BRASIL, 1999, p.45)<sup>20</sup>.

As recentes tecnologias da informação impõem um novo ritmo nas relações ensino-aprendizagem ao disponibilizarem para os estudantes, com relativa facilidade, todo tipo de “noções”, muitas vezes insuficientes, incompletas ou mesmo incorretas. Independente da qualidade dos conhecimentos, a praticidade em obtê-los torna, aos olhos destes jovens, os conteúdos escolares pouco objetivos para lidar com um mundo complexo e multifacetado.

---

<sup>20</sup> Embora a preocupação central desta pesquisa sejam os professores do ensino fundamental, acreditamos ser importante que estes conheçam os PCNEM, pois o ensino médio compõe a educação básica. Neste sentido, podemos, eventualmente, recorrer a citações sobre interdisciplinaridade contidas neste documento.

Inúmeras críticas são tecidas aos modelos de ensino-aprendizagem tradicionais, e as pesquisas educacionais reiteram suas limitações, contudo o que se observa é a permanência de enraizados métodos de ensino, cuja insuficiência evidencia-se pelos baixos níveis de aproveitamento dos estudantes brasileiros em avaliações nacionais e internacionais, principalmente na área de Ciências da Natureza e Matemática.

Para reverter esse quadro a interdisciplinaridade torna-se um princípio pedagógico importante, pois como argumenta Beane (2003) “a abordagem curricular por disciplinas, que pretende iniciar os jovens no mundo acadêmico das universidades, revela-se redutora no que diz respeito a um propósito mais amplo, que envolve experiências que promovam uma vivencia democrática”.

Nesse sentido, conta pontos a favor das propostas de ensino interdisciplinares, capazes de integrar e contextualizar os conhecimentos, a necessidade de preparar o aluno para lidar com o mundo que o rodeia, inclusive com o exigente mercado de trabalho, hoje carente de profissionais flexíveis, criativos, que saibam integrar conhecimentos e trabalhar em equipe. Saber muito sobre especificidades cada vez menos garante sucesso profissional.

A abordagem interdisciplinar apresenta a vantagem adicional de permitir a utilização de diferentes procedimentos e enfoques de ensino, como Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (MORTIMER, 2000), Ilhas de Racionalidade (FOUREZ, 1994), História e Filosofia da Ciência (MATTHEWS, 1995). Mas também existem sérios obstáculos à sua implantação, principalmente a forma como o currículo está organizado. Outra barreira à abordagem interdisciplinar, diretamente ligada à organização do currículo, é que a maioria das avaliações, sejam as do dia-a-dia escolar ou as de maior escala, já mencionadas anteriormente, são totalmente disciplinares.

O trabalho interdisciplinar pode apresentar benefícios substanciais para a aprendizagem e também pode contribuir para criar um clima escolar positivo, para professores e alunos, mas exige formação de equipes coesas, planejamento conjunto das atividades escolares, adoção de um modelo de ensino integrado,

mudanças nos processos de avaliação, que pode, por exemplo, passar a ser realizado através de uma única disciplina de cada vez.

Analisando os discursos sobre interdisciplinaridade de parcela representativa de professores, coordenadores e dirigentes escolares com quem tivemos contato, em situações de formação continuada, percebemos que o assunto está banalizado a tal ponto que fica a impressão de ser algo facilmente realizável. A interdisciplinaridade tornou-se estratégia de mercado para muitas escolas, especialmente as privadas, que a oferecem por preços variados, sem que seus professores estejam preparados para a tarefa ou que a estrutura escolar lhes libere espaço e tempo para essa construção. O simples agrupamento de professores e conteúdos, geralmente por obrigação, não garante a abordagem interdisciplinar.

Como expõem as palavras de Gusdorf (1977), “o erro maior consiste, pois, em imaginar que a consciência interdisciplinar possa ser dada graciosamente ao especialista, como uma recompensa no fim de seu trabalho. Se a preocupação com a unidade do saber humano não se encontra no ponto de partida da investigação, é evidente que ela não se encontrará na chegada”.

No sentido de avançar as discussões sobre interdisciplinaridade e sua importância para a formação de professores, principalmente de Ciências, reuniremos neste capítulo algumas concepções da palavra, expressas por representativos estudiosos da questão do Brasil e do exterior, visando aprofundar o seu significado e compreender suas contribuições e seus limites para a área em questão. Em particular, e em articulação com o capítulo anterior, discutiremos as relações entre interdisciplinaridade e formação de professores de Ciências, preparados para trabalhar com conteúdos de Geociências, explorando como se configura esse conhecimento e como se realiza a docência pautada nesse conceito.

Não retomaremos o histórico da palavra, sua origem e diferentes asserções, por considerar que existem muitas obras e autores apresentando esses conceitos, como Klein (1990) e Pombo, Guimarães e Levy (2006), bem

como dissertações, teses e artigos que retomam a questão à exaustão, como: Carlos (2007), Milanesi (2004), Rocha (2001), Cardoso et al. (2008), Augusto et al. (2004), entre outros.

Apenas a título de contextualização, lembramos que a conceituação de interdisciplinaridade, como compreendemos hoje, ganhou força na Europa na década de 1960, em oposição à fragmentação do ensino, tendo Gusdorf como um dos nomes mais destacados nessa discussão, influenciando os dois maiores teóricos brasileiros na matéria, Hilton Japiassú e Ivani Fazenda.

Iniciamos por apresentar o panorama traçado por Gijón das aproximações e distanciamentos que marcaram as ciências ao longo de sua história:

A história das ciências nos mostra como a partir do século XVIII começam a diferenciar-se os distintos ramos do saber, seguindo processos em que a capacidade de definir variáveis e a especialização no terreno produtivo têm grande importância. Os campos de conhecimento entram em disputa e cada disciplina desenvolve um método, um código e um procedimento específicos. Dois séculos mais tarde, as relações cada vez mais íntimas entre as diferentes ciências aliadas ao surgimento de novas disciplinas difíceis de serem enquadradas no esquema estabelecido (bioquímica, geofísica, ecologia, a evolução das geografias, etc.) questionam a anterior divisão do conhecimento humano (BARABDICA, 1987) sendo necessária uma nova concepção de sua organização. A partir desta situação surge uma reorientação do pensamento científico que traslada o interesse pela “substância” para o das “relações”, a “comunicação”, a “complexidade” e a “diversidade”. Este novo planejamento supõe uma percepção mais holística da realidade assim como um avanço para a compreensão sistêmica dos fatos e fenômenos naturais (HERNANDES SANCHES, 1987). (1988, tradução nossa)

Vale lembrar que nos mundos clássico e medieval não havia separações significativas entre os ramos do conhecimento, embora houvesse hierarquias. Pelo contrário, a preocupação residia em estabelecer algum tipo de relação que os aproximasse, o que era facilitado pelo fato das premissas do conhecimento científico serem comuns, facilitando a troca de idéias entre os estudiosos. A partir do século XVIII, como mostrado pelo autor acima citado, essa tendência passa a seguir no sentido contrário, fazendo com que os pesquisadores se limitem a compartilhar seus conhecimentos apenas no interior do círculo restrito de suas especialidades ou sub-especialidades.

## 2. Concepções de interdisciplinaridade

No campo educacional o termo interdisciplinaridade é utilizado de forma genérica para caracterizar abordagens ao conteúdo, feitas a partir de diferentes disciplinas, de tal forma que vários sentidos foram atribuídos à palavra desde que esta passou a fazer parte do discurso pedagógico dos professores, conduzindo a discussões entre dirigentes, formadores de formadores, elaboradores de currículo e futuros professores, revelando sempre controvérsias, contradições e ambigüidades.

Não existe, de facto, qualquer consenso. Ninguém sabe exactamente o que é a interdisciplinaridade, o que identifica as práticas ditas interdisciplinares, qual a fronteira exacta a partir da qual uma determinada experiência de ensino pode ser dita interdisciplinar e não multidisciplinar pluridisciplinar ou transdisciplinar.

Para designar uma mesma aspiração, os professores utilizam, aliás, uma plêiade de termos aparentemente similares ou, pelo menos, dados como próximos: além de interdisciplinar, multidisciplinar, pluridisciplinar ou transdisciplinar, designações como as de ensino integrado, educação ambiental, trabalho de projecto, etc.aparecem com muita frequência, recobrando-se mais ou menos completamente e sem que nenhuma distinção seja claramente estabelecida. (POMBO, 2005, online)

Como podemos perceber, obstáculos à compreensão da interdisciplinaridade residem na variedade de sentidos, na polissemia que envolve a palavra e na ampla gama de conceitos próximos. O levantamento bibliográfico evidenciou que existem leituras distintas em educação, sendo significativo o número de autores que se dedicaram, e que têm se dedicado, à questão, tais como Piaget, Delattre, Palmade, Berger, Gusdorf, Japiassú, Fazenda, sem, contudo, estabelecer um consenso:

Quanto ao termo interdisciplinar, devemos reconhecer que este não possui ainda um sentido epistemológico único e estável. Trata-se de um neologismo cuja significação nem sempre é a mesma e cujo papel nem sempre é compreendido da mesma forma. (JAPIASSÚ, 1976, p.72)

Isso não significa, em absoluto, um problema insolúvel. As diferenças de perspectiva podem apontar para uma enriquecedora complementaridade, e as tentativas de homogeneização, por vezes encontradas nas teorias sobre interdisciplinaridade, devem ser rebatidas. Dito de outra maneira, a construção de

um conceito teórico não é algo que se resolva com argumentos de autoridade, mas sim no aprofundamento do debate em torno de seus múltiplos significados.

Embora entendida, atualmente, como condição fundamental para a melhoria do ensino, o conceito tem sofrido usos excessivos e abusivos, como já dissemos, beirando a banalização:

O conhecimento interdisciplinar está na moda; todos reclamam a “pluridisciplinaridade”, a “multidisciplinaridade”. Pode mesmo suspeitar-se que existe nesta reivindicação uma espécie de snobismo. Mas, observando melhor, é fácil descobrir que esta exigência, longe de construir um progresso, é apenas o sintoma da situação patológica em que se encontra o saber. A especialização ilimitada das disciplinas científicas que se tem vindo a verificar desde há duzentos anos conduziu a uma fragmentação crescente do horizonte epistemológico. Definitivamente, e parafraseando Chesterton, o cientista especializado é aquele que, à força de saber cada vez mais sobre um objeto cada vez mais reduzido, acaba por saber tudo sobre nada. Nesta situação de fragmentação do conhecimento, a exigência interdisciplinar é a manifestação de um estado de carência. O saber fragmentado é obra de uma inteligência dispersa que pode ser considerada como tendo perdido a razão. Daqui resulta um desequilíbrio que atinge toda a personalidade humana. Esta alienação científica é, sem dúvida, uma das causas do mal-estar da civilização contemporânea. (Gusdorf, 1986, apud POMBO, 2006, p.7)

As palavras de Gusdorf ilustram o que em diferentes contextos (como aprendiz e como formadora) já havíamos evidenciado: do ponto de vista das relações ensino-aprendizagem, o que é chamado de interdisciplinaridade é apenas uma representação pouco eficaz, que privilegia a superposição desconexa de elementos de diferentes disciplinas, habitualmente com a predominância de uma delas.

Percebemos através dos diálogos com professores que a palavra interdisciplinaridade parece associar-se à abolição das disciplinas, como conhecemos hoje, à criação de uma “nova disciplina”, capaz de englobar diferentes áreas do conhecimento. Nesse sentido é importante verificar como compreendem a palavra “disciplina” aqueles que estudam a interdisciplinaridade.

Em Queiroz (2003) encontramos como sinônimos para disciplina, “ciência, especialidade, matéria, área”, significados próximos ao atribuído por Japiassú (1992), para quem disciplina seria sinônimo de uma ciência. Para Piaget (1972,

p.5), disciplina seria “um corpo específico de conhecimento ensinável, com seus próprios antecedentes de educação, treinamento, procedimentos, métodos e áreas de conteúdo”; neste sentido, o ensino disciplinar cuida de um saber com contornos e metodologias delimitados.

Sendo assim, sem se constituírem numa ruptura frente à prática disciplinar temos os conceitos de inter, multi, pluri e transdisciplinaridade, que são usados na tentativa de corrigir deficiências no ensino e promover a interação entre os conhecimentos.

Para Japiassú (1992) a abordagem multidisciplinar implica a realização de atividades conjuntas por duas ou mais disciplinas, a partir de um tema comum, sem que haja cooperação entre elas. O tema é um meio para se atingir os objetivos de cada disciplina, que trabalham simultaneamente com determinados conteúdos sem que exista real integração.

Segundo Piaget (1972), a multidisciplinaridade ocorre quando para “a solução de um problema se torna necessário obter informação de duas ou mais ciências ou setores do conhecimento, sem que as disciplinas envolvidas no processo sejam elas mesmas modificadas ou enriquecidas por isso”, enquanto que para Berger (1972) a multidisciplinaridade é a justaposição de disciplinas diversas, às vezes sem relação aparente entre elas. Pires (1998) afirma que no contexto multidisciplinar acontece uma justaposição de disciplinas que ficam próximas, mas não juntas.

Temos em comum para os diferentes autores que a multidisciplinaridade consiste na aproximação de, pelo menos, duas disciplinas, normalmente através de um tema comum, cada uma contribuindo com conhecimentos específicos de sua área. Trata-se de uma “integração”, na melhor das hipóteses, temporária, sem que se estabeleçam relações entre elas, de tal forma que o tópico em estudo é visto sob a ótica dessas disciplinas simultaneamente.

Palmade (1979) afirma que a multidisciplinaridade encaminha-se para a interdisciplinaridade quando emergem relações de interdependência entre as disciplinas, que passam da simples troca de idéias para colaboração e relativa

influência mútua; enquanto que Japiassú (1992) distingue a multidisciplinaridade da pluridisciplinaridade pela cooperação entre as disciplinas.

Para Japiassú, no enfoque pluridisciplinar ocorre cooperação entre as disciplinas envolvidas. Essa cooperação se dá pelo fato de tratar-se de disciplinas pertencentes às mesmas áreas do conhecimento, como por exemplo, as ciências naturais, o que permite que se estude “um objeto, de uma única disciplina, através de outras disciplinas” (BARBOSA, 2001). Essa visão se aproxima de Berger (1972) para quem a pluridisciplinaridade é a justaposição de disciplinas mais ao menos próximas nos seus campos de conhecimento.

Contudo, não são todos os autores que vêem na pluridisciplinaridade alguma integração, como Delattre (2005), que a entende “como uma simples associação de disciplinas que concorrem para uma realização comum, mas sem que cada disciplina tenha que modificar a sua própria visão das coisas e os seus próprios métodos significativamente”, ou Palmade (1979), que vê uma cooperação de caráter metodológico e instrumental entre disciplinas, que não implica uma integração conceitual interna. Gusdorf (1977) vai além ao afirmar que na pluridisciplinaridade existe a justaposição de especialistas estranhos uns aos outros, que nada têm em comum, cada qual falando sem escutar os demais.

Como vemos, no conceito de pluridisciplinaridade é mais difícil encontrar pontos comuns, e há quem não faça distinção entre os conceitos de multi e pluridisciplinaridade, como Magalhães (2005), para quem a disciplinaridade é considerada multi ou pluri quando mais de um professor trabalha um tema comum ao mesmo tempo.

Outro conceito recorrente é o da transdisciplinaridade, que para Berger (1972) consiste no desenvolvimento de um pensamento comum a um conjunto de disciplinas, enquanto que para Piaget (1972) a referência é a integração global das várias ciências. Para esse autor trata-se de uma etapa superior à interdisciplinaridade, em que seriam abolidas as fronteiras estáveis entre as disciplinas. Em linha parecida de raciocínio encontramos a definição de Gusdorf (1977) para quem a transdisciplinaridade evoca uma perspectiva de

transcendência, que se aventura para além dos limites do saber propriamente dito, apontando para um objeto comum, situado além do horizonte de investigação epistemológica.

Entre os teóricos brasileiros esse é um ponto de discordância, pois para Japiassú (1992) a transdisciplinaridade estaria além dos parâmetros que definem a interdisciplinaridade. Nesse contexto, os limites disciplinares deixariam de existir, de tal forma que a troca de informações não ficaria restrita ao conteúdo científico, mas passaria também pelo conhecimento socialmente produzido por alunos e professores, como, por exemplo, sua vivência social. Por outro lado, Fazenda (1994) não distingue um limite entre o saber interdisciplinar e o transdisciplinar.

Com estas definições, voltamos à questão da interdisciplinaridade. O prefixo “inter”, ao contrário da “multi” e da “pluridisciplinaridade”, parece indicar para a maioria dos autores um fator de integração entre saberes diferentes, que supõe abertura de pensamento, exigindo dos especialistas esforços fora de seu domínio e de sua linguagem técnica, não se trata apenas de justaposição (GUSDORF, 1977). Definida por Piaget (1972) como “intercâmbio mútuo e integração recíproca entre várias disciplinas”, esta cooperação tem como resultado o enriquecimento recíproco.

Palmade (1979) entende a interdisciplinaridade como “a integração interna e conceptual que rompe a estrutura de cada disciplina para construir uma axiomática nova e comum a todas elas, com o objetivo de propiciar uma visão unitária de um setor do saber”; enquanto que para Marion (1978) consiste na “cooperação de várias disciplinas no exame do mesmo objeto”.

Segundo Berger (1972), interdisciplinaridade é a interação existente entre duas ou mais disciplinas, que pode ir desde a simples comunicação das idéias até a integração completa (conceitos diretivos, epistemologia, terminologia, metodologia, procedimentos e ensino), sendo realizada por grupos de pessoas com formação em diferentes domínios disciplinares; contudo, para Klein (1990) ela tem a ver não apenas com um trabalho de equipe, mas também individual.

Entre os principais autores brasileiros Japiassú (1992), caracteriza a interdisciplinaridade como o nível de colaboração entre as diversas disciplinas que resulta em interações propriamente ditas, isto é, existe reciprocidade nos intercâmbios, de tal forma que, no final do processo interativo, cada disciplina sai enriquecida sem supremacia de uma sobre as outras; essa interação, ao permitir que cada especialidade saia enriquecida, permite compreender os fenômenos em suas múltiplas dimensões.

Para o autor, o que distingue interdisciplinaridade dos conceitos vizinhos é a intensidade das trocas entre os especialistas e o grau de integração entre as disciplinas em um projeto de pesquisa específico, o que implica uma passagem gradual do multi e do pluri para o interdisciplinar.

Também merecem destaque as idéias de Fazenda, principalmente por se voltarem para o campo educacional. A autora afirma que “interdisciplinaridade não é categoria de conhecimento, mas de ação”, lembrando que, em função disso, trata-se, fundamentalmente, de uma atitude, de uma mudança de postura em relação ao caráter fragmentário do conhecimento.

[ ... ] pois interdisciplinaridade não se ensina, nem se aprende, apenas vive-se, exerce-se. Interdisciplinaridade exige um engajamento pessoal de cada um. Todo indivíduo engajado nesse processo será o aprendiz, mas, na medida em que familiarizar-se com as técnicas e quesitos básicos, o criador de novas estruturas, novos conteúdos, novos métodos, será motor de transformação. (1979, p. 56)

A ênfase dada ao sujeito no processo de transformação do conhecimento é evidente no pensamento da autora, de tal forma que será somente através de uma atitude conjunta entre educadores e educandos, de parcerias, que a interdisciplinaridade no ensino ocorrerá como condição para uma educação permanente.

Embora a interdisciplinaridade também seja discutida e investigada como conceito que se estabelece fora dos muros acadêmicos e dos espaços formais da educação, a pesquisa bibliográfica realizada procurou evidenciar sentidos relacionados à forma de aquisição e produção do conhecimento em instituições de

ensino. Dentro dessa abordagem a maioria dos autores parece convergir para a idéia que a prática interdisciplinar promove uma unidade entre saberes.

Para alguns essa relação é absoluta, gerando um conhecimento que transcende às próprias disciplinas, para outros é parcial, de tal forma que a prática não exclui o conhecimento disciplinar. Alguns autores defendem a necessidade de equipes trabalhando em conjunto, outros acreditam que a interdisciplinaridade pode ser uma tarefa individual. Dessa forma, o conceito de interdisciplinaridade vai desde a simples cooperação entre as disciplinas, passando pelo intercâmbio mútuo, pela integração recíproca e ainda pela integração capaz de romper a estrutura de cada disciplina e alcançar uma axiomática comum (POMBO, 2006).

Um obstáculo sério para entender o sentido da atividade interdisciplinar reside no fato de que os pesquisadores e docentes estão envolvidos em idiosincrasias das quais eles não são totalmente conscientes, entrando em debates intermináveis sobre um tema que é profunda e extensamente polissêmico, que circula por todos os lugares geográficos e institucionais, mas com significados diversos. A pretensão de colocar "ordem" na "desordem" é vã e, no limite, atenta contra a prática da interdisciplinaridade. Trata-se, antes de mais nada, de entender o fenômeno muito mais como uma prática em andamento, que como um exercício orientado por epistemologias e metodologia perfeitamente definidas. Devemos discordar, portanto, da atual tendência homogeneizadora predominante da teorização sobre interdisciplinaridade (JANTSCH e BIANCHETTI, 2002, apud LEIS, 2005, p.3).

Como podemos perceber, estamos diante de diferentes visões e distantes de um consenso, o que torna importante definir qual concepção de interdisciplinaridade, enquanto facilitadora das relações ensino-aprendizagem, adotaremos neste trabalho. Entendemos que o enfoque interdisciplinar favorece a integração dos conhecimentos - sem que seja necessário abolir o conhecimento disciplinar - através de conceitos, métodos e estruturas teóricas de diferentes disciplinas, contribuindo para reduzir as abstrações, comuns no ensino de Ciências, que afastam o objeto de estudo do mundo real.

Ao serem apresentadas ao estudante as relações existentes entre as diversas disciplinas, bem como as conexões das mesmas com a realidade dos alunos, o conhecimento torna-se mais atrativo e essencial, evitando que se reproduzam situações como relatado abaixo:

[...] O saber difundido na escola, em geral, é visto como um amontoado de conteúdos, com pouca relação com a realidade em que vivem, não despertando interesse, nem oferecendo referências culturais. Uma vez que o conhecimento escolar não ajuda a compreender o mundo, o sentido do estudo encontra-se apenas na continuidade dos estudos, tendo em vista a obtenção do diploma (que nem sempre é alcançada). É comum que alunos estabeleçam uma oposição entre o conhecimento difundido pela escola, avaliado como maçante e distanciado da realidade, e o conhecimento obtido em outros espaços (na família, no trabalho, na mídia, na rua) avaliado como o conhecimento significativo, o conhecimento da vida real. (BRASIL, 1998a, p. 124)

Acreditamos que a prática interdisciplinar terá melhores resultados se for conduzida pelo conjunto dos professores de uma escola, mas não desqualificamos, em absoluto, iniciativas individuais, em que um único professor se dispõe a integrar conteúdos de outras disciplinas com a sua, pois o mais importante é uma nova postura diante do saber e do ensino. Isto porque estamos de acordo com o exposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998a).

Portanto, ao propor esta concepção de interdisciplinaridade, julgamos fundamental alinhá-la com as propostas dos Parâmetros. Tal procedimento visa, justamente, aproximar o debate conceitual teórico de sua proposição afirmativa no nível das práticas pedagógicas decorrentes da adoção dos PCN.

Os conteúdos e o tratamento que a eles deve ser dado assumem papel central, uma vez que é por meio deles que os propósitos da escola se realizam. Dessa forma, a seleção, a organização e o tratamento que será dado aos conteúdos devem ser precedidos de grande discussão pela equipe escolar.

A organização dos conteúdos, tradicionalmente, tem sido marcada pela linearidade e pela segmentação dos assuntos. No entanto, para que a aprendizagem possa ser significativa é preciso que os conteúdos sejam analisados e abordados de modo a formarem uma rede de significados. Se a premissa de que compreender é apreender o significado, e de que para apreender o significado de um objeto ou de um acontecimento é preciso vê-lo em suas relações com outros objetos ou acontecimentos, é possível dizer que a idéia de conhecer assemelha-se à de tecer uma teia. (BRASIL, 1998a, p.74-75)

Com a publicação dos PCN, em 1998, as discussões sobre interdisciplinaridade ganharam destaque graças às propostas de ensino que privilegiam conhecimentos que podem ser utilizados pelo cidadão para

compreender melhor o mundo social e natural. De acordo com essas propostas os estudantes devem ter uma formação mais geral, que desenvolva competências e habilidades tais que lhes permitam continuar aprendendo fora do ambiente escolar, através da busca e análise de informações.

Do ponto de vista do tratamento das Ciências Naturais os Parâmetros indicam que:

A compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia confere à área de Ciências Naturais uma perspectiva interdisciplinar, pois abrange conhecimentos biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais e tecnológicos. A opção do professor em organizar os seus planos de ensino segundo temas de trabalho e problemas para investigação facilita o tratamento interdisciplinar das Ciências Naturais. É uma prática que, nesta área, já vem se tornando freqüente e é recomendável, pois permite a organização de conteúdos de modo flexível e compatível com os seus critérios de seleção. (BRASIL, 1998b, p.36)

Alterações desse tipo só serão possíveis com mudanças no currículo e na escola, e será imperativo não apenas preparar adequadamente os professores como também torná-los parceiros no empreendimento, pois a opção de organizar planos de ensino segundo temas de trabalho e problemas de investigação deve ser coletiva.

Essa decisão deve partir do conjunto de professores de qualquer escola, caso contrário a falta de diálogo e objetivos comuns será capaz de trazer consequências ainda mais desastrosas para a aprendizagem dos alunos. Exigir que os professores, sem qualquer preparação adequada, resolvam o problema é, para dizer o mínimo, insensível.

Ou no planejamento escolar se adota que todos os professores de Ciências se pautarão por esses critérios e que a “organização dos conteúdos de modo flexível” (BRASIL, 1998, p.36, b) será acompanhada de perto pelo coletivo, ou vivenciaremos uma situação caótica, mais prejudicial ao ensino que o tradicionalismo que (fundamentalmente) impera até os dias atuais.

Também concordamos com a afirmação de que “é uma prática que, nesta área, já vem se tornando freqüente e é recomendável, pois permite a organização

de conteúdos de modo flexível e compatível com os seus critérios de seleção” (BRASIL, 1998, p.36, b), mas essa afirmativa se opõe ao exposto no próprio texto em páginas anteriores:

Em relação aos conteúdos conceituais, particularmente de quinta a oitava séries, persiste uma tendência que os aborda de modo estanque nas disciplinas científicas, tais como se consagraram há mais de um século, e de forma caricatural. Apresenta-se separadamente Geologia, dentro de água, ar e solo; Zoologia e Botânica, como sendo classificação dos seres vivos; Anatomia e Fisiologia humana, como sendo todo o corpo humano; Física, como fórmulas, e Química, como o modelo atômico-molecular e a tabela periódica. As interações entre os fenômenos, e destes com diferentes aspectos da cultura, no momento atual ou no passado, estudadas recentemente com maior ênfase nas Ciências Naturais, estão ausentes. (BRASIL, 1998b, p.27)

A organização do currículo agrupando conteúdos a partir de temas de trabalho e problemas de investigação, bem como o estímulo à comunicação entre disciplinas que possam contribuir com o objeto de estudo permite, do ponto de vista do trabalho pedagógico, que se estabeleça um diálogo enriquecedor entre elas e os conteúdos. Embora essa lógica de estruturação do conhecimento em busca de maior unificação do saber seja louvável, passados quase dez anos da publicação dos PCN o que se pratica nas escolas ainda está distante de resgatar a esperada unidade/aproximação do conhecimento, como temos observado em nossos contatos com professores e escolas.

### **3. A interdisciplinaridade na concepção dos professores**

É comum encontrarmos em projetos pedagógicos, e no discurso dos professores, inúmeras referências à interdisciplinaridade, sem que na prática esteja acontecendo. Trata-se, muitas vezes, de mais um modismo que assola o sistema educacional brasileiro, pois, embora os professores aprovem ações que visem à integração do conhecimento, os desafios e incertezas na adoção de práticas interdisciplinares ainda são grandes. O rompimento com modelos tradicionais de ensino depende, essencialmente, do professor; contudo, como vimos no capítulo anterior, a formação inicial insatisfatória e a formação

continuada insuficiente e inadequada impedem que ocorram avanços nesse sentido.

Embora seja fundamental entendermos o conceito de interdisciplinaridade no nível do debate teórico, é igualmente importante saber como o professor entende a questão, e para investigar este problema utilizamos duas linhas de abordagem. A primeira foi buscar na literatura trabalhos que trouxessem relatos de pesquisas sobre o tema, a segunda foi procurar a resposta entre os participantes de nossa pesquisa.

Na literatura encontramos o trabalho de Augusto et. al. (2004), investigando as concepções sobre o conceito de interdisciplinaridade e formas de desenvolver um trabalho interdisciplinar a partir de um tema comum, efeito estufa, tema este sugerido pelos pesquisadores. Foram coletadas, através de questionários, as concepções prévias de 28 professores em exercício de Física, Química e Biologia, participantes do projeto de formação continuada Pró-Ciências.

Uma das questões formuladas aos professores foi “o que significa para você o conceito de interdisciplinaridade?” cujas respostas foram classificadas nas seguintes categorias:

- 1) professores que indicam que o trabalho interdisciplinar tem que envolver várias disciplinas ou áreas;
- 2) professores que atribuem ao tema, ou assunto a ser estudado, papel central, como unificador das disciplinas;
- 3) professores que indicam que o trabalho interdisciplinar está baseado em projetos;
- 4) professores que indicam que as disciplinas envolvidas num trabalho interdisciplinar devem ter pontos em comum ou um objetivo comum;
- 5) professores que se referem somente aos atributos da interdisciplinaridade no ensino;
- 6) professores que têm uma visão geral de interdisciplinaridade, não restrita ao ensino;
- 7) professores que indicam que a interdisciplinaridade é um contato superficial e informal entre as disciplinas. (AUGUSTO et al., 2004)

Selecionamos algumas respostas da pesquisa de Augusto et. al. (2004), exemplificando os itens da classificação, com o intuito de compreender o tipo de linguagem usado pelos professores (entre

parênteses o número do item classificatório a que se refere a resposta e a disciplina ministrada pelo professor):

- Trabalhar um conteúdo em várias disciplinas com enfoques diferentes (1, Biologia);
- Trabalhar um determinado conteúdo em conjunto com outras disciplinas (2, Física);
- Tendo como objetivo o bem comum – no caso do ensino, cada profissional oferecer ao aluno a visão que possui em sua área sobre dado assunto (2, Química);
- Realização de diversos projetos (3, Química);
- Projeto em equipe que possibilite a troca de conhecimentos entre as áreas (3, Química);
- Tratamento de um determinado assunto por várias disciplinas com um ponto em comum (4, Biologia);
- Utilizar as habilidades de diferentes áreas, voltadas para um único foco (4, Química);
- Instigar o senso crítico e reflexivo dos indivíduos tendo como objetivo o bem comum (5, Química);
- É importante, aluno compreende que o conhecimento é um todo (5, Biologia);
- Interação entre diversas áreas do conhecimento (6, Química);
- Integração entre diversas áreas do conhecimento (6, Química);
- Troca de idéias, vivências entre várias áreas disciplinares (7, Química);
- Uma disciplina complementando, ajudando a outra (7, Física).

A classificação das respostas nos dá indicadores claros das concepções/visões de interdisciplinaridade de alguns professores, bem como da falta de significado que outros atribuem ao conceito: a necessidade de envolvimento de diferentes áreas do conhecimento, importância de um tema amplo atuando como unificador das disciplinas, a utilização de projetos comuns, enfim, fazendo eco à expressão dos entrevistados, é necessário que exista um “nó” que realize a articulação das matérias de estudo.

Lottermann e Frison (2008) analisaram as respostas, obtidas através de questionários, de licenciandos e de professores em exercício do ensino fundamental de Química e Ciências Biológicas, sobre trabalhos interdisciplinares desenvolvidos em sala de aula. De acordo com a análise, os participantes da pesquisa acreditam ser o desenvolvimento dos conteúdos de forma interdisciplinar uma proposta inovadora que possibilita aprendizagem mais significativa e globalizada, envolvendo mais o estudante em sala de aula.

Os professores buscam desenvolver os conceitos de sua área estabelecendo relações com os conteúdos dos outros campos do saber, já que “estas relações são necessárias para que o aluno entenda que o conteúdo trabalhado não é isolado”, é o que afirma um dos professores entrevistados. Para eles, as outras áreas trazem uma grande contribuição para o entendimento dos conteúdos de Ciências Naturais, pois este se dá como um todo, onde uma área complementa a outra. Salientam ainda, que o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar exige uma interação entre os professores de diferentes áreas e níveis de conhecimento, pois para eles: “o conhecimento de ciências relacionado com outras áreas é muito importante, pois torna mais fácil o aprendizado do aluno com relação à compreensão da natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformação do mundo em que vive”. Os professores apresentam dificuldades em produzir e desenvolver propostas desta natureza. No entanto, consideram que o trabalho coletivo produz resultados mais significativos no que se refere à aprendizagem dos estudantes. Essa manifestação também é percebida nas respostas dos Licenciandos. (LOTTERMANN e FRISSON, 2008, online)

O trabalho não apresenta a transcrição das respostas, o que nos permite conhecer apenas a “tradução” das falas dos professores. Embora os resultados não difiram substantivamente de outras pesquisas da literatura, seria interessante conhecer o teor das respostas no sentido de entender de que maneira se dá o “esforço por parte dos professores em produzir e desenvolver um trabalho interdisciplinar nas escolas onde atuam”, fato destacado pelas autoras nas conclusões.

Gebara e Kulaif (2007) apresentam o levantamento das concepções dos professores participantes do projeto de formação continuada “Elaboração de conhecimentos escolares e curriculares relacionados à Ciência, à Sociedade e ao Ambiente na escola básica com ênfase na regionalização a partir dos resultados de projetos de políticas públicas”, com financiamento da FAPESP Ensino Público e da Petrobrás Ambiental, acerca do tema interdisciplinaridade.

Desse projeto participam, aproximadamente, 20 professores (de diferentes disciplinas) de duas escolas da rede pública estadual de Campinas. Previsto para ser realizado em quatro anos, conta com diversas etapas, entre as quais a realização de oficinas que tratam de questões metodológicas, como interdisciplinaridade.

Como complemento das oficinas, que são presenciais, há o suporte do TelEduc - ferramenta de ensino à distância - para aprofundamento das discussões. Outra etapa prevê a elaboração de projetos de pesquisa em ensino por parte dos professores e sua aplicação nas salas de aula dessas escolas, oportunidade em que os jovens estudantes terão a oportunidade de usufruir e aprender, mais e melhor, com os anos de trabalho, estudo e pesquisa de seus professores.

As autoras conduziram três oficinas sobre interdisciplinaridade, com duração total de 12 horas, e realizaram o levantamento das concepções dos professores sobre o tema, através de questionário aberto e individual, com o objetivo de elaborar uma definição de interdisciplinaridade adequada às necessidades do grupo.

Foram propostas as seguintes questões: “1) O que significa para você o conceito de interdisciplinaridade? 2) Você acha que é possível trabalhar um tema como ENERGIA de forma interdisciplinar?” As respostas de alguns professores de Ciências (Física, Química, Biologia), Matemática e Geografia permitem avaliar o estágio de compreensão do conceito, antes da realização das oficinas.

1) O trabalho coletivo, onde cada professor dá sua colaboração (com conteúdos próprios) a temas coletivos, como água, meio ambiente, energia, etc., construindo junto com os alunos novas concepções novos métodos e uma aprendizagem mais significativa para os alunos. 2) Sim, pois que tivemos essa experiência a alguns anos atrás, onde cada professor dava sua colaboração em projetos e trabalhos que envolviam o tema energia. (Geografia)

1) O conceito de interdisciplinaridade envolve um método de ensino que busca a integração de diferentes áreas do conhecimento, com o objetivo de realizar estudos sistêmicos e menos fragmentados da realidade que nos cerca. 2) Claro. Procurando abordar todos os aspectos, as causas, as conseqüências que envolve este tema no dia-a-dia das pessoas e na realidade do planeta. Todas questões levantadas seriam a base para se planejar um trabalho mais integrado, onde cada disciplina buscaria outras áreas afim de “responder” as questões abordadas. Sei lá ... (Geografia)

1) Considerando disciplina algo fragmentado, ou parte de um todo, com características próprias, com métodos próprios, para mim o conceito de interdisciplinaridade abrange um campo do saber onde as disciplinas interagem tentando dar respostas a um problema, a uma questão que é comum a todas as áreas do conhecimento envolvidas. 2) Sim, entendo que o tema energia é muito significativo na questão interdisciplinar – no sistema vivo posso estar discutindo os mecanismos biológicos de

produção e consumo de energia (alimento, digestão, respiração, etc.); no sistema não vivo, posso discutir as formas de energia que o homem busca para melhorar sua vida (da água, do sol, dos ventos...), como utilizar adequadamente ou não. Na área de Português, pode haver um trabalho de leitura e escrita de textos voltados ao tema gerando uma discussão que deve ser orientada dentro das formalidades da Língua Portuguesa. Na Matemática podemos dimensionar, quantitativamente, por exemplo, o gasto e o custo da energia elétrica (doméstico, escola,...) para visualizar melhor o que significa consumo responsável de cada cidadão. Em Geografia, os impactos ambientais gerados pela construção de usinas, a forma como a interação entre o homem e o seu meio pode modificar a paisagem ambiental em que está inserido. (Ciências)

1) Interdisciplinaridade é a forma de se trabalhar, onde todos os professores assumem a necessidade de tratar os assuntos de sua disciplina relacionados com as outras disciplinas buscando formas de construir o conhecimento. 2) O tema Energia pode ser trabalhado de forma interdisciplinar, mas não por todas as disciplinas. Acredito que em algumas, o tema seria, talvez apenas citado ou entraria como apenas um dos cálculos, em uma das aulas. (Ciências)

1) Significa a riqueza de conhecimentos que cada um trás para sua aula daquilo pré-existente como conhecimento individual p/ um determinado tema a ser trabalhado p/ um determinado período de tempo, p/ o aprimoramento do aluno. 2) Sim. São muitas formas que podemos trabalhar, mas acredito que somente teria sentido fazer um trabalho bom, eficaz tendo junto o caminho que os alunos escolherem e trilhar junto com eles. (Matemática)

1) Quando um grupo de professores propõem fazer um trabalho com os conteúdos afins - relacionar, integrar e desenvolver de forma conjunto, logicamente cada um na sua área. Fazendo com que o conteúdo abordado seja sistematizado e contextualizado. Tendo como objetivo levar o aluno a conhecer as diversas visões e formas de abordagens do assunto. 2) Sim. (Matemática)

1) Acho que como conceito uma forma ideal para se trabalhar, pois a educação do futuro tende a trabalhar o indivíduo como um todo e integra-lo ao ambiente próximo e dar uma visão mundial. 2) Energia é um tema que abrange muitas visões, sendo assim podemos trabalha-lo com muitas disciplinas como geografia, física, química, biologia e matemática onde os gráficos e pesquisas seriam os pontos mais interessantes. (Matemática)

1) É aprender com os vários olhares das disciplinas sobre problemas comuns na sociedade, trabalhando de forma cooperada e integrada, estabelecendo pontes (redes) entre a diversidade de saberes e “aprenderes” da escola. 2) Sim, porque além de fazer parte do dia-a-dia do discente e do docente, é parte integrante do conteúdo programático das disciplinas escolares. (Matemática)

Nas conclusões, Gebara e Kulaif, (2007) destacam que, pelas falas é possível conceber que a concretização da interdisciplinaridade não é percebida por eles como algo complexo, o que não significa que esteja sendo praticada de

forma sistematizada e que não necessite de fundamentação. Os professores percebem que algumas disciplinas partilham conteúdos, mas restringem-se à ilustração ou à abordagem desse conteúdo sob vários enfoques.

A interdisciplinaridade é entendida como possibilidade de relacionar e integrar conteúdos, mas não fica clara a idéia de interação, mais próxima dos objetivos que acreditamos terem maior potencial nas práticas educativas. Não foram identificadas manifestações contrárias à idéia da prática interdisciplinar, e todos parecem concordar que a superação da visão fragmentada dos conhecimentos é importante para melhorar a qualidade do ensino.

Vejamos então como esta questão afeta e orienta a formação e *performance* dos professores de Ciências.

#### **4. A formação de professores de Ciências para a prática interdisciplinar: limites e desafios**

Tendo acompanhado a publicação dos PCN atuando como professora da educação básica e, atualmente através do contato com professores nos cursos de formação continuada, é possível afirmar que pouco mudou na organização dos currículos escolares após dez anos. A sucessão de aulas se mantém inflexível, tratando de temas dissociados uns dos outros o que torna quase impossível a articulação dos conhecimentos. Como saída para minimizar essa falha, os professores são “fortemente convidados” a trabalharem com projetos ou temas, o que é algo positivo dentro da perspectiva interdisciplinar. Contudo, esses projetos/temas são decididos pela Secretaria da Educação, através das Diretorias de Ensino.

Observa-se que o resultado desse tipo de procedimento - sem a adequada contrapartida de recursos, principalmente tempo, para que os professores se organizem, compartilhem idéias e planejem em conjunto, leva à simples superposição de informações desarticuladas, dentro da já citada sucessão de

disciplinas da grade curricular. Aos alunos fica a impressão que todos os professores estão falando das “mesmas coisas”, sem que consigam perceber qualquer complementaridade ou interação.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores (1996, online), ao final do curso, os alunos deverão apresentar “capacidade de inserção e atuação crítica na realidade social; domínio de abordagens científicas sobre o conhecimento produzido na área; capacidade de atuar interdisciplinarmente”.

Embora no texto da resolução haja forte recomendação para a formação de professores capazes de atuar de forma interdisciplinar, a realidade das salas de aula é bem diferente, o que nos leva a crer que não houve mudanças substantivas nos cursos de licenciatura. Perguntamos então quais seriam as necessidades dos cursos de formação de professores de Ciências, inicial e continuada, para abordar a questão da interdisciplinaridade? Como deve ser tratada a questão interdisciplinar sob o ângulo da formação docente?

Não temos a pretensão de esgotar o assunto, pois a investigação sobre formação de professores preparados para a prática interdisciplinar é um problema amplo, que envolve discussões sobre o perfil desses profissionais, tanto em formação quanto em exercício, sobre os próprios processos de formação, sobre os saberes envolvidos nesse processo e as concepções dos docentes com relação à questão.

Acreditamos que o trabalho interdisciplinar, e para a interdisciplinaridade, no processo de formação profissional pode conduzir a uma atitude diferente diante do conhecimento, transformando os professores em partícipes da reformulação dos currículos e da reestruturação de práticas de ensino, de forma a articular distintos saberes.

Sendo assim, a formação deve desenvolver competências para lidar com dificuldades no ambiente escolar, entre elas o já comentado engessamento do currículo e também com a dificuldade em estabelecer parcerias com os colegas. É importante lembrar, contudo, que essas competências não são adquiridas

simplesmente através da fundamentação teórica, é algo que depende de experiência e prática para ser interiorizado e de integração entre os professores para ser executado.

Como a formação para a interdisciplinaridade não pode restringir-se à teoria, é preciso que os professores experimentem em si mesmos seu caráter dinâmico, entendendo que se trata de uma atitude a ser exercida, devendo, portanto, este aprender englobar experiências ativas. Por uma questão de coerência a formação para a interdisciplinaridade deve envolver a experiência direta de interdisciplinaridade segundo Lenoir (1997).

Ou seja, a prática interdisciplinar necessita de “pedagogia apropriada, processo integrador, mudança institucional e relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade” (KLEIN, 2001, p. 110). Embora para alguns possa parecer paradoxal, o desenvolvimento de competências disciplinares para o professor que se pretende interdisciplinar é fundamental. Isto torna necessário pensar em uma formação que propicie o domínio de determinadas áreas do conhecimento, que lhe possibilite alcançar estratégias de integração das disciplinas e que, fundamentalmente, seja capaz de desenvolver o gosto pela pesquisa, pois este é o caminho mais seguro para o professor continuar estudando, não apenas para manter-se atualizado, mas inclusive para suprir as deficiências, inevitáveis, dos cursos de formação profissional.

[ ... ] Parece óbvio que para mudar as metodologias de ensino-aprendizagem é necessário que os professores as experimentem antes, de forma direta, sendo partícipes das mesmas. [ ... ] Na universidade o tema é ainda mais problemático, pois ao modelo educativo de transmissão verbal, majoritariamente empregado, acrescenta-se a falta de conscientização e resistência por parte de muitos professores com respeito a importância e utilidade da pedagogia em sua tarefa docente. [ ... ] A formação de professores deve ser necessariamente especializada, porém deve ser complementada com a interdisciplinaridade nas atuações do campo educativo. (GIJÓN, 1988)

Portanto, a formação para a interdisciplinaridade deve promover um movimento em direção a transformações mais amplas, como a busca da autonomia cognitiva e a negação do conhecimento determinado, estático e acabado. A formação deve conter práticas integradoras, planejamento e

desenvolvimento de currículos, que permitirão aos professores explorar as relações entre as disciplinas e reestruturar suas fronteiras.

Como já mencionamos na Introdução deste trabalho, respaldados por Carvalho e Pérez (1993), a formação ambiental exerce papel importante nas atividades profissionais dos professores. Estes, com frequência, referem-se a exemplos de “mestres” que marcaram sua vida escolar. Nesse sentido, é uma dificuldade a mais verificar que os formadores de formadores, em sua maioria pesquisadores com trabalhos usados como referência, continuam deixando de lado em sua prática docente o que pregam em suas pesquisas científicas.

A prática interdisciplinar pode ocupar papel de menor destaque na preparação de algumas especialidades, mas na formação do docente ela é fundamental. Parece-nos extremamente contraditório que os formadores de formadores cobrem dos professores atitudes e métodos que eles mesmos não tornam exemplo em sua própria prática.

O exercício da interdisciplinaridade impõe avanços na integração curricular, sem deixar de lado o trabalho com as disciplinas, pois estas devem sempre preservar sua natureza. É difícil, porém alguns recursos podem facilitar essa integração, como o trabalho com *temas transversais* - proposto pelos PCN (Brasil, 1998c) - que permite a comunicação entre as disciplinas, através de um tema/objetivo comum, pois não há sentido em trabalhar temas transversais através de uma nova disciplina, mas através de um diálogo integrador entre elas.

Para citar um exemplo de tema transversal proposto pelo documento e que apresenta relação direta com Geociências, temos o “Meio-ambiente”. Tal tema deve ser pensado para conduzir os alunos na compreensão das noções básicas de seu ambiente natural, mostrando as relações que permitem a vida humana, permitindo-lhes posicionar-se de forma crítica diante do mundo e aprender a dominar de forma responsável métodos de manejo e de conservação ambiental.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais os conteúdos de Meio Ambiente foram integrados às áreas, numa relação de transversalidade, de modo que impregne toda a prática educativa e, ao mesmo tempo, crie uma visão global e abrangente da questão ambiental, visualizando os

aspectos físicos e histórico-sociais, assim como as articulações entre a escala local e planetária desses problemas.

Trabalhar de forma transversal significa buscar a transformação dos conceitos, a explicitação de valores e a inclusão de procedimentos, sempre vinculados à realidade cotidiana da sociedade, de modo que obtenha cidadãos mais participantes. Cada professor, dentro da especificidade de sua área, deve adequar o tratamento dos conteúdos para contemplar o Tema Meio Ambiente, assim como os demais Temas Transversais. [ ... ]

As áreas de Ciências Naturais, História e Geografia são as tradicionais parceiras para o desenvolvimento dos conteúdos aqui relacionados, pela própria natureza dos seus objetos de estudo. Mas as demais áreas ganham importância fundamental, pois, cada uma, dentro da sua especificidade, pode contribuir para que o aluno tenha uma visão mais integrada do ambiente: [ ... ] Elas ajudam os alunos a trabalhar seus vínculos subjetivos com o ambiente, permitindo-lhes expressá-los. (BRASIL, 1998c, p. 193-4)

Em certa medida o trabalho com temas transversais corrobora as palavras de Gijón (1998), para quem se pode propor, e desenvolver, atividades interdisciplinares de forma paralela ao desenvolvimento do programa formal, de tal maneira que possíveis fracassos decorrentes da escassa experiência não interferirão no andamento do currículo normal.

Para que a utilização de temas transversais torne-se realidade, insistimos, não é suficiente que orientações gerais sejam publicadas e distribuídas para as escolas. Em diferentes oportunidades perguntamos aos professores participantes de cursos de formação continuada sobre os PCN, e a grande maioria declarou não ter lido, ou, no máximo, conhecer apenas o texto base de sua área de trabalho. Embora vislumbremos que a abordagem interdisciplinar via temas transversais pode ser eficiente, insistimos na questão da preparação prévia e planejada dos professores para essa prática.

Outra abordagem interdisciplinar pode ser feita via *temas geradores*, como nos apresenta Pontuschka (1993), que estudou alguns pontos fundamentais para a atividade escolar. Esta pesquisa, baseada no trabalho coletivo e no pressuposto que várias ciências podem contribuir para o estudo de alguns temas, norteia-se na hipótese que temas geradores podem ser fundamentais para a elaboração do planejamento.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade é uma metodologia que respeita a especificidade de cada área, estabelecendo relações entre conhecimentos sistematizados ao mesmo tempo em que amplia o espaço de diálogo e a aceitação de outras visões. Os temas geradores desempenham o papel de eixo de equilíbrio entre uma visão geral do cotidiano e a visão específica de cada área sobre este cotidiano.

Do ponto de vista da abordagem interdisciplinar também a busca de soluções para problemas socialmente relevantes pode ser de grande valia. E não se trata de algo novo no sistema educacional brasileiro. Brown (1977) apud Pombo (2006), menciona o programa Brazilian Primary Science, de 1971, que visava promover o ensino de ciências a partir de questões de interesse prático para o aluno. O programa propunha que “para a grande maioria dos países, em vias de desenvolvimento, os tópicos deveriam ser escolhidos de acordo com sua influência na vida cotidiana”, desta maneira temas como “a saúde pública e a produção de alimentos deveriam ser considerados assuntos de primeira prioridade” (2006, p.122).

Segundo Short (1990), o ensino das Ciências enquanto disciplinas separadas (Física, Química, Biologia, Geologia) é insuficiente, embora seja necessário. Para o autor o ideal seria que os estudantes cursassem uma disciplina sobre ciências naturais, que proporcionasse uma revisão das grandes idéias, conceitos-chave e eventos científicos ocorridos ao longo da História da Ciência.

A interação da história e da filosofia da ciência e do ensino das ciências é uma área fértil de investigação interdisciplinar, o que ilustra a deficiência de muitas de nossas licenciaturas, em sua maioria propondo essa disciplina apenas como optativa e sem vínculos diretos com questões de ensino.

De acordo com Short, uma segunda disciplina teria como critério de escolha a afinidade do estudante com uma dada ciência – Física, Biologia, Geologia etc. – e poderia ser ministrada em laboratório, ilustrando seu *modus operandi*. Finalmente, um curso de Ciências da Terra, que para o autor além de apresentar

características interdisciplinares, envolve elementos de todas as ciências para explicar como o planeta funciona.

Embora distante da realidade educacional brasileira, o exemplo apresentado pode proporcionar elementos que contribuam para a revisão de velhos currículos e para a elaboração de novas propostas curriculares.

Explicitadas algumas necessidades e alguns caminhos para preparar o professor, vejamos as dificuldades levantadas por docentes de Física, Química e Biologia na pesquisa de Augusto e Caldeira (2007). As autoras classificaram as respostas em três categorias, que guardam relações entre si: dificuldades dos professores, dos alunos e com o conteúdo. Essas dificuldades podem constituir-se, na verdade, em limites à adoção de práticas interdisciplinares em sala de aula.

Entre os problemas ligados ao “conteúdo” encontram-se a pesquisa (incluindo tempo para a atividade e acesso às fontes), falta de material de apoio e/ou recursos, número insuficiente de aulas, conteúdos distantes da realidade e dos interesses dos alunos, dificuldades para acompanhar as constantes mudanças dos conteúdos científicos; livros didáticos ruins; desconhecimento do conteúdo de outras disciplinas; conteúdos que não podem ser trabalhados interdisciplinarmente (pois não estão relacionados), conteúdos não são selecionados pelo professor.

Na categoria “professores” as respostas relatam a falta de espírito de equipe e de comprometimento com o trabalho, além de comodismo e desânimo com a atual situação profissional; projetos interdisciplinares instituídos pela coordenadora, nos quais nem todos os professores conseguem se agregar em virtude das especificidades de sua disciplina; excesso de projetos “vindos de cima para baixo”, com data e prazo para execução sem levar em consideração a realidade local (institucionalização); falta de projetos ou cursos específicos; falta de preparo para trabalhar de forma interdisciplinar.

Não menos importantes são os obstáculos apontados com relação aos “alunos”, tais como as concepções prévias que trazem para as salas de aula e que dificultam sua aprendizagem; o fato de não receberem bem novas metodologias

de ensino, preferindo o ensino tradicional; dificuldades para trabalhar em grupo; não conseguem visualizar a correlação entre disciplinas, ou entre conteúdos, e destes com a sua vivência cotidiana.

Os obstáculos apontados pelos professores podem em parte ser minimizados com algumas mudanças de perspectiva nos programas de formação profissional, como algumas questões das categorias “alunos” e “conteúdo”.

Uma das etapas fundamentais para a mudança de modelo de ensino passa por conhecer o que os docentes pensam e sabem a respeito das propostas interdisciplinares: se já trabalham desta maneira, quais as dificuldades que encontram e quais resultados têm obtido, como apontado na pesquisa de Augusto e Caldeira (2007).

Como vimos, o conceito de interdisciplinaridade é foco de debates teóricos, por admitir diferentes enfoques, e questionamentos epistemológicos e metodológicos estão em curso. Mas, considerando-se as limitações que os professores encontram nas escolas, e as dificuldades para estabelecerem parcerias que facilitem práticas disciplinares, encontramos desafios que se colocam além das questões de formação. Isso nos leva a pensar e projetar uma interdisciplinaridade possível, que respeite os limites e as determinações dos sujeitos atuantes no sistema de ensino e que reveja os processos de formação daqueles que pretendem fazer do ensino sua profissão.

Concordamos que avanços na aprendizagem dos estudantes podem ser obtidos graças às práticas interdisciplinares e reafirmamos a necessidade de se criar condições para um planejamento conjunto, que possibilite a escolha de projetos, eixos integradores, temas e problemas de interesse para professores e alunos.

É fundamental que qualquer processo de ensino seja interiorizado pelo professor, consciente das necessidades dos alunos. Qualquer que seja a metodologia utilizada o importante é o professor sentir respaldo para seu trabalho, o que acontecerá quando houver mais estrutura para o trabalho conjunto dos

professores e formação profissional adequada – inicial e continuada - que demonstre o caráter inovador dessas práticas.

## **5. Contribuições das Geociências/Geologia para a formação interdisciplinar de professores de Ciências**

Após verificarmos alguns requisitos, possibilidades e dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares para professores de Ciências Naturais, gostaríamos de apresentar possíveis contribuições das Geociências/Geologia na integração de conteúdo, na correlação entre disciplinas científicas e também na integração entre conteúdos e a vivência dos estudantes.

Sem dúvida em termos educativos não podemos considerar uma ciência como interdisciplinar, ainda que umas mais que outras (a Ecologia e a Geografia) tenham contribuído com seus métodos de trabalho e seus paradigmas para desenvolver as complexas análises sistêmicas dos fenômenos. A interdisciplinaridade é concebida como uma estratégia educativa, um planejamento de trabalho que é parte de um modelo concreto de ensino-aprendizagem, de maneira que seu tratamento tem que ser paralelo ao da evolução dos modelos educativos. Assim mesmo, estes são o resultado de condições que em cada momento se apresentam nas diversas áreas do conhecimento e o estabelecido pelos sistemas de controle e domínio social imperante (GIJÓN, 1988, tradução nossa).

Uma vez que do ponto de vista educativo não é possível considerar uma ciência interdisciplinar, embora algumas possam ser mais interdisciplinares que outras, como afirma Gijón (1988), acreditamos que as Geociências podem contribuir para cobrir essa lacuna. Ao englobar um conjunto de disciplinas científicas que têm como objeto de estudo a Terra - as interações entre diferentes componentes do planeta e sua evolução, incluindo a influência exercida pelos homens e outros seres vivos – e envolvendo um conjunto de fenômenos naturais que necessitam de ampla gama de conhecimentos científicos para sua explicação/compreensão, constitui-se em um campo de estudos interdisciplinar.

A evidente necessidade de uma percepção interdisciplinar para os profissionais do campo das Geociências/Geologia transferida para o ensino de

Ciências e para a formação de professores torna inegável o reforço potencial que pode ser obtido desse domínio do conhecimento, como já assinalou Compiani:

Podemos dizer que a Geologia é um campo de conhecimento privilegiado onde a síntese espaço-tempo da evolução da Terra, como um todo, e de várias esferas pode ser realizada. Pois, a Geologia preocupa-se com a Terra, em seu todo, e com seu processo geral de desenvolvimento enquanto um sistema natural e integrado e em evolução. [ ... ] Todavia, na busca da síntese geológica, nenhum destes elementos isolados pode ser considerado no seu processo de existência, sem levarmos em conta, a natureza global dos processos que ocorrem na Terra. Por outro lado, a síntese é revelada em sua essência pelas interrelações dos vários elementos isolados e específicos, ou seja, estes elementos são organizados em sistemas que procuram explicá-los sob a forma de uma 'lei' geral: o processo histórico geológico. Essa 'lei' geral é o próprio objeto de estudo da Geologia, ou a síntese conhecida mais geral e formal que orienta nosso olhar para explicar o mundo, portanto orienta nossa aquisição de conhecimentos (2005, p.20).

A Geologia é a ciência que através da análise de informações do presente é capaz de interpretar o passado, e hoje, com os mesmos procedimentos, prognosticar o futuro, contribuindo para dimensionar a ação do homem sobre o meio. As informações obtidas pelas pesquisas geocientíficas/geológicas devem ser usadas para preparar a sociedade em relação a novas atitudes e valores frente à crise ambiental.

E para isso é necessário formar professores críticos e preparados para conduzir essa discussão fundamental. Contudo, essa ciência continua relegada a papéis secundários no currículo do ensino fundamental e também do ensino médio, embora seus métodos de trabalho possam interessar diretamente ao sistema educativo, na medida em que podem contribuir para a formação de profissionais focados na ótica interdisciplinar.

As discussões sobre o ensino de Geociências/Geologia na educação básica vêm de longa data. Há quase quarenta anos foram produzidos os primeiros materiais didáticos relacionados a tais conteúdos para esse nível escolar. Mas o que se observa ainda hoje é uma enorme dificuldade de compreensão, por parte de professores e alunos, de conceitos relacionados ao meio físico. Quando docentes não se sentem preparados e seguros, como veremos nas respostas apresentadas pelos professores de nossa pesquisa, criam-se entraves à

aprendizagem, pois, certamente, um ensino deficiente e fragmentado não será capaz de interessar aos estudantes.

O conteúdo de Geociências/Geologia na educação básica brasileira passou de 20% na década de 1950 para 50% na década de 1980, conforme nos relatam Imbernon et. al. (1994). Apesar disso, avaliações do ensino de ciências demonstram que não houve, na mesma proporção, maior compreensão por parte dos alunos sobre os materiais terrestres e o funcionamento do planeta.

Esses resultados evidenciam, entre outras coisas, a perpetuação das deficiências de um modelo de ensino no qual alunos recebem informações sobre conteúdos geológicos de professores pouco qualificados para a tarefa. Se, como vimos, a participação de temas geocientíficos na educação básica é elevada, a questão da preparação dos professores para ensiná-los não pode ser desprezada.

Para Gijón (1988), formação precária de parcela significativa dos professores de Ciências com relação aos conteúdos geológicos tem como consequência, por um lado, o baixo nível de aprendizagem dos alunos, e por outro a transferência da responsabilidade de ensinar esses temas para os professores de Geografia, dado também encontrado em nossa pesquisa.

Temos com isso um novo problema, pois a formação dos geógrafos é pobre em conteúdos geológicos e está, frequentemente, mais próxima das ciências sociais, de tal forma que a abordagem dos aspectos da Geografia Humana suplanta os da Geografia Física tornando o ensino descritivo e estanque.

Na pesquisa conduzida por Gonçalves e Sicca (2005), com professores do ensino médio, os resultados apontaram que docentes, sejam da área de Ciências, sejam de Geografia, aparentemente têm preocupação de contextualizar os conteúdos relacionados ao meio físico, postura fundamental para que os conteúdos de Geociências/Geologia possam contribuir na integração das disciplinas científicas, como acabamos de mencionar, mas o fazem somente dentro do senso comum.

Problema semelhante, atribuído às deficiências na formação de professores, foi apontado por Guimarães (2004). A autora lembra que a utilização

de informações desvinculadas do cotidiano dos alunos, muitas vezes obtidas em fontes incompletas e/ou incorretas, tais como livros didáticos de qualidade questionável, são resultado da falta de domínio de conhecimentos de Geologia/Geociências, fundamentais para a compreensão do ambiente.

Sempre reiterando a importância do ensino de Geociências, Compiani (2005) afirma ser o conhecimento geológico tão ou mais importante para o ensino elementar (fundamental) do que para o secundário (médio), mas que os estudos voltados para esse nível de ensino são pouco numerosos. O autor destaca que as Geociências/Geologia, na medida em que envolvem dimensões locais, regionais e planetárias do espaço contribuem para formar uma visão de natureza abrangente, histórica e orgânica.

De acordo com Gijón (1988), a utilização de práticas interdisciplinares e globalizantes tem resultado em experiências insatisfatórias, ocorrendo em inúmeras oportunidades o desenvolvimento adequado de diversos estágios, entretanto, no plano das conclusões, no fechamento dos trabalhos, a sistematização é feita sob a ótica disciplinar, restando a impressão que a prática educativa é ainda incipiente nesse campo, necessitando de investigação ativa para otimizar os esforços dos docentes.

O autor destaca a fundamental importância dos docentes possuírem sólidos conhecimentos dos conteúdos e ao mesmo tempo em que descarta a volta aos sistemas tradicionais de ensino por transmissão-recepção. Segundo Gijón, esses conhecimentos, embora disciplinares são fundamentais para tornar a análise interdisciplinar frutífera; o problema é que muitas vezes são obtidos em livros texto que não se aprofundam nos conceitos científicos. Nas palavras do autor, também os currículos organizados em compartimentos estanques são entraves à interdisciplinaridade, que exige não apenas a integração de conteúdos, mas também unidade na metodologia científica e vocabulário comum, requisitos comumente esquecidos na elaboração do currículo.

A preocupação com a atitude dos alunos, por vezes desanimadora ou anárquica, frente a novas propostas metodológicas, manifesta-se na

recomendação do autor para que a transição para outras práticas (interdisciplinaridade) seja gradual, colaborando para isso a escolha de modelos e problemas interessantes para os estudantes, tais como as questões socioambientais. Reconhece, contudo, que novas atividades demandam a produção de material didático, exigindo dos professores um tempo que não têm. Por outro lado, quando as editoras tomam a frente nesse domínio, existe o risco de exercerem controle.

Um importante recurso no ensino de Geociências são os estudos do meio, que por envolverem um complexo e dinâmico ciclo de fenômenos geológicos e biológicos adquirem contornos interdisciplinares. A base essencial para a estruturação desses estudos é fornecida pela Geologia graças à “visão dinâmica da realidade fundamentada em uma teoria que explica esse dinamismo, a concepção tridimensional do espaço que o torna mais globalmente analisável e o uso de um sistema de técnicas de trabalho especialmente úteis para a apresentação e interpretação espacial multifatorial” (GIJÓN, 1988).

Ainda segundo o autor, na perspectiva escolar podemos contar com conceitos e interpretações geológicas para a exploração de temas clássicos, como por exemplo, os estudos do solo, da água, dos materiais de construção, obras de engenharia, ecossistemas, todos eles permitindo convergir diferentes disciplinas no estudo, de forma rica e integradora. Gijón ilustra seu raciocínio com exemplos: 1) também conceitos tradicionalmente tratados em outras ciências, como força e energia, podem desempenhar papel integrador quando estudados sob a ótica geológica, pois oferecem maiores possibilidades de aproximação com a sociedade e a tecnologia, compondo uma das chaves para o ensino moderno. 2) dentro da perspectiva escolar não podem ser esquecidos os estudos sobre a organização do território e o meio ambiente, que implicam o melhor uso do território e de seus recursos, nos quais a Geologia tem importância destacada dentro de projetos interdisciplinares.

Apresentadas as questões teóricas que nortearam a pesquisa de campo, formação de professores e interdisciplinaridade, passaremos à apresentação e

análise dos dados obtidos, procurando na nossa amostra indicadores que permitam aprofundar as diferentes posições teóricas encontradas na literatura.

**A Pesquisa: análise quantitativa**

## A pesquisa: Análise quantitativa

O objetivo da Ciência é entender os fenômenos do mundo natural. Ao ensinar Ciências nosso principal objetivo é fazer com que os alunos possam entender fenômenos que os cientistas explicaram. As explicações, então, devem nos permitir entender o mundo natural em que vivemos.

Derek Hodson

### 1. Introdução

Muitos professores de Ciências nunca frequentaram cursos sobre Geociências. Isso ocorre, como vimos, por diferentes razões, entre elas deficiências na formação inicial, ausência de conteúdo específico em sua formação inicial, como o caso já citado dos licenciados em Física. Como podemos ver:

A dificuldade dos professores de nível fundamental e médio para ministrar esse conteúdo pode ser explicada por diversas razões, como a deficiente formação acadêmica em Geociências que recebem. Geralmente o primeiro e último contato com esse conteúdo se dá por uma única disciplina de graduação denominada "Introdução às Geociências", "Geologia Geral" ou algo equivalente (Compiani & Cunha, 1992), como "Ciência do Sistema Terra", disciplina que busca oferecer visão integrada das esferas terrestres e suas interações. Além da formação acadêmica dos professores, outras questões relacionadas a autonomia docente, gestão escolar, currículo, opções ideológicas, políticas, educacionais etc., também devem ser consideradas (Barbosa, 2003). (CARNEIRO, TOLEDO, e ALMEIDA, 2004, online):

Os formados em Ciências Biológicas, Química ou nas licenciaturas em Ciências costumam contar com uma introdução ao assunto, de qualquer forma, bastante superficial.

Em nossa pesquisa não encontramos casos extremos de professores ministrando disciplinas muito distintas de sua área de formação. Isso se deveu, em

parte, pelas características do curso de formação continuada em que foram coletados os dados, direcionado para docentes da área de Ciências da Natureza e Matemática. Como podemos verificar pelo perfil dos professores, detalhado no Anexo 3, foram relatados alguns exemplos de professores com formação em Ciências, sem complementação em Matemática, ministrando aulas dessa disciplina, mas nenhum caso inverso. Isso não significa que essa prática não seja comum, como relatam Gonçalves e Sicca (2005) em sua pesquisa e como pudemos verificar, informalmente, em outros encontros com professores.

Como discutimos na “Introdução” deste trabalho, o ensino de Geociências/Geologia no Brasil é precário. Embora percentualmente não sejam desprezíveis, os conteúdos geológicos são apresentados como parte da disciplina “Ciências” da educação básica. No ensino médio o problema assume proporções maiores, as Geociências/Geologia aparecem de forma fragmentada e reduzida nas aulas de Geografia e Química, posto que no Brasil não existem enquanto disciplina.

Na área das Ciências Naturais, no Ensino Fundamental é incluído o estudo da Terra, sob responsabilidade principalmente dos professores de Ciências. Para as Ciências da Natureza, no ensino Médio, os PCN sustentam que *“assuntos relacionados a outras Ciências, como Geologia e Astronomia, serão tratados em Biologia, Física e Química, no contexto interdisciplinar que preside o ensino de cada disciplina e do seu conjunto”*. (GUIMARÃES,2004)

A autora argumenta que a abordagem da Geologia em diversas disciplinas, conforme orientação dos PCN implica a divisão desse conhecimento e que a justaposição de conhecimentos de Física, Química e Biologia não é suficiente para levar ao entendimento da Terra.

Toledo (2005), que realizou análise da distribuição e da abordagem dos conteúdos de Geociências nas disciplinas Física, Química, Biologia, História e Geografia do ensino médio, afirma que:

Do exame do texto de apresentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e da análise principalmente de seu conteúdo em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, conclui-se que, para atingir os objetivos pretendidos de formar cidadãos conscientes, capazes de avaliar e julgar as atividades humanas que envolvem a ocupação e o uso do ambiente e dos materiais naturais, é

necessária, de alguma forma, a introdução efetiva e abrangente das Geociências, não como fragmentos, como ocorre atualmente, mas como um todo íntegro. (on-line)

No ensino fundamental a proposta de ensinar os fundamentos das ciências naturais sem estabelecer divisões entre elas garante, em princípio, maior unidade ao conhecimento, embora isso nem sempre se concretize com sucesso. Nesse sentido, os problemas relacionados ao ensino de conteúdos geocientíficos no ensino fundamental concentram-se mais nos problemas de formação dos professores do que na fragmentação dos conteúdos em diversas disciplinas.

Como destaca Negrão (1996), o ensino de Geologia depende da formação ou do interesse dos professores de Ciências e Geografia, sendo fundamental que as licenciaturas - e acrescentaremos os cursos de formação continuada – propiciem disciplinas de conteúdos geológicos e de didática, que forneçam conhecimentos necessários, despertando preocupações com questões sociais e ambientais e contribuindo para a prática interdisciplinar.

Os professores de Ciências, como veremos nas respostas apresentadas aos questionários propostos, costumam delegar a tarefa aos colegas de Geografia por se sentirem despreparados para ensinar esses conteúdos. Essa transferência de responsabilidades contribui para aumentar o problema na medida em que os docentes de Geografia também não têm formação adequada no assunto e, além disso, como já apresentamos, sua formação, suas linguagens, códigos e metodologias estão mais próximas das ciências humanas do que das ciências naturais.

A Geografia, disciplina onde tradicionalmente são tratados vários conteúdos das Ciências da Terra, é reconhecida, no texto dos PCNEM, como estando a meio caminho entre as Ciências Humanas e as Ciências Naturais, muito embora tenha já sido redefinida como Ciência Social. Não obstante, vários objetivos a serem atingidos no estudo da Geografia preconizado pelos PCNEM apontam para o estudo concreto da natureza e das paisagens ocupadas pela sociedade. A própria evolução da sociedade humana, tratada tanto pela História como pela Geografia, teve suas etapas batizadas com expressões alusivas à utilização dos recursos minerais: idade da pedra lascada, idade da pedra polida, idade dos metais, era industrial (transformação dos recursos naturais). (TOLEDO, 2005, on-line)

Muito embora reconheçamos ser a formação de professores de Geografia extremamente relevante para a aprendizagem de Geociências - uma vez que a tarefa de ensinar esses conteúdos costuma ser-lhes transferida pelos colegas de Ciências - a abordagem deste tema não será contemplada neste trabalho. Queremos apenas lembrar que a inserção da Geografia nas ciências sociais, mudando as exigências dos cursos de formação, contribuiu para que, em sua prática profissional, o licenciado passasse a atribuir menor importância para a Geografia Física, “justamente o elo de ligação com a Geologia, que se ocupa da parte genética e evolutiva do espaço ocupado pela sociedade” (TOLEDO, 2005). Essa situação se verifica na maior parte dos cursos de graduação, embora existam exceções, como por exemplo, o curso da Unicamp, oferecido pelo Instituto de Geociências.

Nas sugestões propostas pelos PCN (BRASIL, 1998), documento usado como referência para o planejamento dos cursos do Programa de Formação Continuada Teia do Saber, os conteúdos de Geociências encontram-se distribuídos nas quatro séries finais do ensino fundamental.

Não é do estofado desta pesquisa analisar os objetivos, propostas de ensino ou indicação de conteúdos contidas nesses documentos, embora reconheçamos que essa apreciação seria muito pertinente. Sendo assim, apenas para situar o leitor com relação a algumas questões de conteúdo geocientífico propostas nos dois questionários iremos apontar os temas destacados no eixo temático Terra e Universo dos PCN, sem tecer comentários sobre formas de abordagens e/ou correção das propostas.

No terceiro e quarto ciclos, que compreendem a sexta, sétima, oitava e nona séries do ensino fundamental, as propostas do eixo temático Terra e Universo recaem na discussão de uma concepção de Universo, com enfoque especial no Sistema Terra-Sol-Lua. Sugerem atividades de observação e dar tempo para os alunos elaborarem suas próprias explicações, e propõem que a abordagem do ciclo dia e noite não se faça, inicialmente, através da discussão do movimento de rotação da Terra, pois tal abordagem causa dúvidas e não ajuda na

compreensão do fenômeno cuja observação é sugerida como etapa inicial do trabalho (BRASIL, 1998).

Segundo as propostas do documento, as discussões sobre o Sistema Solar devem valorizar as diferenças que os demais planetas apresentam em relação à Terra, único planeta onde são conhecidos seres vivos, graças à presença de água em estado líquido e atmosfera de gases, que possibilitam temperaturas compatíveis com a vida. Com relação à atmosfera, em especial, a proposta é que a discussão gire em torno da gravidade terrestre, bem como a compreensão da dinâmica do Sistema Solar, discutindo-se a atração gravitacional do sistema Sol-Terra-Lua e as fases da Lua agora associadas ao fenômeno das marés. O conceito de gravidade é de difícil compreensão e foco de muitas CA, como demonstrado na pesquisa de Gebara (2001).

As diferentes zonas climáticas e sua variação ao longo do ano podem ser explicadas pela investigação da esfericidade terrestre e em função da inclinação do eixo terrestre em relação ao plano da órbita em torno do Sol, acarretando em distribuições de luz e calor de forma diferenciada e, como produto final, diferentes faunas e floras. O documento alerta que não poucos livros escolares atribuem às estações a variação das distâncias entre a Terra e o Sol ao longo do ano (BRASIL, 1998).

No que diz respeito à compreensão da superfície e da estrutura interna da Terra, é destacada a importância do trabalho com modelos. O documento sugere que a partir de informações sobre profundidade oceânica e altura de montanhas os alunos devem ser capazes de construir modelos para a superfície terrestre, os quais devem apresentar rochas e depressões preenchidas por água líquida. Na discussão de questões relativas à estrutura interna da Terra, propõem-se a comparação dos contrastes existentes entre a superfície do planeta e o seu todo, em relação à quantidade de água, outros materiais líquidos e rochas, bem como entre a atmosfera e o diâmetro da Terra. Ainda, segundo as propostas contidas no eixo temático Terra e Universo, a análise do material que sai dos vulcões contribui

para imaginar o interior da Terra e sua estrutura<sup>21</sup>, e isso pode ser concretizado por desenhos e maquetes elaborados pelos alunos, acompanhados de pequenos textos que expliquem suas idéias e ajudem na formulação de hipóteses sobre a formação do planeta.

Como explicamos, essa breve apresentação se justifica na medida em que a pesquisa foi realizada nas aulas ministradas em um projeto de formação continuada cujos conteúdos e metodologia deveriam seguir as propostas dos PCN. Nesse sentido, e sem pretensão de qualquer análise do documento, apenas destacamos alguns de seus conteúdos sobre Geociências/Geologia, relevantes para a discussão que faremos a seguir.

## **2. O Projeto de Formação Continuada Teia do Saber versão 2007**

### **2.1. Definição do grupo de pesquisa**

Com o intuito de identificar possíveis dificuldades/concepções alternativas com relação aos conteúdos de Geociências/Geologia ministrados no ensino fundamental, realizamos uma pesquisa com professores inscritos no Programa de Formação Continuada Teia do Saber, versão 2007, sendo que a coleta de dados foi realizada através de questionários exploratórios tendo em vista a avaliação dos conhecimentos manifestados pelos professores da amostra.

O Programa de Formação Continuada Teia do Saber, iniciado em 2005, “visando à capacitação de professores do ciclo II do ensino fundamental e do ensino médio, que estejam atuando em sala de aula nas escolas estaduais jurisdicionadas à Diretoria de Ensino” (CENP, on-line), teve sua última versão no ano 2007. Concretizou-se mediante contratação de Instituições de Ensino Superior (IES), públicas ou privadas, autorizadas e/ou reconhecidas. O objetivo do

---

<sup>21</sup> Vale lembrar que “o interior da Terra ser preenchido por magma” é uma concepção alternativa bastante comum. Dessa maneira, é importante salientar que tal concepção pode ser reforçada pela forma como a questão é colocada no texto dos PCN.

programa era permitir o retorno dos professores da Rede Pública Estadual ao ambiente universitário com a finalidade de:

- Atualização para o uso de novas metodologias voltadas para práticas inovadoras e para uso de materiais didáticos que atendam às necessidades de aprendizagem das crianças e jovens, explicitadas pelos indicadores de desempenho;
- Desenvolvimento de competências para a utilização de novas tecnologias a serviço da aprendizagem;
- Adoção de práticas de avaliação como instrumento de acompanhamento do trabalho docente e do percurso do aluno, seus avanços e dificuldades, com o propósito de redirecionar as ações;
- Desenvolvimento de competências que qualifiquem para o enfrentamento das contradições do cotidiano, favorecendo o processo de socialização dos alunos, a edificação de valores éticos, solidários e de respeito ao outro, que auxiliam o aluno na construção de seu projeto de vida.  
(CENP, on-line)<sup>22</sup>

A responsabilidade pela escolha dos formadores, bem como a elaboração dos planos de ensino e material didático cabia às IES, normalmente selecionados entre docentes ou doutorandos. O sistema de contratação das IES, através de oferta pública (pregões), não garantia o retorno do professor ao ambiente universitário *stricto sensu*, pois muitas vezes os critérios adotados pelas Diretorias de Ensino (DE) na escolha das instituições implicava a necessidade de grandes deslocamentos, o que inviabilizava a movimentação dos professores, levando os formadores a se deslocarem às cidades contratantes. Dessa forma, um dos objetivos do Programa, retorno dos professores à Universidade, usufruindo de sua infra-estrutura, não se concretizava.

Também era competência das IES a responsabilidade de comprovar qualificação educacional, científica e tecnológica; possuir acervo bibliográfico com as referências das disciplinas e das oficinas em quantidade suficiente para consulta permanente dos participantes e manter atualizado o site em que disponibilizaria informações relativas ao projeto desenvolvido. Apenas às instituições com cursos de licenciatura plena nas áreas previstas pelo Programa era dado o direito de participar da concorrência.

---

<sup>22</sup> Disponível em: [http://cenp.edunet.sp.gov.br/forcont2007/arquivos/Projeto%20Basico\\_nova\\_versao.pdf](http://cenp.edunet.sp.gov.br/forcont2007/arquivos/Projeto%20Basico_nova_versao.pdf)

Na versão 2007, as IES deveriam organizar cursos separados não apenas de acordo com o nível de ensino – fundamental ou médio – como também seguir a divisão de áreas do conhecimento propostas pelos PCN<sup>23</sup>: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias.

A proposta pedagógica do programa indicava a necessidade de abordagens interdisciplinares, através de temáticas adequadas, que deveriam trabalhar “metodologias de ensino de ciências e matemática, de forma prática e dinâmica, envolvendo os professores em atividades de planejamento e execução de aulas e análise de materiais que possam efetivamente contribuir para a atualização profissional e que sejam plenamente aplicáveis à sala de aula”<sup>24</sup>.

Os Institutos de Matemática (IMECC), Química (IQ), Física (IFGW), Biologia (IB) e Geociências (IG) da UNICAMP, em conjunto, ofereceram cursos para professores do ensino fundamental da área de *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, dentro dos eixos sugeridos nos PCN, como segue:

Ensino Fundamental Eixo I – Terra e Universo; Números e Operações.

Ensino Fundamental Eixo II – Vida e Ambiente

Ensino Fundamental Eixo III – Tecnologia e Sociedade

Em função do conteúdo específico, o módulo que ministramos e em função do qual foram coletados os dados, inseriu-se no Eixo I, cujas aulas se distribuíam entre os Institutos participantes como segue:

Terra e Universo

- Interações físicas e experiências de ciências para o ensino fundamental (IFGW, 8).
- *Sistema Solar* (IG, 8);
- *Terra* (IG, 16);

---

<sup>23</sup> É importante destacar que, em se tratando de ensino fundamental, os PCN não estabelecem divisão explícita em áreas de conhecimento, como para o ensino médio. Contudo, no projeto da Unicamp essa nomenclatura foi mantida, mesmo para o ensino fundamental. A mesma nomenclatura é encontrada no “Projeto Básico da Teia do Saber – versão 2007” da CENP, disponível em: [http://cenp.edunet.sp.gov.br/forcont2007/arquivos/Projeto%20Basico\\_nova\\_versao.pdf](http://cenp.edunet.sp.gov.br/forcont2007/arquivos/Projeto%20Basico_nova_versao.pdf).

<sup>24</sup> Disponível em: <http://www.ime.unicamp.br/~teia/>.

- Números e Operações (IMECC, 24)
- Informática (8);

Cada tópico, totalmente independente, era deixado a critério do formador, responsável pela definição dos conteúdos dentro do tema, da abordagem, da metodologia de ensino e material didático. Os problemas que esse tipo de condução pode gerar são evidentes, a começar pelas diferenças de orientação de cada disciplina – que chegavam a ser gritantes – passando pela possibilidade, não desprezível, de diferentes aulas repetirem os mesmos conteúdos. Tentava-se organizar o trabalho dos formadores, principalmente para evitar superposições e/ou diferenças excessivas na matéria ministrada, bem como avaliar o andamento das aulas, com a realização de reuniões semanais.

Contudo, a participação livre e a ausência de diálogo prévio, esvaziaram as reuniões, que se transformaram no relato de experiências pessoais (algo não desprezível, mas que não deveria ser o único objetivo) de alguns formadores, em sua maioria jovens doutorandos sem experiência docente, que mostravam uma visão distorcida e preconceituosa dos professores da educação básica, vendo-os como *lousas em branco* a serem preenchidas com o conhecimento acadêmico, sem considerar as inúmeras contribuições que trazem consigo. Enfim, as reuniões constituíram-se em contra-exemplo de interdisciplinaridade.

De nossa parte, realizar a pesquisa com os professores do Programa Teia do Saber, versão 2007, representava a possibilidade de investigar um número maior de sujeitos que em outros cursos de formação continuada presencial. Além disso, o interesse despertado pela proposta da UNICAMP em diferentes DE permitiria que colhêssemos informações em diferentes cidades do Estado de São Paulo, atingindo uma multiplicidade maior de professores. Também contava positivamente dar continuidade à experiência que tínhamos adquirido nas versões 2005 e 2006 do Programa.

A principal desvantagem, sem dúvida, consistia na realização de todas as atividades em um único dia, pois as aulas foram ministradas aos sábados e tinham a duração de oito horas. Essa dinâmica, além de desgastante para todos,

formadores e professores-alunos, impedia que aferíssemos eventuais mudanças conceituais. Embora houvesse, em princípio, possibilidade de contato não-presencial com os professores, preferimos não depender desse recurso, pois como comentamos anteriormente, o retorno foi limitado.

Em função dos critérios de organização de turmas adotados na versão 2007 do Programa, o planejamento dos cursos deveria voltar-se para níveis de ensino específicos, o que nos garantia que todos professores atuassem no ensino fundamental (não apenas, mas obrigatoriamente), conferindo relativa homogeneidade ao grupo: tratava-se, efetivamente, de professores em exercício no ensino fundamental da Rede Pública do Estado de São Paulo, atuando nas disciplinas Ciência e Matemática.

## **2.2. A aula piloto e as modificações necessárias**

Como adiantado no primeiro capítulo, a oficina seria ministrada para professores das cidades de São José do Rio Preto, Campinas-Leste, Campinas-Oeste, São Carlos e Bragança Paulista. Vinte e oito, dos 123 matriculados, ausentaram-se total ou parcialmente das atividades e o grupo de São José do Rio Preto, formado por 22 professores, converteu-se em nosso grupo piloto, como explicaremos adiante.

A aula-oficina cujo tema central trataria do *Modelo do Interior da Terra* havia sido ministrada nas edições de 2005 e 2006 da Teia do Saber. Embora se tratasse basicamente do mesmo conteúdo específico, algumas adaptações na metodologia de ensino, orientadas para professores do ensino fundamental seriam necessárias, como também alguns ajustes no conteúdo.

Quando ministrada para estudantes ingressantes no curso de Ciências da Terra do IG/Unicamp<sup>25</sup>, a aula sobre o Modelo do Interior da Terra teve como preocupação evidente apresentar métodos científicos de exploração do interior do planeta. As perguntas básicas a serem respondidas remetiam às maneiras de

---

<sup>25</sup> Questão já apresentada na Introdução.

estudar composição e processos, uma vez que não temos acesso a essa região, e que métodos podem ser usados para tal fim. Por ser inalcançável aos Homens, até o presente momento, são necessários métodos de investigação indireta. Em que se baseiam tais métodos?

Quando a aula passou a ser ministrada, na forma de oficina, para professores do ensino médio, optamos por explorar as inter-relações entre Física e Geociências. De tal forma que, dentre os métodos de investigação do interior do planeta (sismologia, gravimetria, magnetismo, geofísica nuclear, métodos elétricos e eletromagnéticos, geotermia, geodinâmica química, perfilagem de poços) escolhemos elegemos a *sismologia*. Embora a maior parte deles envolva e permita explorar conhecimentos físicos, nossa escolha levou em consideração o interesse que despertaria nos professores.

Para os participantes da versão 2007, professores do ensino fundamental, mantivemos o mesmo método de investigação do interior da Terra como tema da oficina, sem, contudo, aprofundar em conceitos físicos. Ao contrário, optamos por uma visão mais geral de Ciências e de Matemática e suas inter-relações com as Geociências.

Essas alterações foram implementadas na primeira aula, para o grupo de SJRP. Evidentemente, havia a expectativa de que a oficina transcorresse sem incidentes, de tal forma que novas mudanças não fossem necessárias. Isso ampliaria numericamente nossa amostra, acrescentando informações de uma cidade mais distante da região de Campinas e, mais importante, nos permitiria contar com a riqueza de contribuições dos professores daquela cidade. Embora houvesse esperança de poder incluí-los no conjunto analisado sabíamos que a probabilidade era pequena e, enquanto pesquisadores, estávamos conscientes do fato.

Em linhas gerais a aula ocorreu como o planejado. As experiências anteriores como formadora na Teia do Saber garantiram um mínimo de conhecimento sobre a estrutura do Programa, além de confiança e disposição. Também o conjunto de nossas experiências docentes reforçou a importância de

estabelecer uma relação de confiança com os alunos, sendo que na situação em análise tal confiança era particularmente importante, pois eles seriam convidados a exporem suas eventuais dificuldades no enfrentamento de questões de ensino. Era indispensável que se sentissem livres e seguros. Contudo, sentimos que algumas mudanças seriam indispensáveis.

### **2.3. A aula piloto**

Após nos apresentarmos e delineararmos o roteiro de trabalho, solicitamos aos professores que se apresentassem (livremente) e contassem um pouco de sua experiência profissional. Uma professora teceu críticas ao que classificou de *acomodação dos colegas ao sistema*, e disse acreditar na possibilidade de mudanças no ensino *desde que houvesse empenho de toda a classe profissional*. Um grupo de quatro jovens professoras eventuais<sup>26</sup> expressou sua decepção com os colegas efetivos, alegando serem refratários aos mais jovens e terem uma atitude despreocupada/descompromissada com a escola e com os alunos.

Dos 25 alunos matriculados em SJRP, 22 estiveram presentes e participaram de todas as atividades, 19 mulheres e cinco homens. Apenas dois participantes declararam ter estudado em IES públicas. Quanto à formação, 16 eram professores de Matemática, três deles com complementação em Ciências, os demais formados em Ciências, sendo que dois apresentavam complementação em Matemática.

Para traçar o perfil do grupo e fazer o levantamento de suas concepções sobre Geociências/Geologia elaboramos uma carta apresentando os objetivos da pesquisa e garantindo sigilo absoluto quanto à identidade. A permissão para a utilização do material era concedida com a assinatura do documento, e as respostas aos questionários confirmavam essa concordância. Todos aceitaram, gentilmente, participar, ainda que a análise do material tenha mostrado que em alguns casos isso efetivamente não ocorreu, com perguntas deixadas em branco ou respondidas de forma genérica.

---

<sup>26</sup> Denominação atual para professor substituto.

Tanto o questionário composto por 36 perguntas do tipo “verdadeiro-falso-não sei”, sobre temas variados de Geociências, denominado *questionário fechado*, quanto o questionário aberto, com cinco questões discursivas focalizando o *modelo do interior da Terra* e a questão do *tempo geológico*, cuja elaboração foi discutida no primeiro capítulo, foram entregues com a carta de apresentação.

Muitos professores reclamaram da extensão dos questionários e se mostraram inseguros na realização da atividade. A sensação de desconforto era evidente, e repetiam-se comentários sobre o desconhecimento de alguns tópicos. As respostas deveriam ser individuais, mas as conversas e troca de informações foram recorrentes; também a diferença do tempo utilizado para a atividade, não estabelecido *a priori*, que variou entre 30 e 60 minutos, devido aos diferentes ritmos de trabalho, não se mostrou produtiva.

O segundo período da aula foi reservado para discutir algumas metodologias de ensino sugeridas nos PCN, recorrendo a exemplos de Geociências, com o intuito de ilustrar seu potencial interdisciplinar e contextualizador. Essa atividade foi desenvolvida através de uma exposição dialogada.

No terceiro quarto da aula, ministramos a aula expositiva sobre “O Modelo do Interior da Terra”, com o objetivo de apresentar conteúdos e conceitos de Geociências, explorando suas relações com as demais Ciências Naturais e a Matemática. Finalmente, no último período, os professores receberam textos de apoio, “A contribuição da Geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica” (GUIMARÃES, 2004) e “Uma proposta didática para conhecer a estrutura interna da Terra” (VALENZUELA, ALVARADO e MALBERTI, 2003), dos quais selecionamos alguns trechos para leitura em sala de aula e posterior elaboração de uma atividade interdisciplinar, com o propósito de estimulá-los a pensar sobre a questão.

Como não foi possível realizar registro de imagem e/ou som das aulas, dadas as características da Teia do Saber, as ricas discussões que ali se

estabeleceram não fazem parte, formalmente, dos dados da pesquisa. Contudo, essas informações nos acompanharam em todas as etapas do trabalho.

Sendo assim, concluída a primeira aula, percebemos a necessidade de obter algum retorno quanto à perspectiva de usar conteúdos de Geociências como forma de promover a interdisciplinaridade, que permitisse verificar se a proposta havia sido bem recebida e como havia sido compreendida pelos professores.

#### **2.4. As mudanças necessárias e a configuração final**

A análise da primeira aula apontou a necessidade de algumas modificações, tanto em questões metodológicas quanto no material de apoio distribuído aos professores. Como previsto, a turma de São José do Rio Preto tornou-se nosso grupo *piloto*.

A primeira alteração diz respeito ao questionário para levantamento de dados demográficos. O trabalho de Gonçalves e Sicca (2006) alerta para a questão de professores que ministram disciplinas diferentes de sua área de formação, o que nos levou a incluir o item “quais a(s) matéria(s) lecionada(s)”, pensando nas consequências que essa situação pode acarretar para o ensino.

Conversas informais com participantes de SJRP indicaram outra particularidade não contemplada no levantamento: a diferença de tempo entre o período de formação e o início na carreira, uns por terem seguido outros caminhos, outros por terem retomado os estudos anos após a conclusão do ensino médio, fizeram que com incluíssemos perguntas relativas à diferença de tempo entre a obtenção do diploma e o tempo de serviço.

Quanto aos questionários sobre conteúdos específicos, a constatação que estavam extensos e desanimaram alguns professores, nos levou a reduzi-los para 25 questões (fechado) e três questões (aberto). No caso do questionário fechado, foram mantidas as perguntas mais gerais e alinhadas aos conteúdos dos PCN. Quanto ao questionário aberto, eliminamos uma questão sobre terremotos e uma sobre o interior da Terra que se referiam a assuntos já explorados em outras do

mesmo instrumento, e cujas respostas, muito semelhantes, não acrescentaram contribuições significativas.

A percepção que as questões provocaram um saudável clima de curiosidade, propiciando a troca (informal, no caso de SJRP) de experiências, nos levou a incluir uma nova atividade: após o levantamento das CA definimos um tempo para que em grupos, revissem e debatessem as questões. A idéia de partilhar seus conhecimentos é uma técnica para ajudar os estudantes a articularem suas crenças sobre o tópico em questão e resolverem seus conflitos. Também solicitávamos que refizessem, ainda em grupos, o modelo do interior da Terra em tamanho ampliado.

Após as discussões em pequenos grupos o debate seria ampliado para o grande grupo, momento em que esperávamos poder captar eventuais CA que tivessem escapado nas respostas escritas.

Os quatro períodos de 100 minutos seriam mantidos, com a inversão dos assuntos abordados no segundo e no terceiro quartos, respectivamente, pois percebemos que a aula sobre conteúdos geológicos poderia ser mais proveitosa se apresentada no período da manhã, com o grupo mais descansado.

Quanto ao material de apoio, substituímos o texto de Valenzuela, Alvarado e Malberti (2003) por um recorte feito na publicação de Carneiro et. al. (2003) (roteiros de aula da disciplina *Ciências do Sistema Terra I*). Essa mudança atendeu à solicitação dos professores, interessados em material sobre o conteúdo da aula<sup>27</sup>.

Com relação ao último período da aula, dedicado à leitura e planejamento de uma atividade de ensino interdisciplinar, dois fatores indicaram a necessidade de mudanças: a falta de concentração durante a leitura e avaliação dos planejamentos da turma, que se mostraram pouco elaborados. A leitura dos textos não se mostrou atividade produtiva em sala de aula e comprometeu o tempo de elaboração das atividades interdisciplinares. Ao transformar a leitura dos textos

---

<sup>27</sup> Os alunos de SJRP também receberam os novos textos.

em atividade extraclasse pretendíamos resolver os dois problemas. Essas mudanças dinamizaram as aulas.

Após as apresentações iniciais, a carta de concordância e os questionários foram entregues para resposta individual. Os questionários com o número de questões reduzido e tempo de resposta estabelecido em 30 minutos, com flexibilidade de mais 15 minutos dependendo de cada turma. Em seguida, divididos em grupos de sua livre escolha, os professores tinham a oportunidade de rever as questões, discutir suas respostas e muitas vezes defenderem calorosamente seu ponto de vista.

Na sequência, a aula expositiva sobre o modelo do Interior da Terra, focalizando conteúdos de Geologia e explorando as possibilidades de trabalho interdisciplinar. A exposição das metodologias de ensino sugeridas pelos PCN passou para o terceiro quarto da aula. Nesse momento os professores participavam ativamente, interessados em fazer perguntas e relatar experiências.

A elaboração de uma proposta de atividade interdisciplinar, preferencialmente tendo as Geociências como fio condutor, seguiu sendo a última atividade do dia, complementada, por apresentação e, dependendo da dinâmica da turma, debate entre os grupos.

Durante as aulas-oficinas ministradas pela pesquisadora foram apresentados temas de Geociências, incluindo discussões sobre fenômenos naturais, e metodologias de trabalho interdisciplinar que culminaram com a formulação de um pequeno projeto de trabalho por parte dos professores, a ser proposto nas escolas em que atuavam. Essa atividade pretendia que os participantes, ao proporem um módulo de trabalho aos colegas de suas escolas, agissem, eles próprios, como formadores, na medida em que refletissem juntos sobre as possibilidades de trabalho interdisciplinar. Esses planejamentos não serão discutidos nesta tese uma vez que a atividade não se desenvolveu da mesma forma em todas as turmas, em função de dinâmicas próprias.

Uma vez que não haveria novo contato com as turmas, a verificação de mudanças conceituais no estilo pré-teste/pós-teste não poderia ser realizada, pois

nesse tipo de pesquisa entre um teste e outro deve haver um período para consolidação dos novos conhecimentos houve necessidade de complementar nossas informações introduzindo uma sondagem de expectativas, aqui chamado de questionário reflexivo, composto por quatro perguntas.

Esse questionário foi aplicado com a perspectiva de verificar as expectativas dos participantes tanto com relação aos conteúdos apresentados e às possibilidades de trabalho futuro, quanto com relação às impressões deixadas por cursos de formação continuada de curta duração.

Não tendo sido realizadas quaisquer outras alterações no planejamento, os dados dos 73 professores que participaram de todas as atividades constituiu-se no material que analisaremos. Esses participantes, que como conjunto passaremos a denominar *amostra*, assistiram às aulas ministradas em 3/11/2007, Campinas-Oeste; 10/11/2007, Campinas-Leste; 17/11/2007, São Carlos e 24/11/2007, Bragança Paulista.

## **2.5. Conteúdos da aula**

A primeira questão discutida na aula expositiva sobre o Modelo do Interior da Terra foi, exatamente, a importância dos *modelos* para o ensino de Ciências. Modelos são construções teóricas que nos possibilitam uma aproximação mais sistemática do objeto de estudo, e dessa forma, da sua compreensão. Embora seja fundamental a compreensão que modelos são construídos, e substituídos, na medida em que o conhecimento científico avança, é comum percebermos falta de clareza na condução desses tópicos. Nesse sentido, o tema da aula permite que a concepção de modelo seja bastante explorada, a partir da apresentação de diferentes exemplos ao longo da História da Ciência.

Introduzimos a teoria da Deriva Continental, de Alfred Lothar Wegener, para falar sobre as placas tectônicas do planeta e sua relação com a ocorrência de terremotos.

Como dito anteriormente, as informações sobre o interior da Terra são obtidas por métodos indiretos, e apenas um deles seria abordado na aula, os demais foram apenas nomeados. A sismologia foi escolhida como tema da aula por permitir que conceitos de Física e Matemática sejam explorados de forma satisfatória e com nível de complexidade adaptável a diferentes situações de ensino.

Parte do conhecimento que temos hoje a respeito do interior da Terra foi obtido graças ao estudo da propagação das ondas sísmicas. Rupturas provocadas nas rochas ao atingirem o limite de sua resistência liberam uma grande quantidade de energia e produzem vibrações. A energia é irradiada em todas as direções na forma de ondas. Essas vibrações, ondas mecânicas, fornecem informações sobre o interior da Terra, pois obedecem às leis físicas dos fenômenos ondulatórios.

As ondas sísmicas, tais como as luminosas, sofrem reflexão e refração ao passarem de um meio para outro com propriedades físicas diferentes, permitindo que sejam identificadas as discontinuidades (superfície de separação entre dois meios diferentes).

Ondas sísmicas constituem-se em exemplo particularmente interessante para exemplificar a questão das ondas transportarem energia e não transportarem matéria, normalmente de difícil compreensão em Física.

Os tremores de terra irradiam ondas cujas trajetórias no interior da Terra dependem das propriedades elásticas do material em cada ponto. As ondas se propagam no interior da Terra e são desviadas de acordo com a variação da densidade e temperatura no interior do planeta.

A apresentação dos parâmetros importantes para estudarmos terremotos, entre os quais a medida de sua magnitude e de sua intensidade, conduziu à apresentação das escalas logarítmicas de Richter e de Mercalli.

Para expor esses conteúdos, aqui relatados de forma breve, recorreremos a diferentes recursos, como fotos, animações obtidas na Internet, trechos curtos de filmes, material da imprensa escrita (jornais) e apresentações em *PowerPoint*.

Queremos frisar que optamos pela sismologia como método de investigação do interior da Terra a ser explorado nas aulas da Teia do Saber também por despertar curiosidade e por seu forte apelo midiático.

### 3. Dados demográficos da amostra

Os professores responderam algumas questões que nos permitiram compor, em linhas gerais, um perfil demográfico e um painel simplificado de sua formação e experiências de ensino, tais como a(s) disciplina(s) que leciona(m) e o tempo de atuação no magistério, visando a eventuais possibilidades de análise cruzada com os dados quantitativos e qualitativos.<sup>28</sup>

O grupo, composto por 73 professores, pertencentes às Diretorias de Ensino Campinas-Leste, Campinas-Oeste, São Carlos e Bragança Paulista, apresentava o seguinte perfil<sup>29</sup>:

Tabela 4.1. Sexo

<b>Feminino</b>	63	86%
<b>Masculino</b>	10	14%

A porcentagem de professores na amostra não atingiu 15%; a partir da observação dos dados, registrados na Tabela 4.1, a docência no nível do ensino fundamental parece ser escolha profissional predominantemente feminina. Encontramos literatura que se dedicam ao estudo dessa questão<sup>30</sup>, mas nos limitaremos aqui apenas a registrar as informações do grupo pesquisado, pois não

<sup>28</sup> Não estão incluídas as informações relativas ao grupo de São José do Rio Preto.

<sup>29</sup> Quadro geral encontra-se no Anexo 3.

<sup>30</sup> Ver, por exemplo, os trabalhos de M. APPLE, "Ensino e trabalho feminino: uma análise comparativa da história e ideologia.", *Cadernos de pesquisa*, nº 64, p. 14-23, 1988 e "Relações de classe e de gênero e modificações no processo de trabalho docente." *Cadernos de pesquisa*, nº 60, p. 3-14, 1987.

faz parte de nossos objetivos abordar questões relativas a gênero e trabalho docente.

Tabela 4.2. Faixa etária

<b>Menos de 25 anos</b>	1	1%
<b>26 – 30 anos</b>	6	8%
<b>31 – 35 anos</b>	6	8%
<b>36 – 40 anos</b>	18	25%
<b>41 – 45 anos</b>	15	21%
<b>46- 50 anos</b>	18	25%
<b>Mais de 50 anos</b>	9	12%

A julgar pelos resultados apresentados na Tabela 4.2 poder-se-ia hipotetizar que os muito jovens não se sentem atraídos atualmente pela profissão, pois mais de 80% de nossa amostra têm mais de 36 anos.

Tabela 4.3. Tempo de conclusão do curso

<b>0 – 5 anos</b>	15	15,8%
<b>6 – 10 anos</b>	14	14,7%
<b>11 – 15 anos</b>	18	19,0%
<b>16 – 20 anos</b>	16	16,8%
<b>21 – 25 anos</b>	19	20,0%
<b>26 – 30 anos</b>	11	11,6%
<b>Não informaram</b>	2	2,1%

Na Tabela 4.3, verificamos que perto de 70% dos participantes da pesquisa concluíram o ensino superior há mais de 11 anos, ainda que os professores em exercício há mais de 20 anos sejam cerca de 20%.

Os indivíduos da amostra, em sua totalidade, concluíram o ensino superior, como podemos observar na Tabela 4.4:

Tabela 4.4. Formação e complementação (quando existente)

<b>Ciências</b>	32	44%
<b>Ciências (Matemática)</b>	15	21%
<b>Matemática</b>	22	30%
<b>Matemática (Ciências)</b>	4	5%

Ainda mais: 26% dos professores complementaram sua formação inicial, sendo que essa complementação ocorreu em áreas do conhecimento próximas. Esse é um indicador que nos interessa de perto, e que retomaremos nas conclusões, pois uma das questões que nos colocamos nessa pesquisa diz respeito ao planejamento de cursos de formação continuada que agrupam professores de Ciências e Matemática, tendência atual dos cursos de formação continuada de curta duração.

Em nossa amostra não encontramos situações como as relatadas na pesquisa de Gonçalves e Sicca (2005), em foram encontrados professores ministrando disciplinas muito distantes de sua área de formação.

Vimos que a totalidade dos professores da amostra concluiu o ensino superior. Oitenta e seis por cento cursaram IES privadas, pagando pelos seus estudos, como vemos na Tabela 4.5. Entre os que frequentaram Universidades públicas, 60% cursaram Ciências e 40% de Matemática.

São Carlos, que representa aproximadamente um quarto da amostra, é a cidade com maior porcentagem de professores formados em IES públicas (USP e UFSCar) - 80% - enquanto que Campinas, com 44% da amostra conta com 20% de professores que cursaram Universidades públicas.

Tabela 4.5. Tipo de faculdade em que concluíram o curso

<b>Privada</b>	63	86%
<b>Pública</b>	10	14%

Na Tabela 4.6 estão tabulados os dados referentes ao tempo de magistério. Desses dados, observados isoladamente, podemos apenas dados pontuais. Contudo, ao observá-los em conjunto com a Tabela 4.3, percebemos que enquanto 33,7% dos professores concluíram o ensino superior há mais de 20 anos, apenas 21% está no magistério no mesmo tempo.

Tabela 4.6. Tempo de trabalho em sala de aula

<b>0 – 5 anos</b>	13	18%
<b>6 -10 anos</b>	14	19%
<b>11 – 15 anos</b>	15	20%
<b>16 – 20 anos</b>	16	22%
<b>21 – 25 anos</b>	11	15%
<b>26 – 30 anos</b>	2	3%
<b>31 - 35 anos</b>	0	0%
<b>Não informaram</b>	2	3%

Esses dados podem indícios de que os jovens estão cada vez menos interessados na profissão, ou que se trata de uma carreira assumida tardiamente, ou seja, após diferentes tentativas profissionais o indivíduo opta por assumir-se professor. Ainda é possível inferir que uma das formas de progressão na carreira acaba por afastar o docente das salas de aula, de tal forma que professores mais experientes exercem outras atividades nas escolas.

Era nossa intenção comparar os dados demográficos dessa pesquisa com os participantes do ensino fundamental nos demais eixos temáticos oferecidos pela UNICAMP para o Programa Teia do Saber, com o intuito de traçar um perfil mais amplo e de conferir de forma mais qualificada o que relatamos acima a título de “observações”. Infelizmente, até o momento da finalização deste trabalho esses dados não foram disponibilizados.

Neste trabalho nos limitaremos a caracterizar a amostra, posto que tratar de questões de “gênero e formação profissional dos professores”, bem como “profissionalização tardia”, desviaria significativamente dos objetivos propostos. Ficam aqui apontadas estas instigantes questões como sugestão para trabalhos futuros.

#### **4. Análise dos resultados das questões fechadas**

Destacamos no início deste capítulo os conteúdos de Geociências do eixo temático Terra e Universo, indicados para a segunda fase do ensino fundamental, pois na elaboração/escolha dos questionários um dos indicadores utilizados foi a necessidade de verificar dificuldades relativas aos mesmos.

Para a avaliação dos resultados utilizamos análise estatística simplificada, que proporcionou uma visão do nível de conhecimento de nosso grupo, a partir dos indicadores estatísticos *índice de facilidade* (IF) e *índice de discriminação* (ID), discutidos no primeiro capítulo.

Cabe ressaltar que, embora tenhamos mantido no questionário a opção de resposta *não sei* (por razões já expostas), para fins de análise estatística não essa opção foi considerada um “não acerto”. O número reduzido de professores que optaram por essa resposta em cada questão não forneceu dados estatisticamente relevantes.

Na Tabela 4.7 temos uma visão de conjunto do enunciado das questões, respostas esperadas, ID e IF.<sup>31</sup>

Como delimitado no primeiro capítulo, os índices IF e ID, permitem realizar uma avaliação do instrumento utilizado. Observamos na Tabela 4.8 que a maioria

---

<sup>31</sup> A tabela contendo os valores para o cálculo do ID encontram-se no Anexo 4. Nele podemos verificar de forma simples e clara que o valor do ID é apenas a diferença entre os valores da média de acertos (IF) para os grupos superior ( $IF_{SUP}$ ) e inferior da amostra ( $IF_{INF}$ ).

das questões foi classificada como sendo “fácil”: quatro questões apresentaram grau de dificuldade “médio” e nenhuma “difícil” ou “muito difícil”. Essa classificação foi elaborada de acordo com o exposto no primeiro capítulo, e está associada à média de acertos em cada questão. É importante frisar que não se trata diretamente da “avaliação” dos professores, mas sim de resultados estatísticos.

Tabela 4.8. Verificação do grau de facilidade do questionário fechado

<b>0,16 a 0,50</b>	Médio	6, 11, 12, 20
<b>0,51 a 0,85</b>	Fácil	1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 15, 18, 22, 24, 25
<b>0,86 a 1,00</b>	Muito fácil	7, 8, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 23

Tabela 4.7. Questionário aplicado, com os valores dos índices de facilidade e de discriminação.

		<b>Enunciado da pergunta</b>	<b>IF</b>	<b>ID</b>
<b>Q01</b>	V	O planeta Terra é apenas uma parte do sistema solar.	0,79	0,35
<b>Q02</b>	V	O planeta Terra tem 4,6 bilhões de anos.	0,73	0,25
<b>Q03</b>	F	Noite e dia são causados pelo Sol se movendo em torno da Terra	0,67	0,25
<b>Q04</b>	F	A Lua gira em torno da Terra em um único dia.	0,64	0,30
<b>Q05</b>	F	Se nós desconsiderarmos os oceanos, a Terra é uma esfera sólida.	0,68	0,30
<b>Q06</b>	F	A energia do Sol controla as estações.	0,45	0,30
<b>Q07</b>	F	O Universo consiste apenas do Sol e dos planetas do sistema solar.	0,94	0,15
<b>Q08</b>	F	A superfície da Terra tem sido a mesma desde o princípio dos tempos.	0,89	0,10
<b>Q09</b>	F	Toda a radioatividade é derivada da atividade humana.	0,80	0,35
<b>Q10</b>	F	As principais fontes de recursos naturais são as rochas e os minerais.	0,57	0,40
<b>Q11</b>	F	Minerais são compostos por rochas.	0,50	0,70
<b>Q12</b>	V	Os ciclos da água e das rochas estão relacionados.	0,39	0,25
<b>Q13</b>	F	Uma vez acumulada a água no oceano, lá ela permanece.	0,87	0,20
<b>Q14</b>	F	Dinossauros e humanos viveram na Terra na mesma época.	0,86	0,15
<b>Q15</b>	V	Para melhor representar uma área, toda a informação disponível deve ser compilada em um mapa.	0,60	0,40
<b>Q16</b>	F	Todos os dados coletados por cientistas são exatos e precisos.	1,00	0,00
<b>Q17</b>	V	Os processos naturais da Terra podem levar de frações de segundos a bilhões de anos.	0,87	0,15
<b>Q18</b>	V	Gravidade atua sobre todos os objetos, independentemente de sua composição.	0,84	0,30
<b>Q19</b>	F	Depois da água ser filtrada para o subsolo, ela não se move mais.	0,94	0,15
<b>Q20</b>	V	O processo pelo qual se formam as montanhas e a ocorrência de terremotos se deve aos mesmos fatores.	0,32	0,50
<b>Q21</b>	F	Nós conhecemos tudo o que necessitamos sobre a Terra para tomar decisões apropriadas e informadas sobre questões ambientais.	0,87	0,15
<b>Q22</b>	V	As condições ambientais da Terra podem ser interpretadas pelos fósseis.	0,75	0,30
<b>Q23</b>	V	Para determinar a distância entre pontos em um mapa, nós precisamos conhecer sua escala.	0,95	0,10
<b>Q24</b>	V	Ígnea, metamórfica e sedimentar são as principais classes de rochas.	0,78	0,45
<b>Q25</b>	F	A composição química da atmosfera terrestre não muda.	0,76	0,30

Também verificamos, a partir dos valores obtidos para o ID, o nível de discriminação do questionário. Da leitura dos valores dos IF, havia muitas questões “fáceis”, que podem não permitir que seja atingido um índice de discriminação desejável porque todos os examinados conseguem acertá-lo. A Tabela 4.9 mostra que, embora com nível de facilidade alto, o questionário apresentou-se discriminativo para o grupo de professores (64% das questões foram classificadas como discriminativas ou muito discriminativas).

Tabela 4.9. Capacidade de discriminação do questionário fechado

Índice	ID	Questões
<b>0 a 0,20</b>	Pouco discriminativo	7, 8, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 23
<b>0,21 a 0,40</b>	Discriminativo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 15, 18, 22, 25
<b>0,41 a 1,00</b>	Muito discriminativo	11, 20, 24

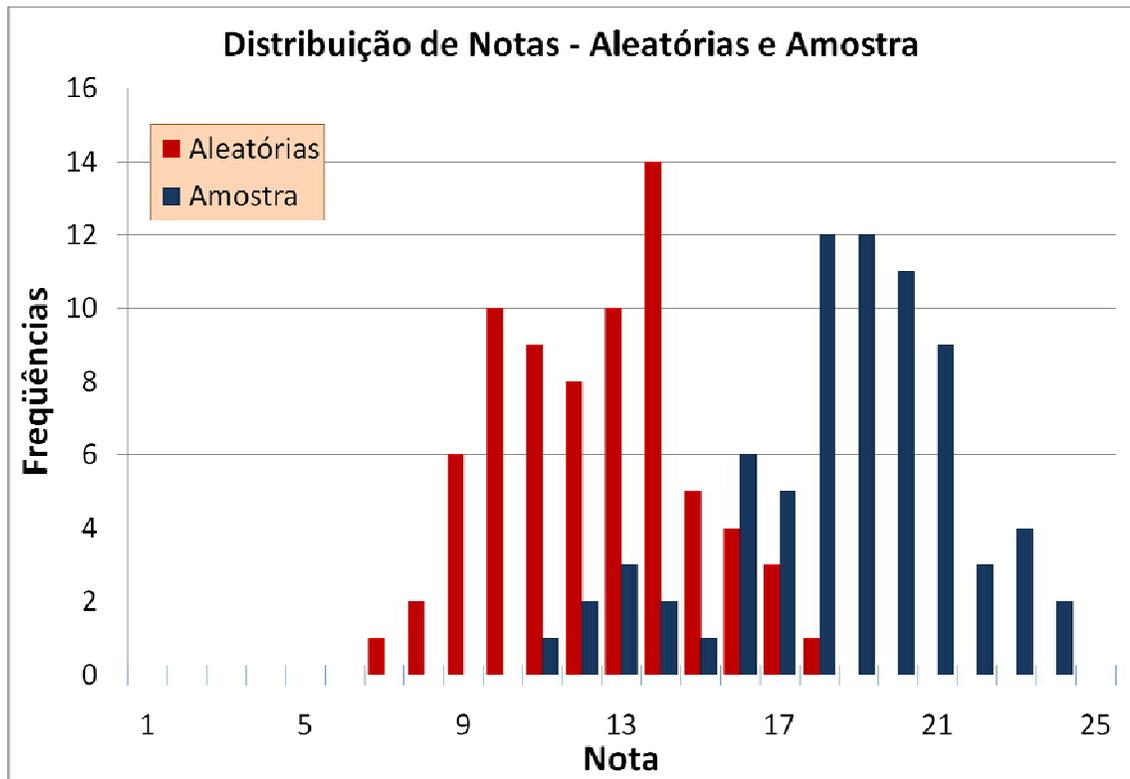
Outro dado que consideramos relevante foi verificar o comprometimento dos professores com a pesquisa. Para tanto recorremos ao artifício de criar um grupo fictício, que chamamos de *aleatório*, grupo esse que responderia às 25 questões de forma descompromissada (na linguagem estudantil, as respostas seriam “chutadas”). Para gerar esse grupo utilizamos uma planilha Excel e seu programa gerador de números aleatórios<sup>32</sup>, que atribuiu respostas aleatórias para 73 conjuntos de 25 questões.

Caso os indivíduos da pesquisa não se mostrassem comprometidos o padrão de respostas seria semelhante ao do grupo aleatório. O Gráfico 4.1, que compara os acertos da *amostra* com a simulação de acertos do conjunto *aleatório*, evidencia as diferenças entre os dois grupos. Tanto o padrão de distribuição dos

<sup>32</sup> O gerador de números aleatórios da planilha Excel cria um número entre zero e um, e para transformar em um aleatório com valores inteiros de zero ou um, somou-se 0,5 a cada número gerado e depois calculado o valor inteiro truncado da solução, de forma que os valores entre 0,5 e 1,0 tornaram-se iguais a zero e os valores entre 1,0 e 1,5 tornaram-se iguais a um.

acertos, como o valor da média e do desvio padrão apontam para um comportamento *compromissado* na resposta aos questionários.

Gráfico 4.1. Frequência da distribuição real e aleatória das notas.

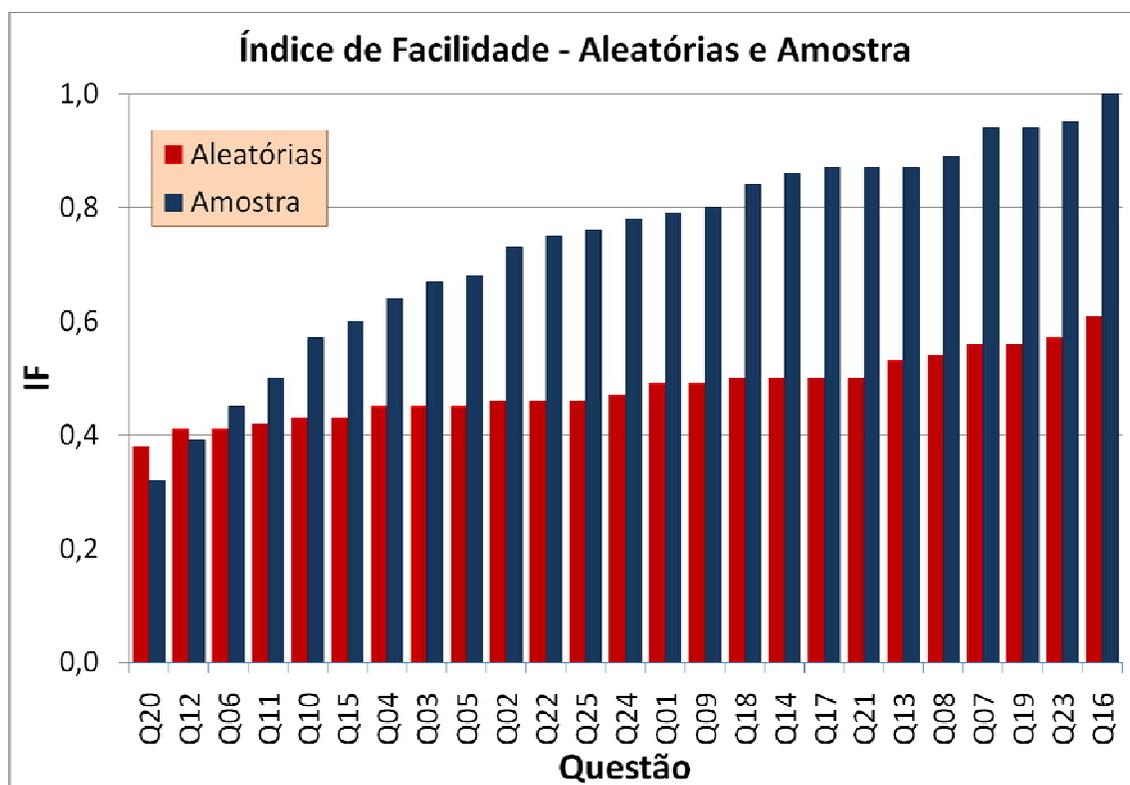


Observa-se que a distribuição aleatória situa-se em torno da metade da nota possível (12 ou 13, em um total de 25 pontos), enquanto que os professores obtiveram um índice de acertos maior. Outro fator importante é que o desvio padrão da *amostra* é maior que o desvio padrão dos *aleatórios*. Caso os professores respondessem de forma inconseqüente todas as questões, o resultado seria uma nota próxima da média, com um pequeno desvio padrão. A *amostra* apresenta média de 18,6 acertos com desvio padrão de 2,9 acertos, enquanto que o grupo *aleatório* apresenta média igual a 12,4 acertos e desvio padrão de 2,5 acertos.

Também observamos os apontadores utilizados, IF e ID, para os dois grupos e podemos reafirmar que o comportamento dos professores frente ao questionário foi positivo e participativo.

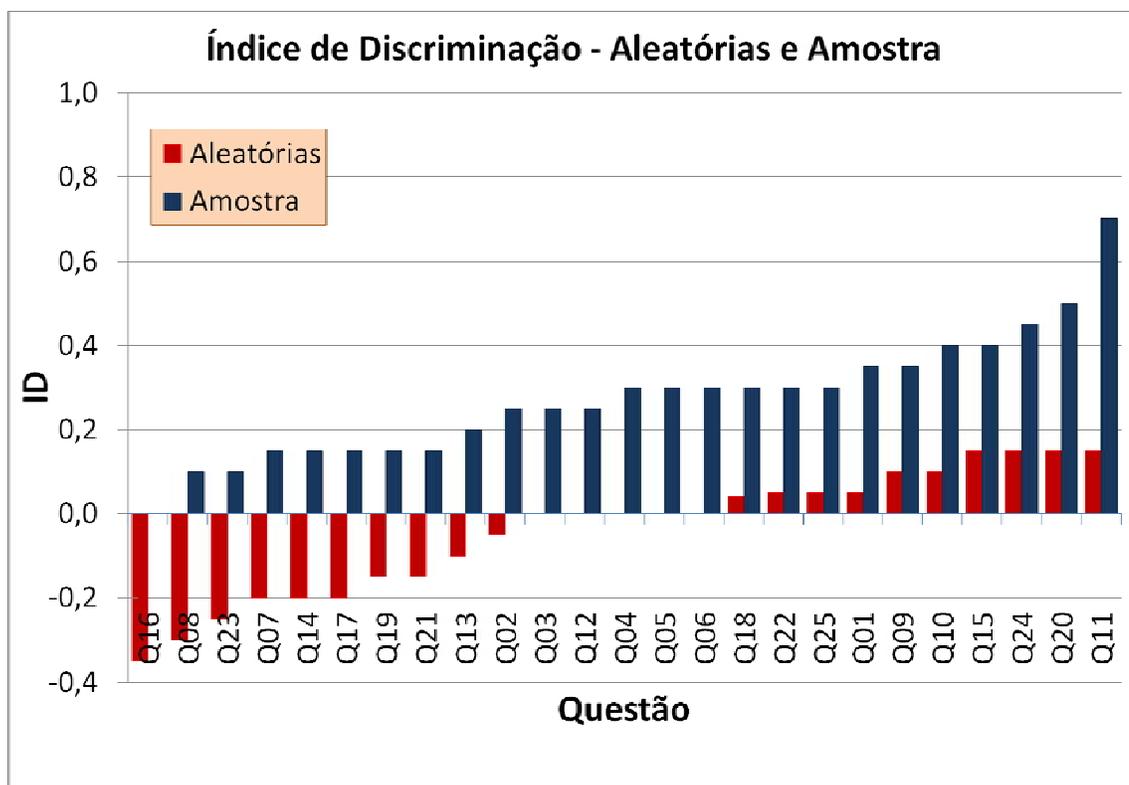
O Gráfico 4.2 apresenta o IF de todas as questões para a *amostra* comparando-os com o *aleatório*, ambos ordenados de forma crescente. Podemos observar que, como é normal nas avaliações, existem questões consideradas muito fáceis (margem direita do gráfico) e questões difíceis (margem esquerda do gráfico), e toda uma gradação entre ambas. Por exemplo, todos os professores acertaram a questão 16 (última barra à direita no gráfico), IF é igual a um, enquanto que no grupo fictício não existem grandes variações, todas as questões ficam próximas dos 50% de acertos.

Gráfico 4.2. Frequência da distribuição real e aleatória dos índices de facilidade, ambos ordenados de forma crescente por seu valor.



A comparação entre os índices de discriminação dos dois grupos apresenta de forma ainda mais marcante o fato das respostas não terem acontecido ao acaso, ou seja, os professores, de fato, esforçaram-se em seu trabalho. A discriminação negativa das respostas *aleatórias* deve-se simplesmente ao *acaso* da distribuição de notas, enquanto que na *amostra* os professores do grupo com desempenho superior apresentam, em geral, desempenho melhor também nas outras questões. Dentro do mesmo exemplo utilizado para caracterizar o IF, verificamos que agora a “barra” representativa dos resultados da questão 16 não aparece na extrema esquerda do Gráfico 4.3, pois o ID é igual a zero, pois todos os professores responderam corretamente.

Gráfico 4.3. Freqüência da distribuição real e aleatória dos índices de discriminação, ambos ordenados de forma crescente por seu valor.



Procurando caminhos para analisar os dados realizamos duas divisões dos participantes. Inicialmente foram divididos por cidades e os resultados estão apresentados na Tabela 4.10. A tabela apresenta o número de respondentes que acertaram a questão (N), índices de facilidade (IF) e de discriminação (ID), média e desvio padrão por subgrupo (cidade).

Tabela 4.10. Resultados obtidos pelos participantes separados por cidade.

Qst	Bragança Paulista (BP)			Campinas Leste (CL)			Campinas Oeste (CO)			São Carlos (SC)		
	N	IF	ID	N	IF	ID	N	IF	ID	N	IF	ID
Q01	18	0,85	0,34	15	0,88	-0,20	12	0,75	0,50	13	0,68	0,40
Q02	17	0,80	0,34	14	0,82	0,40	10	0,62	0,00	13	0,68	0,20
Q03	14	0,66	0,33	12	0,70	0,20	6	0,37	0,25	17	0,89	0,00
Q04	13	0,61	0,33	10	0,58	0,60	11	0,68	0,25	13	0,68	0,20
Q05	16	0,76	0,33	10	0,58	0,20	8	0,50	0,50	16	0,84	0,20
Q06	10	0,47	0,83	8	0,47	0,20	8	0,50	0,25	7	0,36	0,00
Q07	21	1,00	0,00	16	0,94	0,20	13	0,81	0,25	19	1,00	0,00
Q08	19	0,90	0,00	15	0,88	0,20	13	0,81	0,50	18	0,94	0,00
Q09	16	0,76	0,67	14	0,82	0,20	11	0,68	0,50	18	0,94	0,00
Q10	13	0,61	0,33	9	0,52	0,00	5	0,31	0,50	15	0,78	0,00
Q11	10	0,47	0,83	11	0,64	0,00	4	0,25	0,25	12	0,63	0,60
Q12	6	0,28	0,34	8	0,47	0,60	10	0,62	-0,25	5	0,26	0,40
Q13	18	0,85	0,17	15	0,88	0,20	13	0,81	0,00	18	0,94	0,20
Q14	17	0,80	0,00	17	1,00	0,00	13	0,81	0,50	16	0,84	0,40
Q15	16	0,76	0,34	10	0,58	0,00	8	0,50	0,25	10	0,52	0,40
Q16	21	1,00	0,00	17	1,00	0,00	16	1,00	0,00	19	1,00	0,00
Q17	18	0,85	0,34	15	0,88	0,00	14	0,87	0,25	17	0,89	-0,20
Q18	18	0,85	0,17	16	0,94	0,20	11	0,68	0,75	17	0,89	0,00
Q19	18	0,85	0,50	17	1,00	0,00	15	0,93	0,25	19	1,00	0,00
Q20	7	0,33	0,50	5	0,29	0,20	6	0,37	0,75	6	0,31	0,80
Q21	19	0,90	0,17	15	0,88	0,40	14	0,87	0,00	16	0,84	0,20
Q22	16	0,76	0,34	14	0,82	0,60	10	0,62	0,25	15	0,78	0,00
Q23	21	1,00	0,00	17	1,00	0,00	15	0,93	0,00	17	0,89	0,20
Q24	19	0,90	0,34	11	0,64	0,80	12	0,75	0,50	15	0,78	0,40
Q25	16	0,76	0,50	15	0,88	0,40	13	0,81	0,25	12	0,63	0,40
Total	21			17			16			19		
Média		0,75	0,32		0,76	0,22		0,67	0,29		0,76	0,19
DP		0,19	0,23		0,20	0,24		0,21	0,25		0,21	0,23

É interessante observar que com essa subdivisão alguns resultados podem parecer conflitantes. O fato dos subgrupos contarem com número pequeno e indivíduos pode, independentemente do compromisso com a avaliação, resultar em índices de discriminação negativos, como ocorreu na primeira questão. O subgrupo CL conta apenas com quatro professores no quartil superior e quatro no quartil inferior, resultando em pouca sensibilidade. O valor negativo para ID significa, nessa questão, o grupo com pior desempenho no conjunto das questões obteve melhores resultados que os indivíduos do quartil superior.

A divisão da amostra por cidades permite ilustrar que é possível, e desejável, no planejamento de cursos de formação continuada o conhecimento prévio das necessidades dos professores. Essas necessidades podem ser bastante específicas para cada grupo, de tal forma que uma avaliação diagnóstica através da aplicação questionários de múltipla escolha (ou apenas dupla escolha), com posterior análise estatística, pode fornecer informações preciosas, encurtar caminhos e evitar repetições desnecessárias.

Contudo, durante a elaboração do perfil da *amostra* evidenciou-se que estabelecer uma divisão, para fins de análise, em grupos formados pelas cidades participantes, não refletiria a formação dos professores. Dessa maneira, optamos por dividir os indivíduos em função da formação inicial, atendendo principalmente aos objetivos da pesquisa. Passamos então a trabalhar com um conjunto de professores com formação inicial em *Ciências* e outro em *Matemática*, independente de quaisquer complementações posteriores.

Julgamos necessário apresentar as informações relativas aos subgrupos “cidades” porque as atividades foram realizadas em ocasiões diferentes. Por maiores que fossem os cuidados para que não houvesse diferenças entre as oficinas que comprometessem os resultados, sabemos que não há como ministrar aulas exatamente iguais. Os resultados apontam apenas pequenas diferenças em algumas questões, de tal forma que as particularidades de cada oficina não afetaram o levantamento de conhecimentos de Geociências e CA de Geologia.

As mesmas análises realizadas para a *amostra* e para os subgrupos “*Cidades*” foram refeitas para os subgrupos “*Ciências*” e “*Matemática*”. Com essa análise tínhamos a expectativa de examinar o nível de separação entre eles, no que diz respeito aos conhecimentos de Geociências explorados no questionário. Os resultados estão na Tabela 4.11.

Tabela 4.11. Resultados para as os grupos de professores da amostra, e com formação inicial em Matemática ou Ciências

Questão	Amostra			Ciências			Matemática		
	N	IF	ID	N	IF	ID	N	IF	ID
<b>Q01</b>	58	0,79	0,35	34	0,79	0,34	24	0,80	0,00
<b>Q02</b>	54	0,73	0,25	36	0,83	0,00	18	0,60	0,38
<b>Q03</b>	49	0,67	0,25	28	0,65	0,42	21	0,70	0,25
<b>Q04</b>	47	0,64	0,30	31	0,72	0,00	16	0,53	0,50
<b>Q05</b>	50	0,68	0,30	30	0,69	0,41	20	0,66	0,38
<b>Q06</b>	33	0,45	0,30	23	0,53	0,25	10	0,33	0,00
<b>Q07</b>	69	0,94	0,15	42	0,97	0,09	27	0,90	0,25
<b>Q08</b>	65	0,89	0,10	39	0,90	0,09	26	0,86	0,25
<b>Q09</b>	59	0,80	0,35	36	0,83	0,25	23	0,76	0,75
<b>Q10</b>	42	0,57	0,40	27	0,62	0,25	15	0,50	0,50
<b>Q11</b>	37	0,50	0,70	23	0,53	0,66	14	0,46	0,62
<b>Q12</b>	29	0,39	0,25	18	0,41	0,42	11	0,36	0,00
<b>Q13</b>	64	0,87	0,20	40	0,93	0,08	24	0,80	0,25
<b>Q14</b>	63	0,86	0,15	38	0,88	0,25	25	0,83	0,12
<b>Q15</b>	44	0,60	0,40	23	0,53	0,58	21	0,70	0,25
<b>Q16</b>	73	1,00	0,00	43	1,00	0,00	30	1,00	0,00
<b>Q17</b>	64	0,87	0,15	37	0,86	0,16	27	0,90	0,25
<b>Q18</b>	62	0,84	0,30	40	0,93	0,00	22	0,73	0,50
<b>Q19</b>	69	0,94	0,15	40	0,93	0,25	29	0,96	0,13
<b>Q20</b>	24	0,32	0,50	18	0,41	0,50	6	0,20	0,25
<b>Q21</b>	64	0,87	0,15	39	0,90	0,08	25	0,83	0,38
<b>Q22</b>	55	0,75	0,30	33	0,76	0,17	22	0,73	0,63
<b>Q23</b>	70	0,95	0,10	40	0,93	0,17	30	1,00	0,00
<b>Q24</b>	57	0,78	0,45	41	0,95	0,00	16	0,53	0,50
<b>Q25</b>	56	0,76	0,30	33	0,76	0,50	23	0,76	0,25
Profs.	<b>73</b>			<b>43</b>			<b>30</b>		
Média		<b>0,74</b>	<b>0,27</b>		<b>0,77</b>	<b>0,24</b>		<b>0,70</b>	<b>0,30</b>
DP		<b>0,18</b>	<b>0,15</b>		<b>0,18</b>	<b>0,20</b>		<b>0,21</b>	<b>0,22</b>

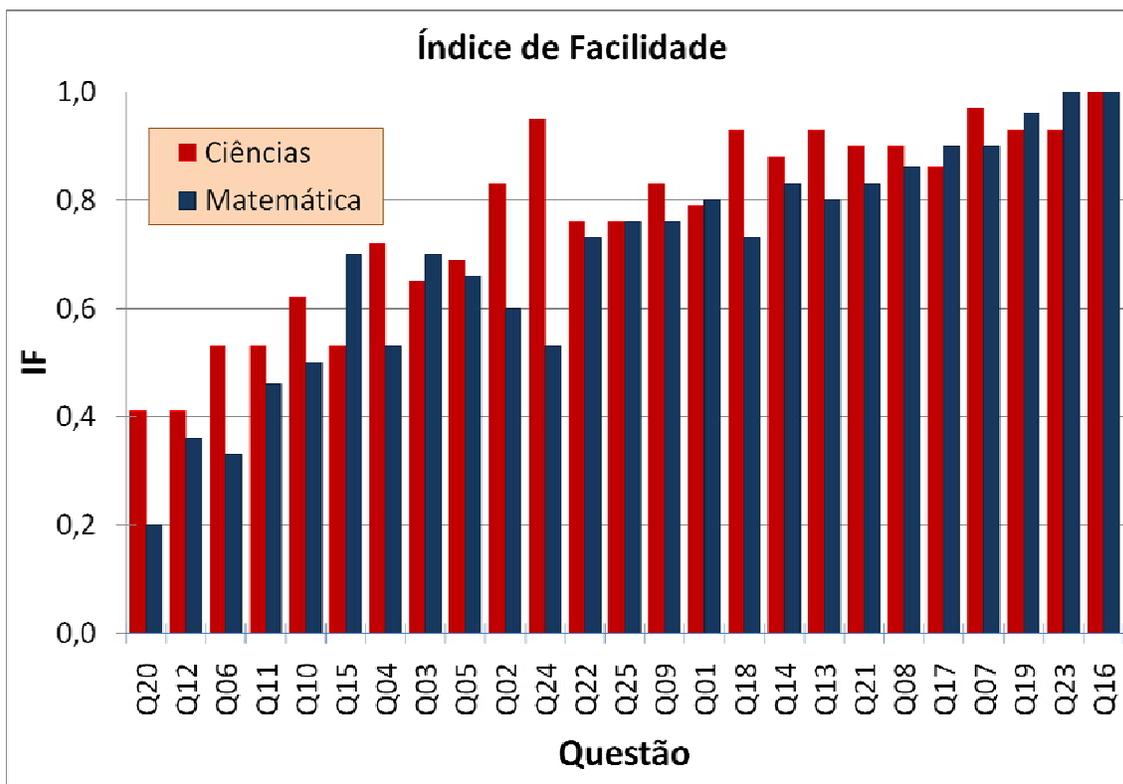
Poder-se-ia pensar em mais subdivisões, pois há os formados em Matemática com complementação em Ciências e vice-versa. Contudo, optamos pelos dois subgrupos prioritários, pois em função do número reduzido de indivíduos em alguns subgrupos a sensibilidade das medidas ficaria reduzida. Sendo assim, deixamos eventuais observações pontuais para a análise qualitativa.

A Tabela 4.11 revela que existe uma diferença próxima de 10%, nos índices de acertos: os professores com formação em Ciências apresentam média maior (IF = 0,77) do que os colegas com formação em Matemática (IF=0,70), que é relativamente pouco.

Diferenças começam a surgir quando passamos para a análise de questões específicas e percebemos distinções entre o desempenho dos professores com formação em Matemática ou em Ciências, seja pela facilidade ou pela discriminação da questão. Para melhor visualização foram traçados os Gráficos 4.4 e 4.5, representando índices de facilidade e de discriminação dos dois grupos, para cada questão.

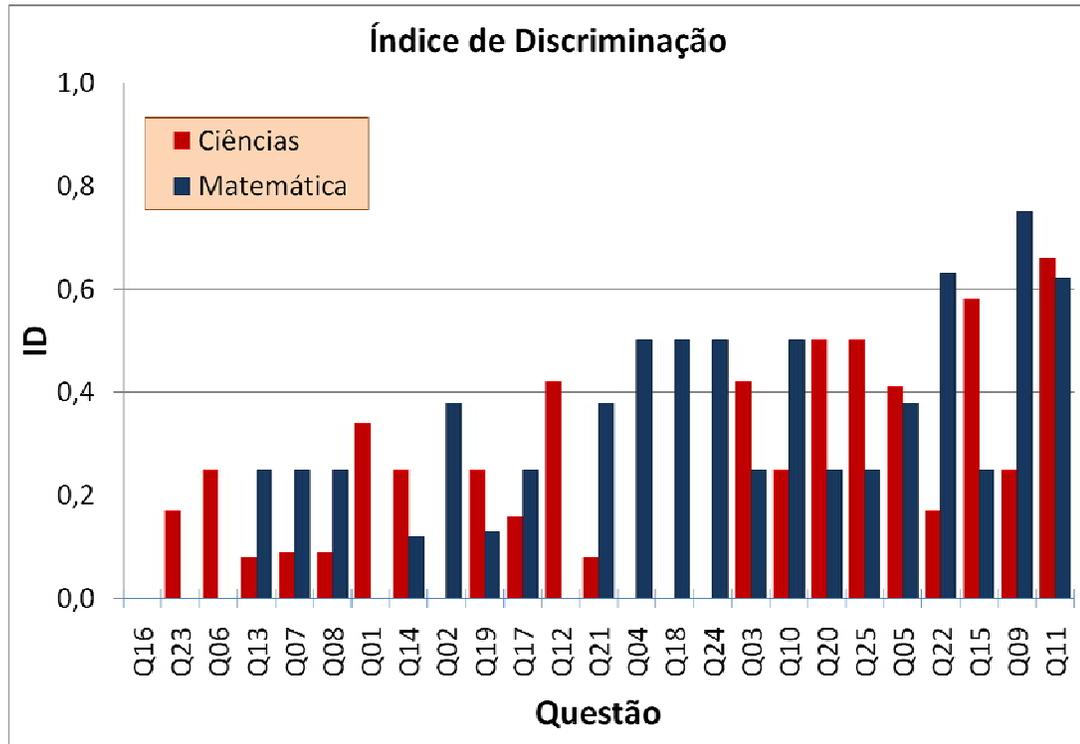
Quanto à facilidade, verificamos no Gráfico 4.4 que existe uma grande diferença em algumas questões, como por exemplo, a número 24, que se refere aos principais tipos de rochas, mostrou um índice de acerto próximo de 100% para os professores de Ciências, enquanto que os professores com formação inicial em Matemática ficaram próximos dos 50%. Dentro de critérios estatísticos discutidos anteriormente, os resultados obtidos indicam que a maioria das questões foi considerada mais fácil pelos professores de Ciências.

Gráfico 4.4. Índice de facilidade por questão em função da formação inicial dos professores de Matemática ou Ciências.



É interessante notar que as questões 15 e 23 que apresentam diferença mais significativa a favor dos professores de Matemática referem-se a mapas e escalas. Tal resultado deve-se, possivelmente, às habilidades competências requeridas em sua formação e exercitadas com frequência, como por exemplo, a interpretação, leitura e construção de gráficos. Esse pode ser um indicador de possibilidades de trabalho interdisciplinar com os colegas de Geografia que podem ser mais e melhor exploradas.

Gráfico 4.5. Índice de discriminação por questão em função da formação inicial dos professores de Matemática ou Ciências.



O Gráfico 4.5 apresenta os valores do índice de discriminação para os dois grupos de professores. Percebe-se que a variação da discriminação é menor que a variação do IF, pois ela depende dos subgrupos com melhor e pior desempenho dentro de cada grupo de professores. É fácil perceber que para os professores de Matemática o instrumento mostrou-se mais discriminativo, ou seja, existe uma separação mais nítida entre os que têm conhecimento das questões e o grupo que desconhece o assunto, ao contrário da área de Ciências, mais homogênea quanto aos conteúdos investigados.

Para permitir a visualização completa do questionário e dos índices calculados para a amostra e para os subgrupos Ciências e Matemática elaboramos a Tabela 4.12. Nela estão contidos os enunciados, a alternativa correta (entre Verdadeiro, Falso ou Não sei, marcada por um sombreado), os valores dos índices de facilidade e discriminação referentes à *amostra* (conjunto de 73 professores) e a separação por formação inicial em Matemática (30

professores) ou em Ciências (43 professores). As respostas marcadas como “Não sei” não foram consideradas como acertos.

Também podemos sintetizar algumas informações no Gráfico 4.6 que apresenta as diferenças de IF entre os grupos de Ciências e Matemática ( $\Delta IF = IF_{CIÉ} - IF_{MAT}$ ). A leitura desse gráfico nos permite verificar rapidamente quais as questões em que os professores de Matemática apresentaram menos dificuldades que seus colegas de Ciências (barras representando valores negativos) e vice-versa, sendo possível verificar que com exceção das questões 2, 4, 6, 15, 18, 20 e 24, nas demais os desempenhos não apresentaram diferenças relevantes.

Gráfico 4.6. Diferença entre os IF dos professores de Ciências e Matemática.

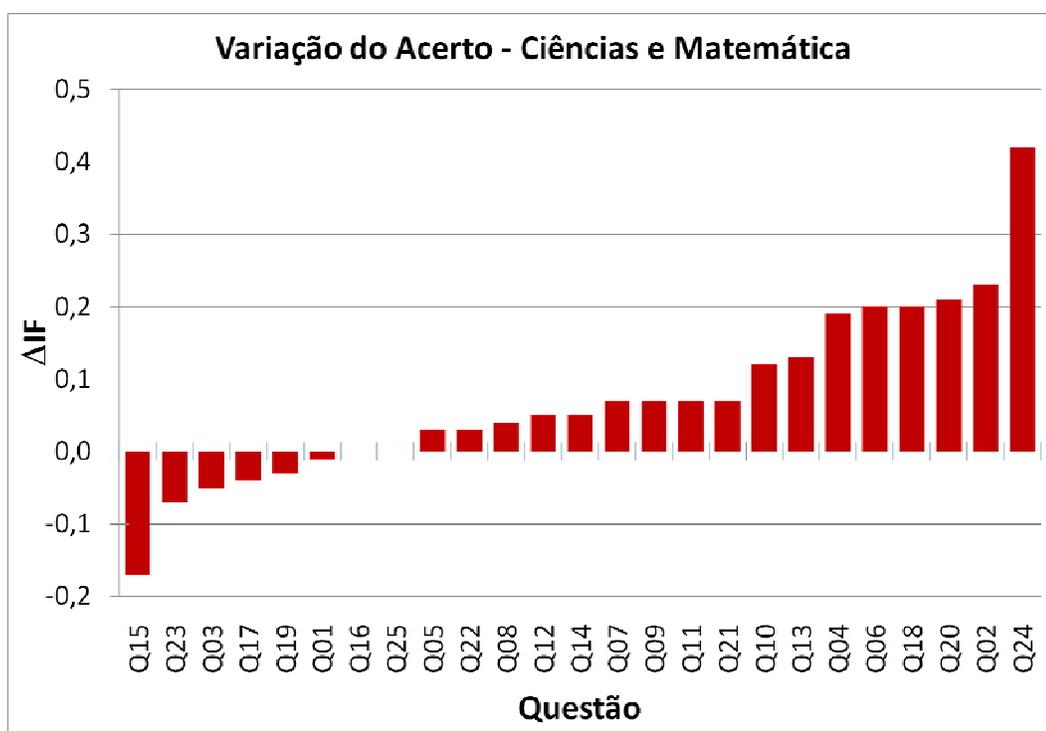


Tabela 4.12. Síntese (questões, subgrupos, ID, IF)

Questão		Pergunta	Grupo	IF	ID
Q01	V	O planeta Terra é apenas uma parte do sistema solar.	Geral	0,79	0,35
	F		Ciências	0,79	0,34
	I		Mat.	0,80	0,00
Q02	V	O planeta Terra tem 4,6 bilhões de anos.	Geral	0,73	0,25
	F		Ciências	0,83	0,00
	I		Mat.	0,60	0,38
Q03	V	Noite e dia são causados pelo Sol se movendo em torno da Terra	Geral	0,67	0,25
	F		Ciências	0,65	0,42
	I		Mat.	0,70	0,25
Q04	V	A Lua gira em torno da Terra em um único dia.	Geral	0,64	0,30
	F		Ciências	0,72	0,00
	I		Mat.	0,53	0,50
Q05	V	Se nós desconsiderarmos os oceanos, a Terra é uma esfera sólida.	Geral	0,68	0,30
	F		Ciências	0,69	0,41
	I		Mat.	0,66	0,38
Q06	V	A energia do Sol controla as estações.	Geral	0,45	0,30
	F		Ciências	0,53	0,25
	I		Mat.	0,33	0,00
Q07	V	O Universo consiste apenas do Sol e dos planetas do sistema solar.	Geral	0,94	0,15
	F		Ciências	0,97	0,09
	I		Mat.	0,90	0,25
Q08	V	A superfície da Terra tem sido a mesma desde o princípio dos tempos.	Geral	0,89	0,10
	F		Ciências	0,90	0,09
	I		Mat.	0,86	0,25
Q09	V	Toda a radioatividade é derivada da atividade humana.	Geral	0,80	0,35
	F		Ciências	0,83	0,25
	I		Mat.	0,76	0,75
Q10	V	As principais fontes de recursos naturais são as rochas e os minerais.	Geral	0,57	0,40
	F		Ciências	0,62	0,25
	I		Mat.	0,50	0,50
Q11	V	Minerais são compostos por rochas.	Geral	0,50	0,70
	F		Ciências	0,53	0,66
	I		Mat.	0,46	0,62
Q12	V	Os ciclos da água e das rochas estão relacionados.	Geral	0,39	0,25
	F		Ciências	0,41	0,42
	I		Mat.	0,36	0,00
Q13	V	Uma vez acumulada a água no oceano, lá ela permanece.	Geral	0,87	0,20
	F		Ciências	0,93	0,08
	I		Mat.	0,80	0,25

Q14	V	Dinossauros e humanos viveram na Terra na mesma época.	Geral	0,86	0,15
	F		Ciências	0,88	0,25
	I		Mat.	0,83	0,12
Q15	V	Para melhor representar uma área, toda a informação disponível deve ser compilada em um mapa.	Geral	0,60	0,40
	F		Ciências	0,53	0,58
	I		Mat.	0,70	0,25
Q16	V	Todos os dados cuidados por cientistas são exatos e precisos.	Geral	1,00	0,00
	F		Ciências	1,00	0,00
	I		Mat.	1,00	0,00
Q17	V	Os processos naturais da Terra podem levar de frações de segundos a bilhões de anos.	Geral	0,87	0,15
	F		Ciências	0,86	0,16
	I		Mat.	0,90	0,25
Q18	V	Gravidade atua sobre todos os objetos, independentemente de sua composição.	Geral	0,84	0,30
	F		Ciências	0,93	0,00
	I		Mat.	0,73	0,50
Q19	V	Depois da água ser filtrada para o subsolo, ela não se move mais.	Geral	0,94	0,15
	F		Ciências	0,93	0,25
	I		Mat.	0,96	0,13
Q20	V	O processo pelo qual se formam as montanhas e a ocorrência de terremotos se devem aos mesmos fatores.	Geral	0,32	0,50
	F		Ciências	0,41	0,50
	I		Mat.	0,20	0,25
Q21	V	Nós conhecemos tudo o que nós necessitamos sobre a Terra para tomar decisões apropriadas e informadas sobre questões ambientais.	Geral	0,87	0,15
	F		Ciências	0,90	0,08
	I		Mat.	0,83	0,38
Q22	V	As condições ambientais da Terra podem ser interpretadas pelos fósseis.	Geral	0,75	0,30
	F		Ciências	0,76	0,17
	I		Mat.	0,73	0,63
Q23	V	Para determinar a distância entre pontos em um mapa, nós precisamos conhecer sua escala.	Geral	0,95	0,10
	F		Ciências	0,93	0,17
	I		Mat.	1,00	0,00
Q24	V	Ígnea, metamórfica e sedimentar são as principais classes de rochas.	Geral	0,78	0,45
	F		Ciências	0,95	0,00
	I		Mat.	0,53	0,50
Q25	V	A composição química da atmosfera terrestre não muda.	Geral	0,76	0,30
	F		Ciências	0,76	0,50
	I		Mat.	0,76	0,25

O fato dos dois grupos responderem de maneira diferente à mesma pergunta, permite a análise das questões de forma independente, não apenas como um conjunto indivisível. Portanto, mais que procurar padrões gerais, parece-nos mais interessante discutir o comportamento dos professores de cada disciplina frente às questões isoladamente, ou ao grupo delas, quando isso for cabível. Ou seja, mais que buscar ajustes entre grupos é importante sinalizar as características de cada questão (ou grupo) em discussão, pois todas referem-se às Geociências, porém não se referem às mesmas áreas de conhecimento dentro das Geociências.

Um critério que nos pareceu relevante foi o de agrupar as questões usando como referência os conteúdos propostos para o eixo Terra e Universo dos PCN, o que nos levou à seguinte distribuição:

*Grupo A – questões sobre o Universo, principalmente o Sistema Solar, e sobre as características da Terra enquanto corpo cósmico: 1, 3, 4, 7 e 18*

*Grupo B – questões sobre a superfície e a estrutura interna da Terra e sobre ciclos terrestres: 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 19, 20, 24 e 25*

*Grupo C – composto de uma única questão sobre clima: 6*

*Grupo D – questões que abordam mapas, história da Terra e imagens da ciência: 2, 14, 15, 16, 21, 22 e 23*

Nas questões do grupo A nossa *amostra* apresentou índices de facilidade superiores a 0,60 em todas as questões, sendo que nenhuma se mostrou muito discriminativa. Entre os professores de Ciências o IF foi um pouco superior. Chama a atenção no grupo de Matemática IDs mais elevados, indicando maior heterogeneidade no grupo, com relação aos conteúdos de Geociências abordados.

Os resultados indicam que, dentro desse tema, os professores compreendem alguns conceitos melhor que outros, ainda que referentes ao mesmo tema/fenômeno. Por exemplo, as questões um e sete, que situam a Terra

como parte do Universo, apresentaram bons índices de acerto, enquanto que as questões três e quatro, sobre os movimentos do planeta, não mostraram resultados do mesmo nível. Não encontramos grandes diferenças nos IDs, dos subgrupos e da *amostra*. A questão 18, sobre gravidade, conceito físico fundamental para a compreensão de diversos conceitos geocientíficos, revelou diferenças maiores entre os grupos, indicando os professores de Ciências mais familiarizados com o fenômeno.

No grupo B, abordando a superfície e a estrutura interna da Terra, ciclos terrestres e suas relações, placas tectônicas e suas relações com vulcões e a ocorrência de terremotos, concentraram-se a maioria das questões. Algumas perguntas tiveram índices de acerto inferiores a 40%, como as de números 12 e 20. A questão 20, diretamente ligada ao tema da aula, foi respondida corretamente apenas por 20% dos professores de Matemática.

O grupo de questões B apresentou as maiores heterogeneidades nos resultados. Neste grupo estão as questões cujo enunciado remete mais diretamente à conteúdos geológicos, o que pode justificar as desigualdades, pois se trata de assuntos mais específicos. Como já discutido, licenciados em Física e Matemática não cursaram disciplinas relativas a esses conteúdos no ensino superior. O grupo de Matemática novamente mostrou-se mais heterogêneo, contudo as evidências indicam que embora o grupo de Ciências apresente alguma distinção, não se trata de impeditivo para um trabalho de formação continuada conjunto.

A questão que compõe o “grupo” remete a um conteúdo que revela importantes concepções alternativas: a variação do clima na Terra ao longo do ano (estações do ano). É comum a crença de que a existência de diferentes estações está associada às diferenças de distância entre a Terra e o Sol ao longo de sua órbita anual. Tal explicação seria justificaria pela órbita ser elíptica. Contudo, por se tratar de uma elipse de excentricidade pequena não existem diferenças na distância Terra-Sol que justifiquem as variações climáticas, que se deve efetivamente à inclinação do eixo terrestre em relação ao plano da órbita.

Esta questão, como esperado pelos indicadores da literatura, apresentou baixos índices de acerto e altos índices de discriminação, indicando haver diferenças importantes entre os que conhecem as razões das diferenças climáticas e os que desconhecem o assunto ou possuem concepções errôneas sobre o mesmo. No grupo de Matemática o índice de acertos ficou em 33%, com ID igual a zero. O valor obtido para o ID aponta que os indivíduos do quartil superior e do inferior apresentaram o mesmo número de acertos (ou nenhum acerto), indicando que os mais bem preparados não se saíram melhor nesse tópico.

No grupo D os resultados não apontaram fatos inesperados; novamente os resultados do grupo de Ciências foram discretamente superiores em algumas questões e os de Matemática em outras. Destacamos apenas o altíssimo ID para o grupo de Matemática na questão 22 (relativa a fósseis), indicando que nesse grupo existe uma diferenciação expressiva entre os que conhecem o assunto e aqueles que o desconhecem.

Retomando a questão de o instrumento utilizado constituir-se de questionário aplicado em pesquisas semelhantes nos Estados Unidos, compararemos alguns de nossos resultados com os obtidos pelos autores Gosselin e Macklem-Hurst (2002) no pré-teste da pesquisa que realizaram com estudantes universitários. Esperamos com isso confirmar que, embora se trate de realidades educacionais diferentes, a semelhança dos indicadores evidencia a relevância de sua aplicação no caso em estudo. Vejamos os resultados.

Na questão oito, 89% dos professores brasileiros acertaram; valor próximo foi obtido na outra pesquisa, com 90% de acertos. Em questões sobre rochas e minerais, como a 11, os estudantes americanos apresentaram, segundo os autores, resultados pobres (não houve especificação das porcentagens), em nosso caso os acertos ficaram em 50%, na questão 24, sobre tipos de rochas, tivemos exatamente a mesma porcentagem, 78% de acertos. Todos os professores de nossa pesquisa acertaram a questão 16, enquanto que os autores citados encontram em sua amostra 10% de respostas erradas. Na questão 23

nossos professores tiveram um aproveitamento de 95%, e os alunos americanos, 90%.

Estes resultados sugerem um nível de compreensão dos enunciados bastante próximo, além de nível de conhecimento de conteúdos geocientíficos semelhante. A questão dos enunciados poderia ter-se convertido em um problema para a pesquisa, na medida em que a tradução de algumas questões influenciaria de forma negativa os participantes brasileiros. Seria inconsequente afirmar que tal fato não ocorreu, mas, por outro lado, não estamos cometendo imprudências ao afirmar que essa dificuldade adicional não comprometeu os resultados.

Como adiantamos no primeiro capítulo, o questionário fechado permitiria identificar os focos de dificuldade sobre conteúdos de Geociências, que poderiam ser conferidos em níveis mais refinados de detalhamento, ao olhar para os resultados dos subgrupos, como faremos a seguir.

A questão 15 apresenta IF em torno de 0,6 para a *amostra* e 0,53 para o grupo de Ciências, da mesma maneira em três grupos os valores não alcançaram 0,6, Campinas-Leste, Campinas-Oeste e São Carlos. Contudo para os subgrupos de Bragança Paulista e o de Matemática passaram dos 70% de acertos.

Questões relativas a rochas e minerais, como a questão 10 e a questão 11, revelaram-se focos de dificuldades, embora a turma de São Carlos tenha fugido a regra. Por outro lado, na questão 25, sobre a composição química da atmosfera terrestre, essa turma demonstrou maiores dificuldades com o assunto que as demais.

Esses exemplos apenas ilustram diferenças e alertam para a necessidade de investigações exploratórias anteriores ao planejamento de cursos de formação continuada, que podem fornecer indicações de temas, assuntos, conteúdos, necessidades específicas dos participantes. Certamente se contássemos com esse tipo de informações antes do planejamento e execução de cursos de formação continuada o tempo disponível seria otimizado e frequente desinteresse minimizado.

A subdivisão da *amostra* nos subgrupos de Matemática e Ciências e a comparação dos resultados foi pensada com a finalidade de verificar se esses professores apresentavam conhecimentos muito diferenciados de Geociências que tornassem inviável a proposta de realização de cursos conjuntos com temas geológicos.

Os professores de Ciências e Matemática de nossa amostra não apresentaram grandes diferenças de conhecimento geocientíficos/geológicos, como nos mostrou a análise realizada dos dados do questionário. Embora se trate de uma pequena amostra do professorado paulista, podemos admitir como explicação possível o fato desses conteúdos serem mais específicos que os demais conteúdos de Ciências, menos explorados nas licenciaturas, o que, de alguma maneira, nivelaria os dois grupos de professores.

Esses dados reforçam a expectativa de que é possível o planejamento de cursos de formação continuada conjuntos para professores de Ciências e de Matemática, especialmente com conteúdos geológicos/geocientíficos. O fato das Geociências permitirem que conteúdos de Ciências Naturais e Matemática sejam abordados de forma interdisciplinar pode propiciar uma visão de conjunto inovadora para a sala de aula.

Passaremos em seguida para a análise do questionário aberto, que nos permitirá confirmar se o bom nível de conhecimento apresentado em relação aos conteúdos de Geociências de confirma em respostas dissertativas

**A Pesquisa – Análise qualitativa**

## **A Pesquisa – Análise qualitativa**

Então, o que os fundadores da ciência moderna tiveram que fazer, não foi criticar e combater certas teorias errôneas e corrigi-las ou trocá-las por outras melhores. Eles tiveram que fazer algo bastante diferente. Tiveram que descobrir um mundo e trocá-lo por outro.

Alexandre Koyré

### **1. As questões abertas**

A identificação das concepções prévias dos alunos tem sido alvo de diversas investigações no ensino de Ciências. Inicialmente concentradas na área de Física, hoje encontramos pesquisas relativas a todas as ciências naturais em número relevante. Com relação às concepções sobre conteúdos de Geociências a produção não é expressiva, em especial no Brasil onde esses conhecimentos não são priorizados no ensino fundamental e dispersam-se nas demais ciências naturais no ensino médio.

Quanto à faixa etária, as investigações sobre CA em Geociências/Geologia estão concentradas nos jovens estudantes - crianças e adolescentes - apresentando menor ênfase nas concepções de universitários e professores em exercício.

Não obstante, o conhecimento das CA tem implicações importantes na preparação dos professores, pois a compreensão dessas concepções pode ser um facilitador da aprendizagem de seus alunos na medida em que permitirá desenvolver estratégias de ensino capazes de superá-las.

No caso brasileiro a inexistência de professores com formação específica na área certamente é um dos fatores limitantes para essas pesquisas. Não

contamos com licenciaturas em Geologia e os licenciados em Geociências e Educação Ambiental da Universidade de São Paulo, primeiro curso da área, iniciado em 2004, ainda não assumiram as salas de aula.

O nível de conhecimento do professor influencia a escolha das estratégias de ensino, pouco domínio do conteúdo leva a aulas exclusivamente expositivas (CARVALHO E GIL-PÉREZ, 1993), em que, via de regra, os alunos não têm oportunidade de questionar. Em alguns casos a insegurança leva ao abandono do conteúdo ou à transferência da responsabilidade de ensiná-lo para outro professor, outro momento. É comum expressões do tipo “*na aula de ... você vai ver isso*”, “*no próximo ano você vai estudar esse assunto*” serem usadas como respostas pelos professores.

Estas constatações nos estimularam a investigar as CA sobre conceitos de Geociências, apresentadas por professores em exercício de Ciências e Matemática do ensino fundamental, e para tal tarefa realizamos esta pesquisa.

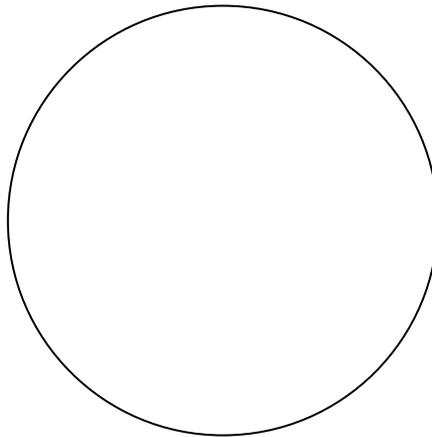
Os resultados obtidos com a aplicação do questionário fechado apontaram alguns indícios desses conhecimentos, que foram discutidos no capítulo anterior. Essa visão, mais panorâmica, será agora complementada com os dados do questionário aberto, permitindo que se abra uma janela no espectro abrangente da primeira parte da investigação. Isto permitirá avançar na identificação das concepções dos professores sobre questões de Geociências/Geologia.

O segundo questionário foi elaborado com questões abertas “que são aquelas que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria, e emitir opiniões” (Rampazzo, 1998, p.119). Embora nessas situações exista o risco das explicações serem demasiado sucintas e/ou pouco claras, dificultando a coleta de informações, a probabilidade de obter mais informações sobre o nível de conhecimento dos professores é algo não desprezível.

Como discutido no primeiro capítulo, usamos como referência o trabalho de Libarkin et al. (2005), cujo foco principal foi identificar as concepções de estudantes universitários sobre três aspectos de Geociências: a crosta, o interior da Terra e o tempo geológico, e propusemos as questões que se seguem aos

participantes da pesquisa, cujas respostas estão transcritas integralmente – respeitando-se a grafia exata dos respondentes - no Anexo 5.

1. *Explique o evento, ou eventos, que você acredita podem causar um terremoto.*
2. *Faça um desenho do interior da Terra. O círculo representa a superfície e o ponto é o seu centro.*



3. *Se você tivesse uma máquina do tempo e pudesse viajar de volta ao momento em que a Terra foi formada:*
  - a) *Como você imagina a aparência da Terra?*
  - b) *Quantos anos você precisaria voltar?*
  - c) *Haveria alguma coisa viva? Se houvesse, quais organismos você acha que encontraria?*

A primeira questão trata de um fenômeno que pode causar impacto na vida de muitas pessoas. Graças aos estudos sismológicos, os terremotos permitem ampliar o conhecimento sobre as camadas que compõem a estrutura interna da Terra. Regiões às quais o homem não tem acesso e sobre as quais só pode estabelecer modelos, que vão sendo modificados na medida em que os conhecimentos científicos avançam. Dos 6370 km de profundidade, por hora

conseguimos acessar diretamente uns poucos quilômetros, depois disso, são as ondas sísmicas as principais fontes de informação sobre o interior de nosso planeta.

Estudos de Ross e Shuell (1993) demonstraram que os jovens estudantes não são capazes de explicar as causas dos terremotos, Sharp, Mackintosh e Seedhouse (1995) identificaram em crianças de 9 até 14 anos a concepção que sismos e vulcões estão associados a países quentes, indicando ser o clima responsável pela ocorrência de terremotos. Eventualmente essas concepções podem ser causadas pela “influência de imagens da mídia, por exemplo, ou vulcões em ilhas tropicais” (BEILFUSS, p.33, 2004)

A intenção da segunda questão foi investigar o modelo de interior da Terra através de esquemas gráficos, conhecimento que necessita de orientação espacial e que, portanto, torna a investigação através de desenhos relevante. Esse conhecimento está diretamente relacionado com a ocorrência de terremotos, o movimento das placas tectônicas e a ação vulcânica.

Pesquisas realizadas por DeLaughter, Stein e Bain (1998), com estudantes de Geologia, indicaram que 66% dos participantes entendem o interior da Terra formado por camadas concêntricas, enquanto que 12% imaginam camadas planas. Na pesquisa de King (2000) metade dos participantes não acreditava ser o núcleo externo líquido, enquanto que um terço não sabia que o núcleo interno é sólido. As duas pesquisas apresentaram apenas resultados generalizados, sem aprofundamento na análise dos resultados.

Nas pesquisas de Lillo (1994), realizadas com crianças espanholas de 10 a 15 anos, foram encontradas concepções que apontaram a existência de um núcleo derretido como fonte para o material expelido pelos vulcões (magma). Nessa pesquisa foram relatados problemas com a espessura das camadas (escala) que compõem o interior da Terra, assim como no trabalho de Beilfuss (2004), conduzido nos Estados Unidos com estudantes de 18 a 30 anos.

Solicitar a representação gráfica das camadas da Terra é uma atividade de ensino relativamente comum, habitualmente subutilizada, na medida em que é

possível realizá-la recorrendo-se apenas à memorização. Essa atividade pode ser mais bem explorada, e requerer o uso da abstração, quando acompanhada da solicitação de explicações de como se chegou a esse modelo, como, por exemplo, através da interpretação do comportamento de ondas sísmicas. Mais complexa, essa atividade acarreta na necessidade de se recorrer a diferentes técnicas/ferramentas de ensino, tais como analogias, simulações e animações.

A terceira questão trata do tempo geológico, tema em que CA são bastante comuns entre estudantes e têm despertado o interesse de vários pesquisadores, como McPhee (1980), Dodick e Orion (2003), Marques e Thompson (1977), Shoon (1989), White et. al. (2004).

As dificuldades, como indicam algumas pesquisas, parecem estar relacionadas à inabilidade em lidar com grandes números, que cobrem uma faixa fora de nossa escala normal de pensamento (McPhee, 1980). Embora complexo e abstrato para estudantes de todos os níveis de ensino, o conceito é essencial para a compreensão da história geológica do planeta.

Dodick e Orion (2003) concluem que a não compreensão de tempo geológico é um fator limitante para o entendimento de outras áreas dentro das ciências geológicas, que incluem evolução, ecologia e astronomia, por exemplo.

Pesquisa conduzida por Marques e Thompson (1997) apontou que jovens estudantes acreditam ser a Terra muito jovem, menos que um milhão de anos, enquanto que estudantes mais velhos atribuem ao planeta idades que variam de milhões até trilhões de anos. Questionados sobre a sequência em que surgiu a vida, nos dois grupos despontou a concepção que os primeiros seres vivos foram os pássaros, seguidos por peixes, ratos e insetos. Ainda com relação à vida no planeta, Schoon (1989) e White et al. (2004) verificaram que 32,6% e 28%, respectivamente, dos pesquisados acreditam que humanos e dinossauros coexistiram. O efeito “homem das cavernas” relatado nas duas pesquisas foi atribuído, em parte, à mídia, como os populares desenhos infantis dos Flintstones e filmes que mostram dinossauros e humanos convivendo.

Alguns professores partilham das mesmas concepções sobre tempo, sendo, portanto, necessário e urgente que os programas de formação de professores desenvolvam melhor esses tópicos (TREND, 1998), respaldados por pesquisas que visem tornar mais efetivas as práticas de ensino, desenvolvendo novas metodologias e contribuindo para que os docentes sintam-se mais seguros e consigam, eles próprios, a esperada mudança conceitual.

Como já expusemos anteriormente, pesquisas sobre CA sugerem que indivíduos de diferentes idades, níveis de escolaridade e locais de origem apresentam respostas semelhantes. A literatura é uma importante aliada para compreender o conhecimento que o aluno traz para a sala de aula e avaliar se esse conhecimento irá entrar em conflito com as novas informações.

Os resultados que apresentamos do levantamento de concepções alternativas, bem como os resultados que apresentaremos a seguir, reforçam a hipótese que o conhecimento, compreensão e tratamento adequado dessas CA afetam a maneira pela qual os estudantes interpretam novos conhecimentos sobre um determinado fenômeno. Tal tarefa será totalmente infrutífera caso os professores possuam, eles próprios, as mesmas concepções que os estudantes.

## **2. Análise do questionário aberto**

Para proceder à análise das respostas estabelecemos uma categorização simplificada, dividindo-as em grupos, de acordo com as explicações fornecidas para cada pergunta. É importante destacar que tentamos ser particularmente cuidadosos com o uso das palavras “certo” e “errado”, acostumados que estamos, enquanto professores, às inúmeras correções de exercícios, onde o sucesso ou o fracasso dos alunos dependem de um valor numérico.

Não se tratava de corrigir, mas sim de identificar, pois essas concepções, ainda que não condizentes com o pensamento científico, são, verdadeiramente,

pistas e indícios que podem tornar mais produtiva a tarefa de superar os obstáculos que se opõem à aquisição do conhecimento científico.

Nesse sentido estabelecemos, em linhas gerais, as seguintes categorias, que sofrerão pequenos ajustes de acordo com a questão:

*I – características chave do fenômeno/conceito em discussão estão presentes; explicações mais elaboradas, condizentes com a teoria científica atualmente aceita.*

*II – ao menos uma das características chave do fenômeno/conceito em discussão está presente, contudo as respostas não apresentam justificativa(s) que permita(m) avançar na identificação de eventuais CA.*

*III – ao menos uma das características chave do fenômeno/conceito em discussão está presente; a linguagem pode expressar uma combinação de conhecimento intuitivo com conhecimento científico e/ou escolar, sendo que os últimos, normalmente, aparecem de forma equivocada; CA podem estar presentes nesse nível de entendimento.*

*IV – respostas cujas justificativas se mostraram incoerentes, às vezes, contraditórias e limitadas, revelando estruturas de pensamento menos elaboradas; CA podem estar presentes nesse nível de entendimento.*

*V - não responderam (em branco) ou informaram desconhecer o assunto.*

Com esses critérios em perspectiva, passaremos à análise das respostas, destacando dentro de cada categoria alguns exemplos. No Anexo 5 a transcrição das respostas e no Anexo 6 a tabulação da análise.

### **2.1. Primeira questão**

Foram classificadas na categoria I as respostas que indicaram como fatores para a ocorrência de um terremoto a movimentação/colisão de placas tectônicas, falhas, liberação de energia, sem mencionar mecanismos alternativos como clima,

tempo, temperatura, ação humana, de animais, gravidade, rotação da Terra, processos que ocorrem no núcleo da Terra etc..

Nessa categoria encontramos apenas uma resposta, representando, pouco mais de 1% da amostra.

*BP05. Liberação de energia através da colisão das placas tectônicas.*

No grupo II alocamos as respostas que apresentavam ao menos um dos fatores conhecidos para a ocorrência de terremotos, sem qualquer explicação (29%).

Exemplos de respostas sem justificativa:

*CO8 (Ciências). Acomodação das placas tectônicas.*

*CL2 (Ciências). Deslocamento de placas tectônicas.*

*SC02 (Matemática). A movimentação das placas tectônicas.*

*BP01 (Ciências). Movimentos das placas tectônicas.*

Exemplos de respostas que apresentaram um fator correto, mas justificaram de forma incorreta:

*CL1 (Matemática). O movimento contínuo das placas terrestres muitas vezes causam um esbarão forte.*

*CL4 (Idem). Eles são causados pela movimentação do magma no interior da Terra, provocando assim a movimentação das placas tectônicas que estão sobre este material, conseqüentemente este movimento e o seu assentamento provoca os tremores.*

*CL15 (Idem). Creio que, são causados por acomodação da crosta terrestre, que é constante, mas em alguns lugares de forma mais brusca; por conseqüência de erupções vulcânicas; se considerar terremoto como tremor de terra, então a explosão de uma bomba, de acordo com sua intensidade, é possível sentirmos o efeito como um terremoto?!*

*SC13 (Ciências). Acomodação das placas tectônicas, devido ao movimento do magma.*

*BP04 (Idem). Movimento das placas tectônicas. Os continentes estão dispostos sobre placas que se movimentam e quando isto ocorre é gerado um abalo sísmico.*

*BP09 (Idem). Terremotos são causados pelas movimentações de placas tectônicas. O calor e pressão do magma, associados a falhas nas placas, provoca deslocamentos de intensidades variadas gerando ondas sísmicas.*

*BP14 (Idem). Um terremoto pode ser causado por movimento das placas tectônicas devido a pressão interior de substância como magma, com altas temperaturas pressiona de baixo para cima, provocando os abalos sísmicos que podem ser movimentar a terra, dependendo da pressão será o grau de intensidade.*

Entre as respostas classificadas no grupo III incluímos aquelas que apresentaram mecanismos alternativos para a ocorrência de terremotos, fazendo ou não menção a fatores corretos:

*CO11 (Idem). Ventos, etc.*

*CO12 (Idem). Ventos com velocidades acima de 120 km/h.*

*CL3 (Idem). Movimento, acomodação das rochas no interior da Terra; pela própria natureza ou por atividades do homem.*

*SC07 (Matemática). Sub-solo arenoso. Sub-solo muito quente. Movimentação do magma.*

*SC18 (Ciências). Movimento das placas Tectônicas da Terra. Algumas alterações ambientais causadas pelo homem, como testes de bombas no oceano, isso talvez a longo prazo.*

*BP02 (Matemática). Não tenho conhecimento sobre o assunto, mas acho que quando a água se desvia e infiltra-se nas rochas a terra fende-se.*

*BP12 (Idem). É um processo de transformação constante do planeta Terra em relação ao Universo e as atuações dos seres no seu processo. O que eu conheço é a acomodação das 5 placas tectônicas que ocasionam os terremotos.*

Exemplos de respostas cujas justificativas se mostraram incoerentes, às vezes, contraditórias e limitadas, revelando estruturas de pensamento menos elaboradas; CA podem estar presentes nesse nível de entendimento (grupo IV):

*CO3 (Ciências). O que pode causar um terremoto está relacionado com inúmeros fatores, acho que o principal seria o “deslocamento” das “rochas” ao centro da Terra. Também por fatores naturais e humanos, pois o homem constantemente afeta diretamente/indiretamente o processo natural da vida.*

SC05 (Matemática). A movimentação do magma no centro da terra e outros.

SC06 (Ciências). No fundo do mar

Tabela 5.1. Distribuição de respostas em cada categoria

Q1	CO	CL	SC	BP	
I	0	0	0	1	1%
II	1	6	8	6	29%
III	7	6	3	8	33%
IV	3	3	7	6	26%
V	5	2	1	0	11%

Na Tabela 5.1 temos os resultados gerais para a questão. Considerando-se que os grupos I, II e III são constituídos por respostas que mencionam ao menos um fator associado à ocorrência de terremotos, teríamos, 63% de respostas minimamente satisfatórias. Entretanto, apenas 1 indivíduo apresentou resposta de forma pouco mais elaborada, mencionando a liberação de energia que ocorre no momento do sismo. As demais respostas mencionam placas tectônicas em situações de movimento, acomodação, colisão etc.. No grupo III, embora as respostas façam menção às placas tectônicas, existe um complemento que justificativa de forma incorreta a ocorrência de terremotos. As respostas ilustram que acrescido ao fato do conhecimento dos professores sobre o tema ser bastante limitado, porcentagem significativa (grupos III e IV, principalmente) apresenta concepções que podem comprometer o ensino do assunto.

## 2.2. Segunda questão

O enunciado dessa questão, no que tange aos nossos objetivos, não especificou quais características deveriam estar contidas no esquema, deixando os participantes livres para esboçarem seu esquema. Por se tratar de conteúdo trabalhado nas aulas de Ciências do ensino fundamental, não seria de todo

improvável que os desenhos fossem parecidos com as imagens dos livros didáticos.

Em I foram agrupados os esquemas contendo as características consideradas essenciais para um modelo inicial do interior da Terra, como costumam ser apresentados nas aulas. Esses deveriam mostrar a crosta, o manto e o núcleo como camadas esféricas concêntricas, sendo que o núcleo poderia ou não apresentar a divisão em interno e externo.

Embora não solicitado no enunciado, esperava-se que as camadas estivessem corretamente nomeadas, por se tratar de conteúdo obrigatório no ensino fundamental, e que fossem desenhadas em escala, mostrando a crosta muito fina em comparação com as demais camadas, manto e núcleo (como um todo) com espessuras aproximadamente iguais. Não havia expectativa dos desenhos conterem informações sobre propriedades físicas ou químicas das camadas.

Os desenhos contidos nessa categoria indicam concepções corretas do interior da Terra, embora pudéssemos argumentar que são insuficientes por não apresentarem as características químicas e físicas das camadas.

Não encontramos qualquer desenho que contivesse todas as características esperadas, ou seja, não há qualquer representante do grupo I.

No grupo II aparecem esquemas que mostram camadas concêntricas (crosta, manto, núcleo), nomeadas adequadamente, sem, contudo representá-las em escala.

Escolhemos algumas imagens para exemplificar os esquemas que se enquadram nas especificações desse grupo. Descrevem o interior da Terra formado por camadas concêntricas e nomeiam certamente as camadas. Contudo, é nítida a falta de escala.

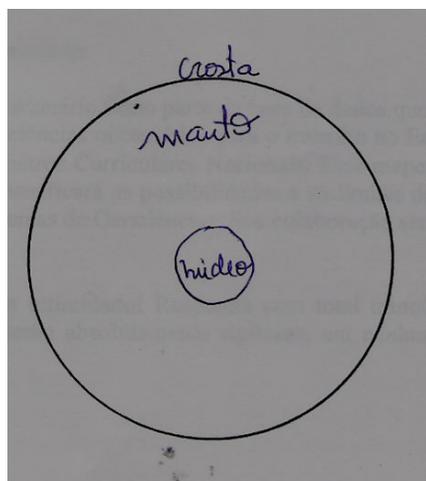
Os desenhos BP4 e BP16 representam a crosta com espessura exagerada, os demais representam essa camada pela linha do círculo. Em todas as imagens

o núcleo aparece bastante reduzido, principalmente na BP16, lembrando imagens de livros didáticos que trazem a representação do núcleo interno em destaque.

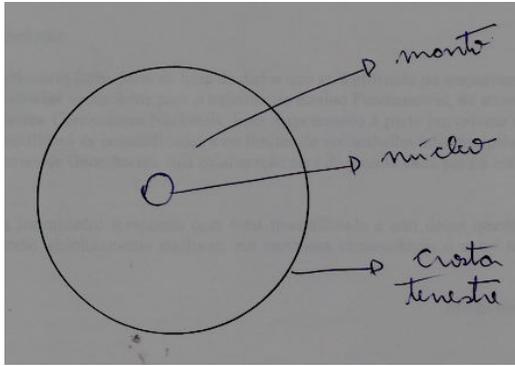
Na atividade em que os professores refaziam, em grupos, o modelo do interior da Terra foi interessante acompanhar as discussões que ocorreram. Como consequência do compartilhamento de informações, para muitos começava a se colocar a questão das diferentes espessuras das camadas, e, preocupados com o problema nos chamavam para discutir e apresentar suas dúvidas. Os mais entusiasmados eram os professores de Matemática, antevendo a possibilidade de trabalhar “proporcionalidade, regras de três” a partir do modelo; e muitos começaram a pensar em parcerias com professores de Ciências e Geografia.

Nesse conjunto, pelas próprias exigências de classificação, não é possível encontrar CA, contudo, como vimos, a questão do tamanho reduzido do núcleo pode ser um indicador da influência de imagens já vistas em outras fontes.

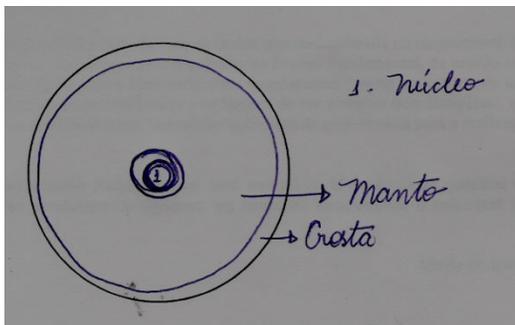
Treze por cento das respostas enquadraram-se nesse caso.



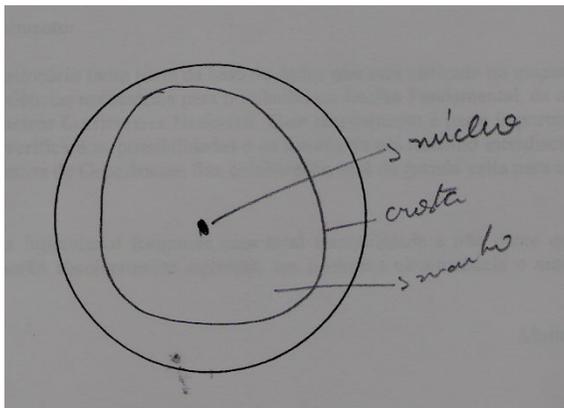
SC19 (Ciências)



CL2 (Ciências)

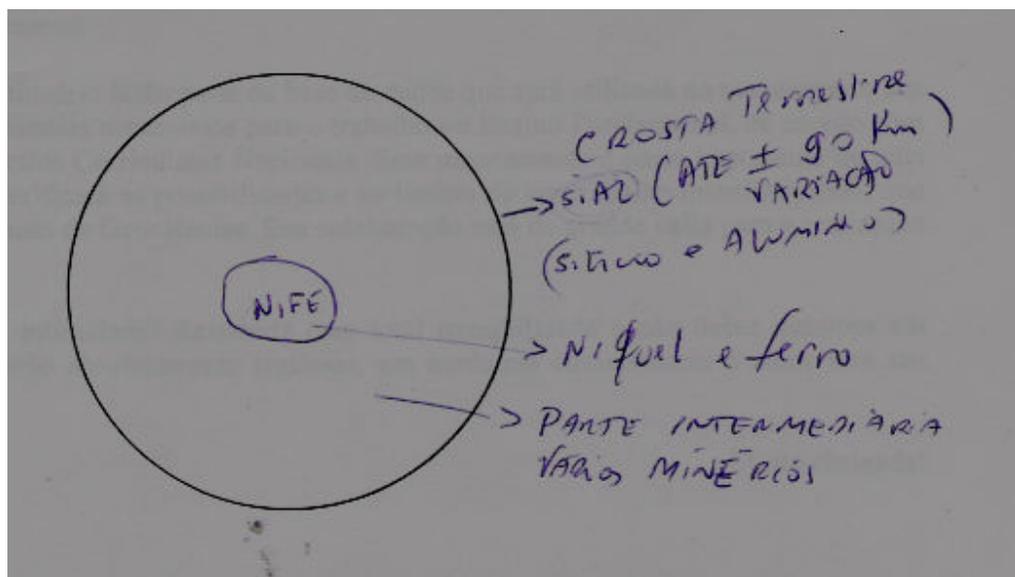


BP4 (Ciências)

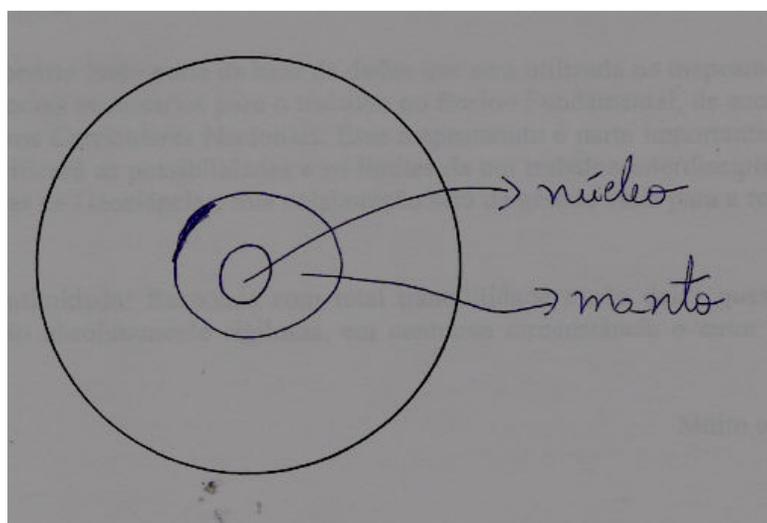


BP16 (Ciências)

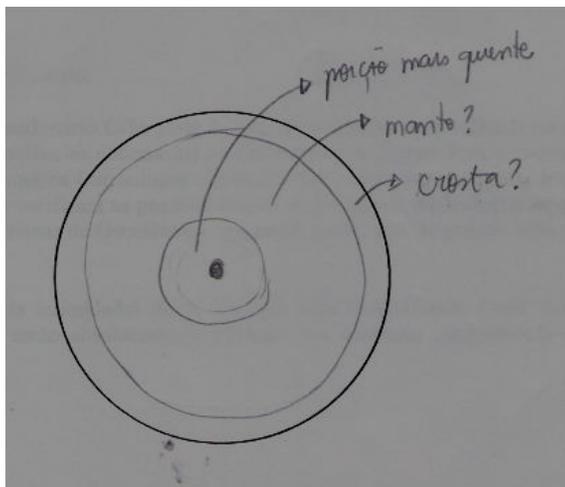
Fazem parte do grupo III os desenhos que representam as camadas concêntricas sem nomeá-las corretamente, ou com outros tipos de nomenclatura, sem indicar as diferentes espessuras (escala). Surgem algumas CA.



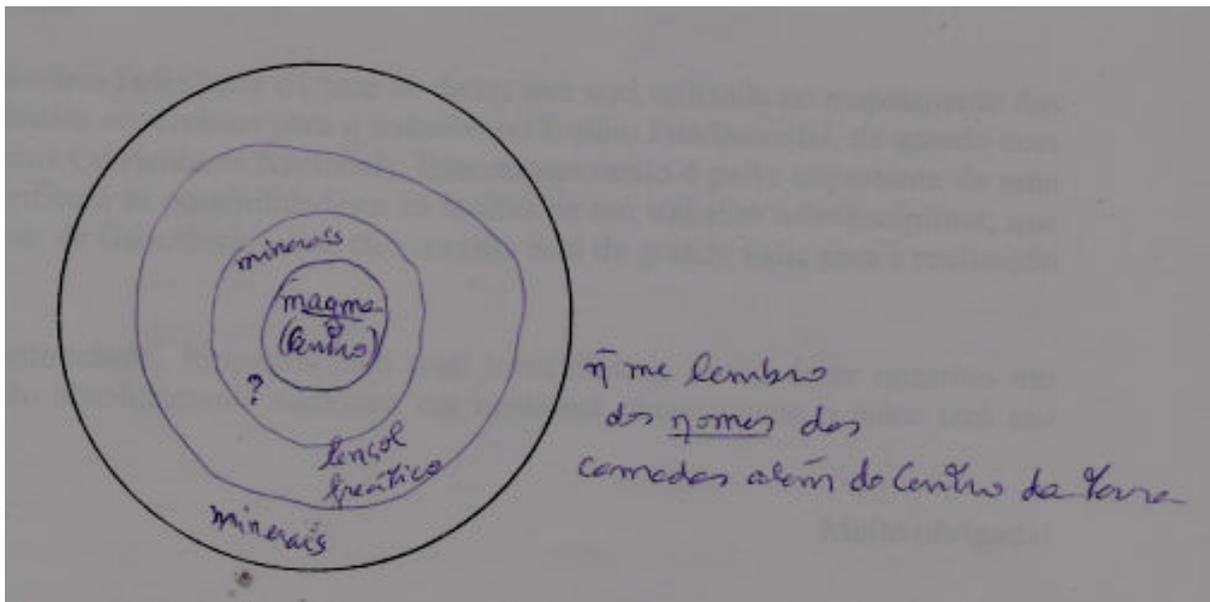
CO1 (Ciências) – Concepção de camadas concêntricas presente; tentativa de identificar os componentes das mesmas. Nomenclatura pouco usual.



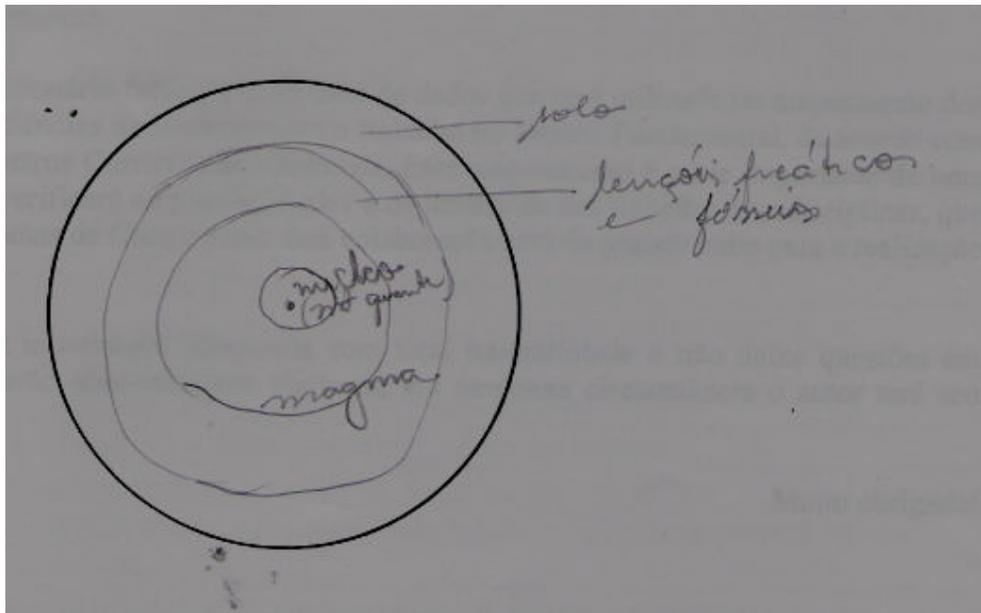
CO4 (Ciências) - Também está presente a noção de camadas concêntricas. Problemas com escala e nomeação incompleta.



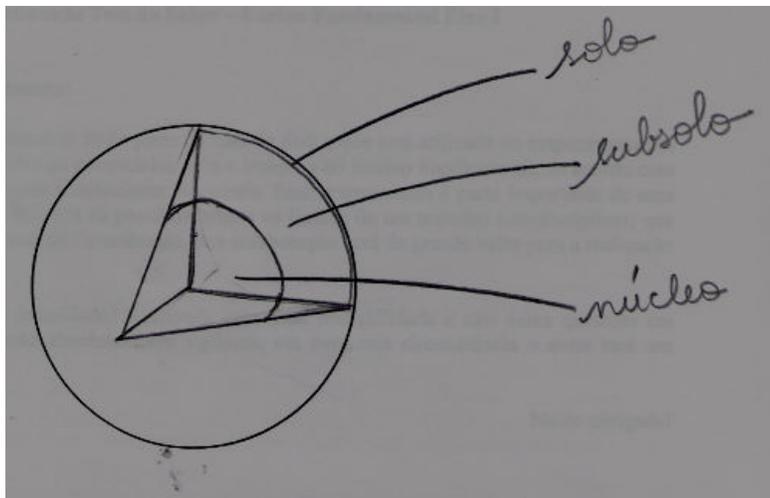
CL8 (Ciências) - O professor(a) registra sua dúvida quanto aos nomes das camadas, identifica aquele que apresenta maiores temperaturas e também não demonstra ter se ocupado com a questão da escala.



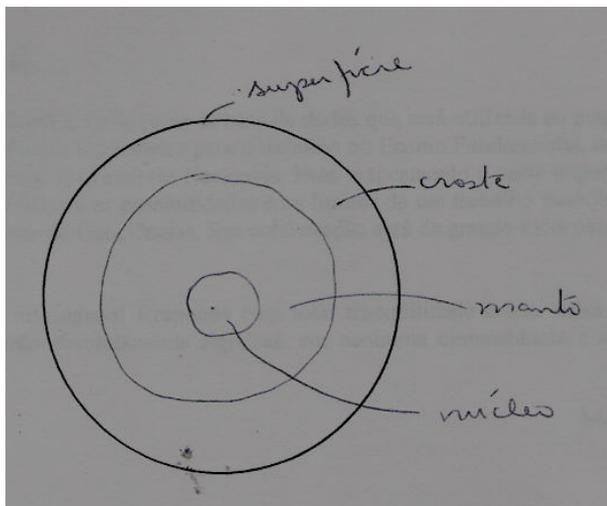
CL15 (Matemática) – Nesse caso também está registrada a dúvida quanto aos nomes, e o núcleo é chamado de “centro da Terra”, o que pode ser uma referência a filmes de ficção científica. Também encontramos a tentativa de identificar quais os componentes das camadas, contudo verificamos a existências de concepções erradas, como magma no núcleo e os lençóis freáticos bem abaixo da crosta.



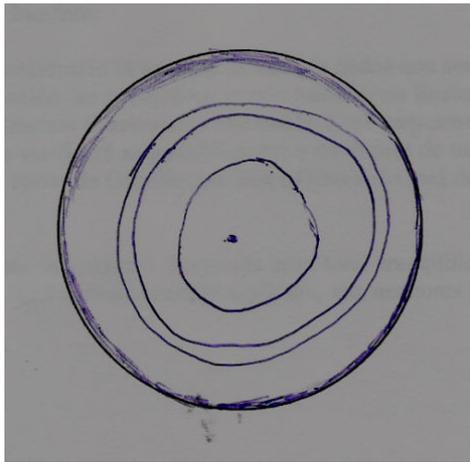
SC10 (Ciências) – Novamente aparecem concepções relativas à localização do solo, dos lençóis freáticos e do magma. O núcleo (quente) aparece reduzido.



SC15 (Ciências) - Neste caso o esquema tentou reproduzir as imagens do interior da Terra comuns em livros didáticos, apresentando um “recorte”. Contudo, a nomenclatura das camadas está incorreta.



BP3 (Matemática) – Neste caso temos um exemplo de CA bastante comum, a separação entre superfície e crosta. Existem vários relatos na literatura, mencionados anteriormente, que mencionam esta concepção. Ela pode estar refletindo a dificuldade do “observador” sentir-se parte do objeto observado. Este tipo de dificuldade é bastante relatada no ensino de Física quando são analisadas as concepções sobre os movimentos da Terra.

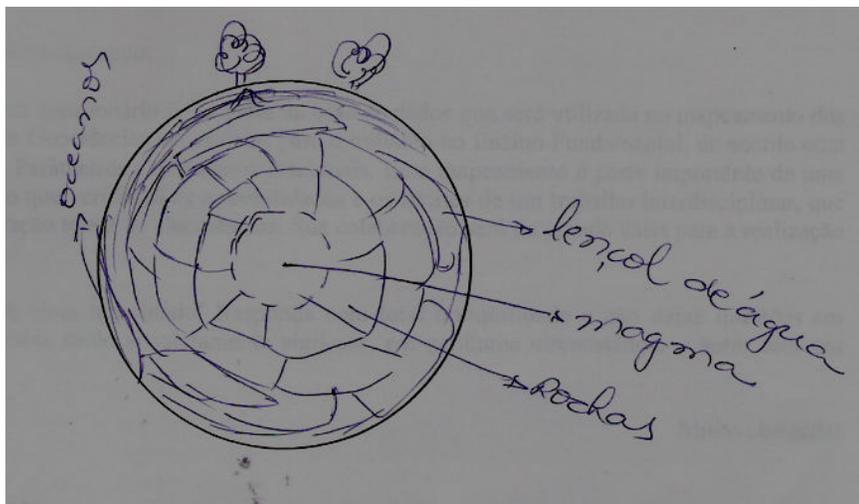


BP8 (Ciências) – Apenas as camadas esféricas concêntricas aparecem nesse esquema. Sem nomes ou escalas. Quanto ao número, é impossível precisar as quantas camadas estão representadas. Pode tratar-se de dificuldade de uma questão de habilidades do desenhista, problema recorrente quando se faz análise de desenhos.

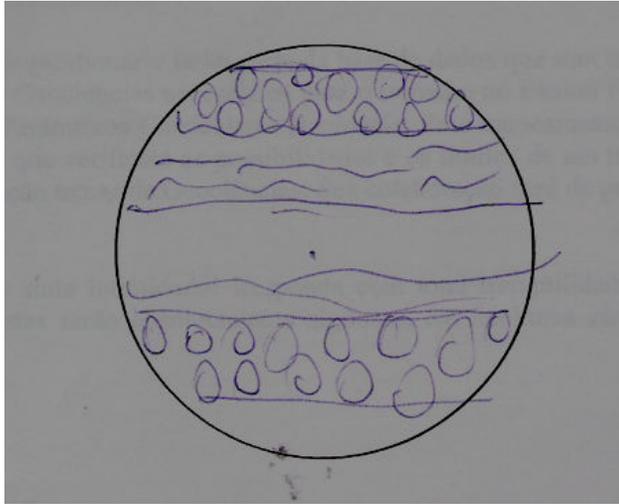
O grupo engloba 49% dos esquemas, e apesar de serem frequentes determinadas CA, é possível identificar a existência de noções corretas sobre algumas das características das camadas da Terra.

Como dissemos, não houve qualquer tipo de sugestão sobre as informações que deveriam ser apresentadas. Em consequência da liberdade na elaboração dos esquemas encontramos nesse grupo alguns que se propuseram a mostrar mais detalhes (CO1), embora com incorreções, e outros que apenas apresentam as camadas sem maiores explicações (BP8).

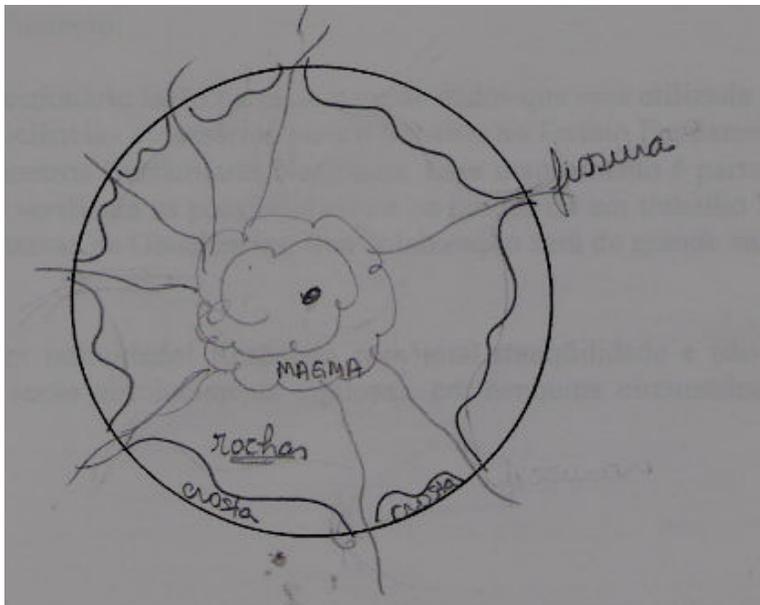
No grupo IV estão os desenhos que ignoram a representação do interior da Terra na forma de camadas concêntricas e/ou que indicam fortes CA. Temos 37% dos esquemas agrupados nesse nível, e embora algumas representações pudessem, num primeiro olhar, parecer extremamente interessantes para análise, não as escolhemos porque quando observamos o conjunto das respostas do sujeito fica clara sua falta de comprometimento, porque não respondeu às demais questões.



CL3 (Ciências) – Neste desenho é difícil perceber se a noção de camadas existe, também não fica clara a noção de profundidade. Aparentemente, as rochas encontram-se em maior profundidade que o lençol de água, no “centro” está o magma. Fica a impressão que o participante representou uma sucessão de “placas” na superfície.

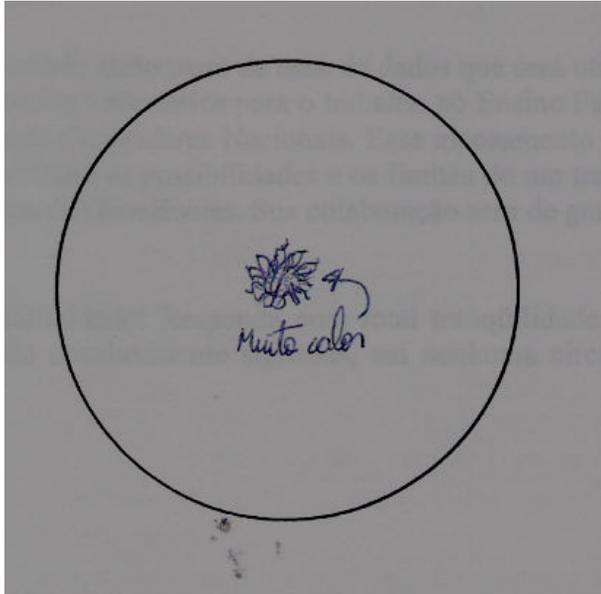


CL6 (Matemática) – Neste exemplo temos apresentada a concepção alternativa de que as camadas no interior da Terra são paralelas (planas), supostamente acompanhando linhas de latitude. Em nossa pesquisa, aproximadamente 1,5% dos respondentes apresentaram essa concepção.

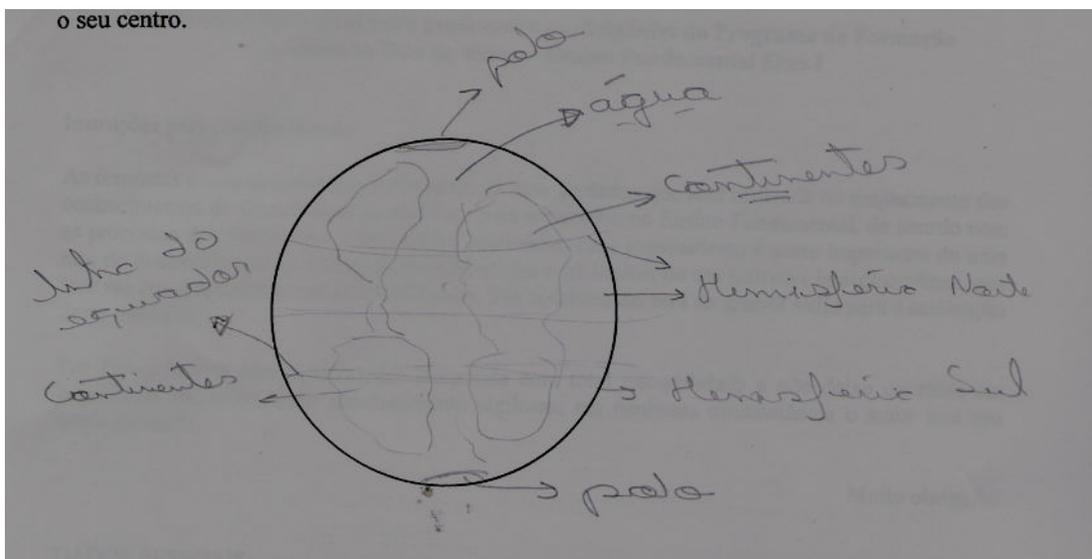


CL11 (Ciências) – Neste esquema é possível identificar uma concepção bastante comum. Do “centro” da Terra partem caminhos que conduzem o magma para saídas na crosta, chamadas aqui de “fissuras”. Nesse caso transparece a idéia

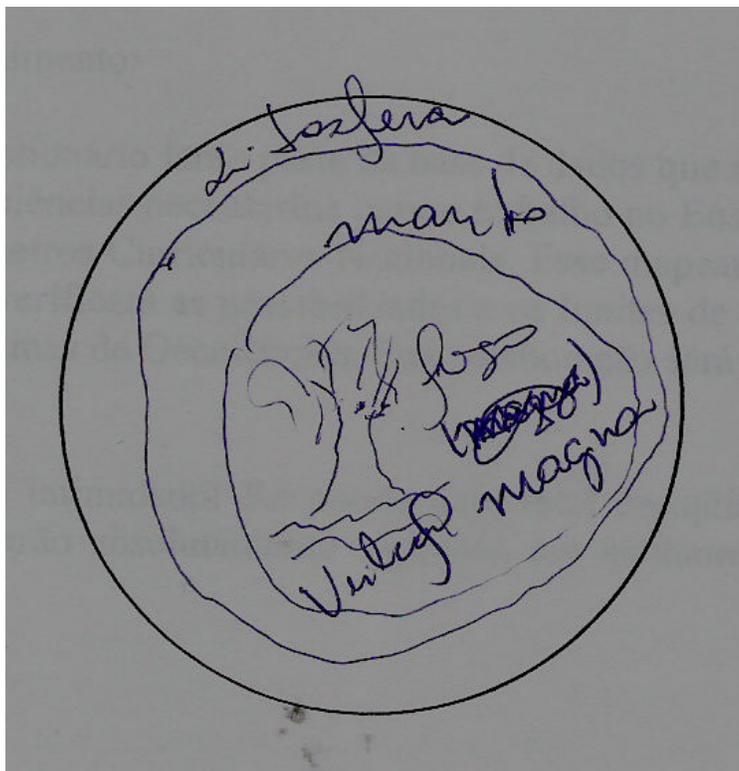
que temos acesso a informações diretas sobre o núcleo do planeta (material que sai dos vulcões?).



SC7 (Matemática) – Neste caso ausência de camadas, nomes, escalas, materiais. Apenas a informação relativa ao calor no “centro”.



SC18 (Ciências) – Neste caso, o esquema do interior foi substituído pelo desenho do exterior.



BP13 (Matemática) - Aqui encontramos CAs várias vezes relatadas na literatura: a presença, não apenas, de magma no núcleo da Terra (por si só uma concepção alternativa), como também a existência de vulcões. Essa imagem, nitidamente, está entre aquelas divulgadas em filmes de ficção científica.

Tabela 5.2. – Distribuição de respostas em cada categoria

Q2	CO	CL	SC	BP	
I	0	0	0	0	0%
II	0	2	4	3	13%
III	7	8	9	11	49%
IV	8	7	5	7	37%
V	1	0	1	0	1%

Também nesta questão não encontramos respostas que pudessem ser enquadradas na categoria I. Se considerarmos que apenas as respostas dessa categoria poderiam ser consideradas corretas, para as expectativas da pesquisa, a situação é bastante preocupante.

A decisão de não indicar quais informações deveriam ser colocadas no esquema foi tomada com a expectativa de que, ao menos os professores que trabalham esse conteúdo, os já o fizeram, conseguissem elaborar um desenho que explicitasse crosta, manto e núcleo (ainda que sem subdivisão), na forma de camadas concêntricas e que essas camadas estivessem em escala correspondente às espessuras conhecidas. Possivelmente, esse é o conhecimento mínimo que a questão requer.

Imagens mostrando vulcões, magma, rochas, água etc. no interior da Terra denotam a existência de concepções alternativas não substituídas por conhecimento científico. Também são marcantes os desenhos que indicam a crosta (ou solo, ou as placas tectônicas) “sob” a superfície.

De tal forma que os resultados gerais para a questão, contidos na tabela 5.2 temos, fornece elementos preocupantes com relação às CA que podem comprometer a compreensão do planeta nas aulas de Ciências.

### **2.3. Terceira questão**

#### **2.3.1 Item “a”**

No grupo I foram agrupadas as respostas que fizeram menção a gases, partículas, magma, material derretido, rocha vulcânica - sem mencionar elementos incompatíveis com o momento, como por exemplo, qualquer tipo de vida, paisagens bucólicas etc.; explicações adequadas justificando a aparência da Terra. Não encontramos qualquer resposta que pudesse ser classificada nesse grupo.

As respostas que apenas identificaram as características chave, sem fornecer qualquer tipo de explicação, foram classificadas no grupo “II”. Também não foram encontradas respostas pertencentes a esse grupo.

No grupo III foram organizadas as respostas que apresentaram ao menos uma das características esperadas, mas cujas explicações não se mostraram suficientes para explicar a aparência da Terra no momento em que foi formada. As respostas não

podem fazer menção a elementos improváveis. Concepções alternativas são comuns nesse grupo de respostas.

CO1 (Ciências). Após o tão propagado Big Bang as rochas (incandescentes) foram se concentrando de dentro para fora. Formando o núcleo e as camadas foram se sobrepondo. Na atmosfera tínhamos gases de CH<sub>4</sub>, de nitrogênio, de carbono, e ar, com vapor d'água.

CL17 (Idem). Muito quente, muitas explosões e transformações.

SC1 (Idem). Um aglomerado de rochas e vulcões e gases.

SC7 (Matemática). Rochosa com muitos gases.

BP3 (Idem). Imagino uma grande nuvem de gases disperso numa imensidão (expalhados) e com o passar dos anos foram se juntando, solidificando até formar esse aglomerado que é hoje).

BP7 (Idem). Um acúmulo de gases e rochas (meteoros) se condensando.

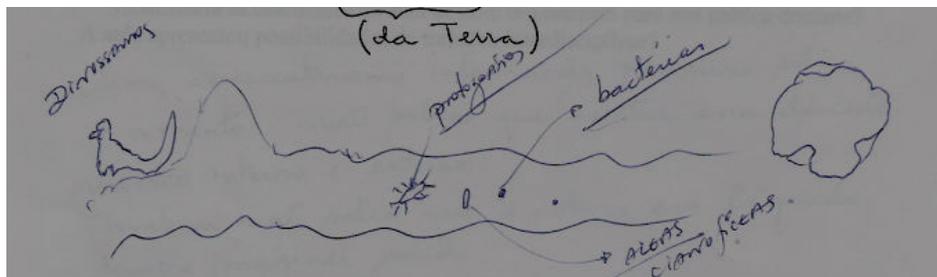
As respostas do grupo IV apresentam elementos não compatíveis com o momento em questão. As respostas apresentam inúmeras CA.

CO15 (Matemática). Na época dos dinossauros, pois sua aparência seria cheia de árvores, animais, ou seja não existiria guerras, brigas, governo etc... deveria ser uma paz só animais disputando entre si.

CL5 (Ciências). Sua aparência ao meu ver, seria num tom azul, com pinceladas de marrom (rochas) e verde (árvores).

SC10 (Idem). Imersa em água.

SC12 (Idem).



SC.17 (Matemática). Um planete regido por explosões vulcânicas, resfriamento com as águas, turbulências, umidade excessiva

BP2 (Idem). Acredito na parte religiosa. Não acredito em explosão e sim na criação Divina. Então a imagino em seu início com as criações ocorrendo cada uma em seu tempo (água, terra, verde, animais e homem).

BC17 (Ciências). De uma aparência quase sem vida sem colorido, muito quente e as vezes muito fria sem sons um ou outro ruído.

Tabela 5.3. – Distribuição de respostas em cada categoria

Q3a	CO	CL	SC	BP	
I	0	0	0	0	0%
II	0	0	0	0	0%
III	1	5	4	4	19%
IV	12	12	14	17	75%
V	3	0	1	0	6%

Nesta questão sobre tempo geológico os números impressionam. Setenta e cinco por cento dos respondentes foram classificados no grupo IV. Algumas respostas indicam a existência de vida desde a formação do planeta, concepções que passam por questões religiosas etc. A ausência de respostas nos grupos I e, principalmente no II, demonstra a dificuldade na enumeração dos elementos presentes. Da mesma forma que relatado por em pesquisa de Libarkin (2005), as respostas dos pesquisados remetem a imagens de filmes de ficção científica.

### 2.3.2. Item “b”

A resposta esperada na categoria I incluía valores entre quatro e cinco bilhões de anos, o que correspondeu a 42%.

*CO10 (Ciências). Cinco bilhões de anos + ou –*

*SC10(Ciências). 4,5 bilhões aproximadamente.*

*BP03 (Matemática). Voltar mais 4,6 bilhões de anos aproximadamente.*

De maneira geral, as respostas que indicaram ser a idade da Terra da ordem de bilhões de anos foram consideradas satisfatórias, e classificadas no grupo II. Encontramos 16 respostas nessa categoria, correspondendo a 22% do total. Considerando-se a soma dos grupos I e II teremos 64% de respostas aceitáveis.

*CO3 (Ciências). Ano exato é impossível, mas seriam alguns bilhões de anos.*

*CL3 (Ciências). Por volta de 3 a 4 bilhões de anos.*

*CL5 (Ciências). Bilhões de anos*

*SC05 (Matemática). Alguns bilhões de anos.*

*SC07 (Matemática). Mais de 5 bilhões de anos.*

*BP17 (Ciências). Bilhões de anos*

No grupo III os que se afastaram da ordem de grandeza dos bilhões de anos, que demonstraram incerteza quanto à unidade de tempo (milhões e bilhões de anos) ou que não mencionaram a unidade de tempo. (22%).

*CO11 (Ciências). Trilhões de anos*

*CL12 (Ciências). Milhões de anos ... A idéia de tempo geológico é central para compreendermos que o ambiente mudou e continua mudando ao longo dos anos ... CL17. ± milhões de anos.*

*CL13 (Matemática). Uns cinquenta anos*

*CL17 (Ciências). ± milhões de anos*

*SC03 (Ciências). 200 a 300 milhões de anos.*

*SC17 (Matemática). Milhões*

Em IV foram incluídas as respostas que apresentaram valores numéricos sem unidade de medida ou forneceram respostas não numéricas.

*CO2 (Matemática). Não sei ao certo. No 1o. capítulo de Gênesis.*

*CO12 (Matemática). ± 1700*

*CO15 (Matemática). 10000 A . C.*

*CL13 (Matemática). Uns cinquenta anos*

*SC09 (Ciências). 4,6*

*BP13 (Ciências). Início da formação da terra.*

Questões em branco ou que os participantes informaram desconhecer a resposta, 12%.

Tabela 5.4 – Distribuição de respostas em cada categoria

<b>Q3b</b>	<b>CO</b>	<b>CL</b>	<b>SC</b>	<b>BP</b>	
<b>I</b>	4	4	11	12	42%
<b>II</b>	4	3	2	7	22%
<b>III</b>	2	5	2	1	14%
<b>IV</b>	3	2	1	1	10%
<b>V</b>	3	3	3	0	12%

A inserção dessa pergunta foi motivada por registros na literatura (AULT, 1982; SCHOON, 1992, TREND, 2000, LIBARKIN, 2005) que destacaram dificuldades na compreensão do tempo geológico e na ordenação de eventos da história da Terra ao longo desse tempo, principalmente quanto ao momento em que surgiu a vida e, particularmente, nossa espécie. As respostas em branco, as respostas não numéricas consideradas vagas (*bilhões de anos*) e as não numéricas incorretas, temos, aproximadamente, 36%.

### 2.3.3. Item “c”.

No grupo I encontram-se os que responderam “não”:

*CO2 (Matemática). Não. Não existiria vida ainda.*

*SC04 (Ciências). Não*

Os que responderam “não” e apresentaram justificativas, ainda que insuficientes ou contraditórias, foram classificadas no grupo II.

*CL8 (Ciências). Não havia nenhum ser vivo no momento da formação da terra → condições climáticas não permitiam.*

*BP06 (Matemática). Não, os organismos começaram a se desenvolver muito tempo depois.*

*BP09 (Ciências). Impossível haver vida, como nós a conhecemos, com temperaturas tão altas, a vida surgiu muito tempo depois, aproximadamente 2,8 a 3 bilhões de anos surgiu a primeira forma de vida dentro de oceanos primitivos, formados pelas intensas chuvas que ocorriam nesse momento. Foi uma mistura de moléculas vindas dos gases da atmosfera primitiva (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> e vapores de água) que sob a ação de fortes descargas elétricas, passados bilhões de anos, originou as primeiras moléculas orgânicas.*

Respostas agrupadas em III dos que responderam “sim”, sem considerar a justificativa.

*CO3 (Ciências). Talvez haveria sim, como por exemplo, seres que já “seriam” adaptados ao fator climático da região.*

*CO4 (Ciências). Sim, seres unicelulares.*

*CO5 (Ciências). Acredito que sim, microrganismos (bactérias).*

*CO12 (Matemática). Dinossauros*

CO16 (Ciências). Lagartos, peixes, árvores etc

CL6 (Matemática). Organismos como vermes, baratas.

SC02 (Matemática). Apenas organismos mais simples possível.

SC10 (Ciências). Sim, pequenas bactérias na água.

SC17. Bactérias e fungos, c/ resistência a alta temperatura.

BP12 (Matemática). Acredito que sim, pois ocorreria apenas sua transformação. Creio que talvez (seja) seria um organismo de tamanho microscópico, porém com condições de subsistência e condições para se adaptar.

BP15 (Ciências). Bactérias, seres em estado de mutação.

No grupo IV ficaram as respostas cuja classificação mostrou-se comprometida devido às dificuldades em analisar o texto (11%).

CL5 (Ciências). Amônia, átomos etc.

CL12 (Ciências). Vestígios de seres que viveram em épocas remotas, influenciados pela órbita terrestre, pela radiação solar ...

CL15 (Matemática). Depois do aparecimento de vapor d'água, creio que começaríamos a encontrar seres microscópicos (amebas, protozoários)

BP07 (Matemática). Não; apenas bactérias e fungos

BP13 (Ciências). Não, haveria microorganismos parecidos com bactérias.

Não responderam 7%.

Tabela 5.5. Distribuição de respostas em cada categoria

Q3c	CO	CL	SC	BP	
I	3	5	5	4	23%
II	3	2	2	3	14%
III	0	3	1	4	11%
IV	7	7	9	10	45%
V	3	0	2	0	7%

A terceira questão, em seus três subitens, abordou o *tempo geológico*. Através das respostas foi possível perceber que as concepções alternativas sobre o assunto são bastante numerosas. Existência de seres vivos das mais variadas espécies desde os momentos iniciais do planeta, imagens desses momentos que remetem a filmes de

ficção científica (um planeta escuro regido por explosões vulcânicas ou, no extremo oposto, lugares bucólicos, com animais pré-históricos correndo livremente). Algumas respostas indicam influência religiosa, mas seu número não é especialmente destacado. Mesmo na questão sobre a idade da Terra, em que os professores mostraram melhor desempenho, encontramos muitas respostas que revelam desconhecimento total do assunto.

Com base na apreciação das respostas das três questões é possível afirmar que os sujeitos da pesquisa apresentaram considerável número de CA e pouco conhecimento científico sobre tempo geológico e sobre o modelo do interior da Terra; temas geológicos que são “matéria a ser ensinada” no ensino fundamental. A análise integral do desempenho é bastante preocupante, evidenciando falhas com relação a esses tópicos que, indiscutivelmente podem comprometer seu ensino.

Mesmo admitindo que em situações de ensino, em sala de aula, o professor estará mais “preparado”, questionamos até que ponto as concepções manifestadas não transparecerão para os alunos.

Conhecedores dessas concepções, devemos nos preocupar com o planejamento de cursos capazes de discutir adequadamente essas CA, no sentido de promover mudanças para conhecimentos mais próximos do que é aceito pela Ciência atualmente.

Os dados reforçam a necessidade de cursos de formação continuada que retomem alguns conteúdos específicos, já esquecidos ou pouco privilegiados na formação inicial. As respostas apontam que muitas vezes os professores possuem conhecimento do vocabulário científico, mas a compreensão de seu significado é limitada. No nível em que as CA se apresentaram, as possibilidades de utilizar esses temas geológicos para uma prática de ensino interdisciplinar são reduzidas.

### 3. Estabelecendo relações entre o questionário fechado e o aberto

Antes de avançarmos na análise das respostas apresentadas às questões abertas queremos estabelecer relações entre os dois instrumentos no sentido de destacar sua complementaridade. As questões de números 2, 5, 8, 14, 17, 20, 22 do questionário fechado referem-se aos mesmos conhecimentos das questões abertas, como apresentado na Tabela 5.6.

Algumas análises estatísticas têm aplicação mais frequente em testes de múltipla escolha, contudo podem abranger também testes dissertativos (GULLIKSEN, 1950) de tal forma que as duas avaliações podem ser comparadas.

Para efeito de comparação atribuímos “certo” ou “errado” às respostas do questionário aberto, de acordo com os critérios abaixo, de forma a “transformá-lo” em um teste de múltipla escolha. Vale lembrar que na análise qualitativa, que será realizada mais adiante, os critérios serão mais flexíveis.

Tabela 5.6. Relação entre questões abertas e fechadas

FECHADA	ABERTA
20. O processo pelo qual se formam as montanhas, e a ocorrência de terremotos, se deve aos mesmos fatores.	1. Explique o evento, ou eventos, que você acredita podem causar um terremoto.
5. Se nós desconsiderarmos os oceanos, a Terra é uma esfera sólida.	2. Faça um desenho do interior da Terra. O círculo representa a superfície e o ponto é o seu centro.
8. A superfície da Terra tem sido a mesma desde o princípio dos tempos.	3. Se você tivesse uma máquina do tempo e pudesse viajar de volta ao momento em que a Terra foi formada: 3a. Como você imagina sua aparência? 3b. Quantos anos você precisaria voltar?
2. O planeta Terra tem 4,6 bilhões de anos.	
14. Dinossauros e humanos viveram na Terra na mesma época.	3c. Haveria alguma coisa viva? Se houvesse, quais organismos você acha que encontraria?

Questão 1 – foram consideradas corretas as que incluíram referências a placas tectônicas, falhas e liberação de energia, sem incluir mecanismos alternativos como clima, tempo, ação humana, animais, temperatura etc.;

Questão 2 – certas as que apresentaram o esquema do interior da Terra como camadas concêntricas e as nomearam: crosta, manto e núcleo. Com relação ao núcleo consideramos corretas tanto as que apresentaram a subdivisão em interno e externo quanto as que o apresentaram como uma unidade;

Questão 3a – certas as respostas que incluíram referências a gases partícula, magma, material fundido, rocha vulcânica;

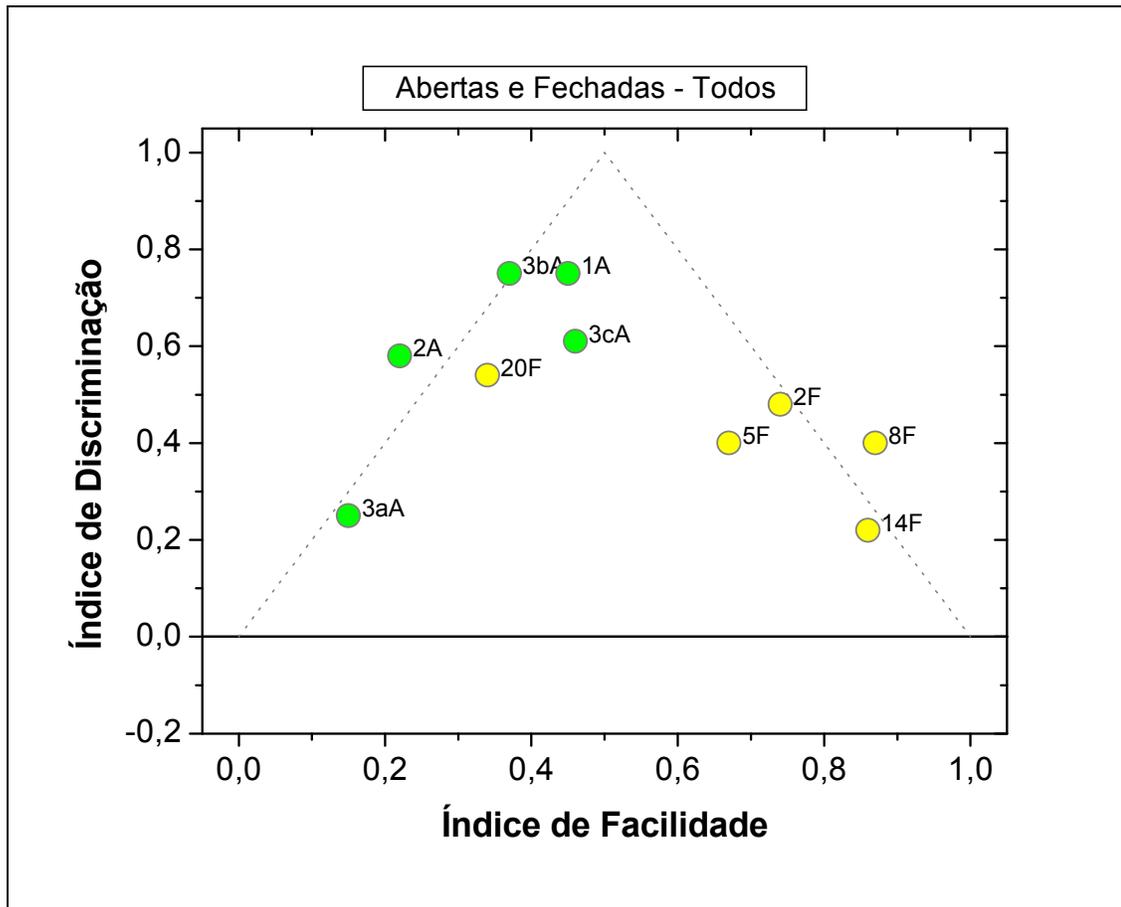
Questão 3b – certas as repostas que situem a idade da Terra entre quatro e cinco bilhões de anos;

Questão 3c – certas as que disseram “não”.

Calculamos os índices de facilidade e de discriminação das novas respostas, para o total de professores, o grupo de Ciências e o grupo de Matemática e apresentamos os resultados, de forma sintetizada, nos gráficos 5.1, 5.2, 5.3, de tal forma que é possível visualizar para cada grupo os dois conjuntos de questões e seus respectivos índices. Questões que se encontram aproximadamente na mesma “altura” têm IDs semelhantes, enquanto que questões igualmente distantes do eixo vertical apresentam o mesmo índice de acertos (IF).

A primeira leitura do Gráfico 5.1 mostra que muitas das questões analisadas são discriminativas, ou seja, são capazes de diferenciar os que têm conhecimento do assunto daqueles que não possuem, pois possuem alto ID. Também é evidente que a maior parte das questões abertas é mais discriminativa que as fechadas, que podem contar com o fator “sorte” na resposta. Quanto aos acertos, o grupo de questões fechadas apresentou índices consideravelmente mais elevados.

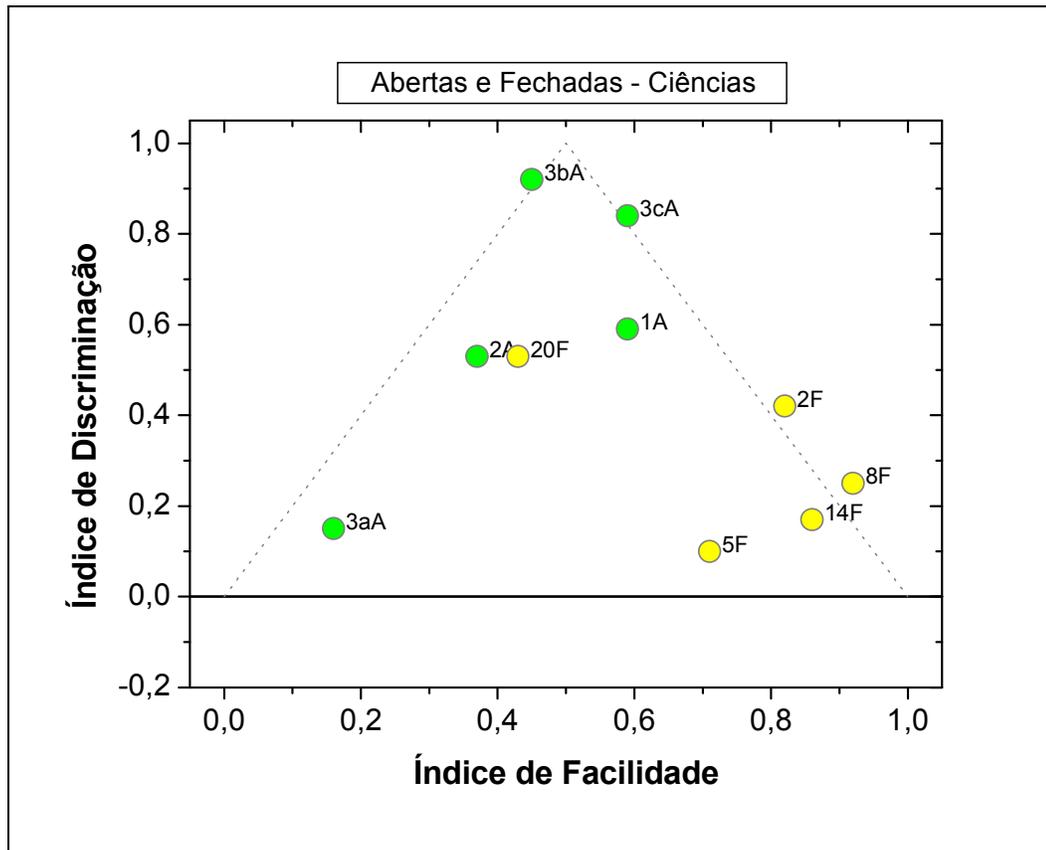
Gráfico 5.1



O par 20F-1A, sobre terremotos, encontra-se próximo, o que indica terem sido semelhantes as dificuldades encontradas nos dois instrumentos. Nas duas questões tivemos índices de acerto inferiores a 50% ( $IF < 0,5$ ) e índices de discriminação elevados. As questões restantes formam dois blocos distintos, distanciados horizontalmente por apresentarem índices de facilidades diferenciados.

Repetindo os procedimentos para os grupos de professores de Ciências e Matemática dois blocos de questões se mantém, com exceção da pergunta 20F, mais próxima das questões abertas. O índice de acertos das questões fechadas ainda é superior ao das questões abertas.

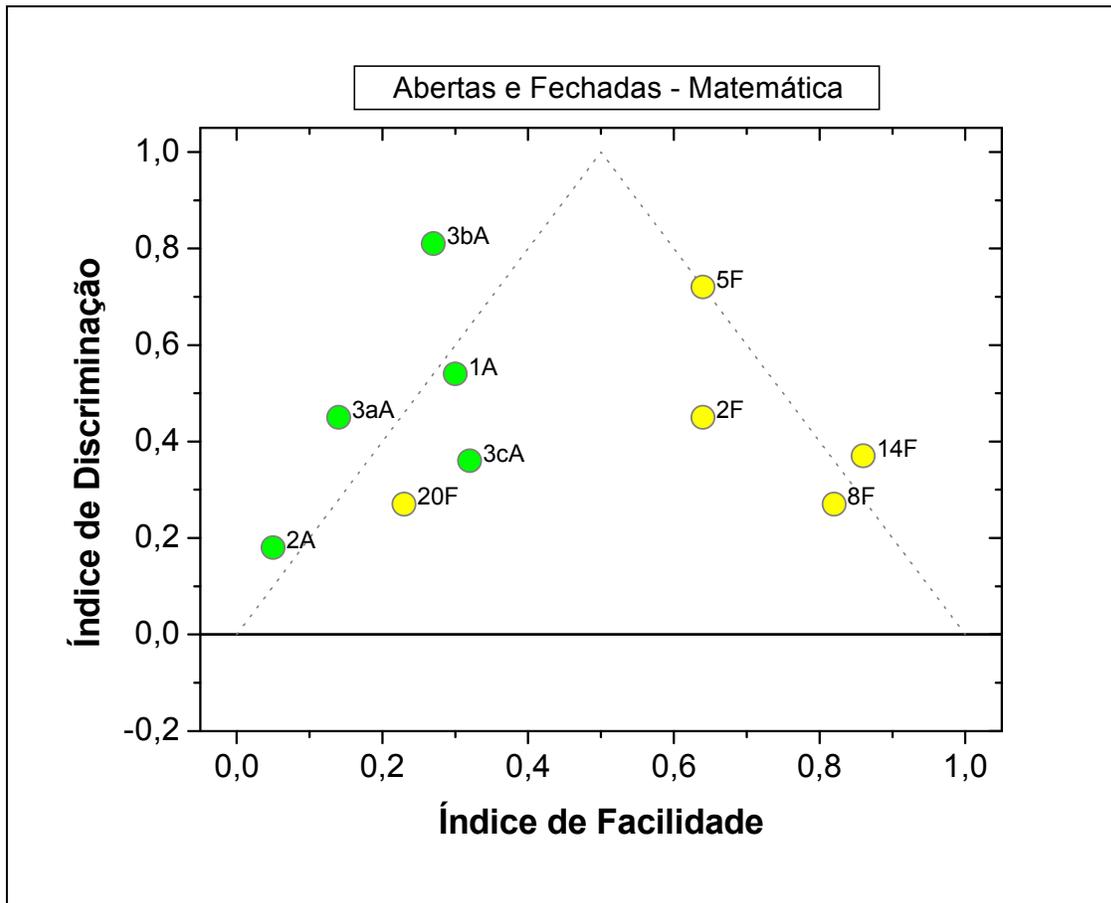
Gráfico 5.2



Em algumas questões o grupo de professores de Ciências revelou diferenças ainda maiores entre o quartil superior (grupo com maiores índices de acerto) e o quartil inferior (menores índices), como podemos observar no Gráfico 5.2, tornando o ID mais elevado do que a amostra como um todo; em contrapartida, as questões abertas apresentaram índices de acerto mais elevados.

No caso dos professores de Matemática os IDs são pouco menores que os do grupo de Ciências e muito próximos dos resultados da *amostra*, como podemos verificar comparando os gráficos 5.1, 5.2 e 5.3. Índices de discriminação menores podem indicar maior homogeneidade no conjunto, o que não significa melhor preparação (os índices de acerto são menores que os do grupo de Ciências), apenas indica não haver diferenças tão destacadas entre os dois quartis.

Gráfico 5.3



Essas observações evidenciam as vantagens de utilizar mais de um instrumento de coleta de dados. Como pudemos observar, assuntos que pareceram familiares aos professores no questionário fechado mostraram-se muito difíceis no aberto.

Também merece destaque o fato das questões relativas ao conteúdo da aula ministrada no Projeto (1A, 2A, 20F e 5F) terem apresentado, nos dois instrumentos, resultados pouco satisfatórios, indicando que a contribuição aos professores, ao menos no nível do conteúdo específico, pode ter sido importante.

#### 4. O questionário reflexivo

Como discutido no primeiro capítulo, analisamos este questionário com a intenção de buscar informações nas “entrelinhas”, no que fica subentendido nas respostas dos professores, e para isso utilizamos uma técnica que traz referências à análise de conteúdo. Destacamos, novamente, que a análise de conteúdo, tal como a entendemos, não foi aplicada rigorosamente.

As questões propostas foram:

1. *Você já conhecia o conteúdo apresentado? Onde havia visto?*
2. *Já tinha trabalhado esses conteúdos com seus alunos?*
3. *Considera as discussões da aula de hoje importantes para sua prática docente? A aula apresentou possibilidades de trabalho interdisciplinar?*
4. *Você já havia pensado no potencial interdisciplinar dos conteúdos de Geociências? Aponte quais seriam as possibilidades e os limites do uso desses conteúdos como eixos integradores.*

A transcrição integral das respostas encontra-se no Anexo 7, constituindo-se no material empírico com o qual trabalhamos e de cuja *leitura flutuante* formulamos hipóteses e categorias de classificação/separação.

Estabelecemos como filtro para análise os temas abordados nos segundo e terceiro capítulos, ou seja, formação continuada e interdisciplinaridade, com o intuito de verificar os diferentes conceitos sobre essas questões que despontam nas respostas.

Escolhemos alguns exemplos representativos de cada subdivisão, sem a pretensão de esgotar no texto todas as respostas que se enquadram na categoria. Como cada questão é analisada separadamente, de forma independente, veremos alguns indivíduos podem se repetir.

#### 4.1. Primeira questão

A análise da primeira questão, com relação ao tema “formação continuada” (FC), apresenta um grupo bastante significativo de indícios, permitindo aprofundar a problemática envolvida na matéria. Veremos, contudo que, com relação à interdisciplinaridade, são parcas e genéricas as informações obtidas.

Além do objetivo óbvio, verificar se o assunto da oficina era de domínio do professor, a questão pretendia averiguar se, em sendo a resposta negativa, onde e como a informação é buscada.

As respostas evidenciam que quando o conhecimento não fez parte de formação inicial, ou mesmo como complemento dessa formação, o professor busca o que lhe falta da maneira que está ao seu alcance. Vejamos, então, algumas falas que demonstram essa atitude:

CO01. Sim, na faculdade e alguns livros.

CO03. Com referência ao conteúdo apresentado, eu tinha uma vaga noção. Já vi em alguns livros e reportagens científicas na T.V.

CO08. Sim, livros didáticos e escola mas não com essa abordagem.

CL02. Sim. Como professora de Ciências trabalho o conteúdo. Conteúdo visto nos livros didáticos.

CL04. Em partes. Dei aulas de Ciências alguns anos no início de minha carreira e também aprendo um pouco em livro que compro para meu filho, que gosta muito dessa área.

CL05. Sim, através dos livros didáticos e paradidáticos.

SC03. Conhecia o básico, sou professora de 5ª e 6ª séries, por isso aprendi sozinha.

SC13. Não todo. Em outros cursos e no observatório.

SC14. Bem superficial. Através de jornal, TV, internet.

BP05. Sim. Na revista Ciências Hoje e livros.

BP12. Não, totalmente. E gostei das explicações e as colocações relacionadas com as matérias. Hoje encontramos muitos veículos de informação. Esperamos encontrar os melhores.

BP14. Sim, no livro a deriva dos Continentes de Samuel Murgel Branco.

Nestes onze exemplos temos uma concentração maciça referindo-se à busca de informações em livros, genericamente falando. Destas, três respostas explicitam os

livros didáticos, duas os paradidáticos, outras duas livros sem qualquer outra especificação e indica que se trata de livro comprado para o filho que gosta desta área (didático?).

Tal diversidade de possibilidades, no interior de um dado, em si mesmo uniformizador, o livro, impõe alguns questionamentos. Primeiro, e mais relevante para os objetivos deste trabalho, o material de apoio do professor está disponível e ao alcance de qualquer aluno ou pai relativamente informado e interessado, de tal forma que o nível de conhecimento do professor e dos alunos (com relação aos conteúdos da aula) são muito próximos.

Outra questão é que, como fica evidente nas respostas, da forma como os livros são mencionados não parece se tratar de material especializado, observe-se que sequer os manuais utilizados no ensino superior são mencionados.

Os problemas identificados são reforçados na medida em que as outras possibilidades de busca de informações para aperfeiçoamento vão claramente corroborar estas tendências. Temos duas respostas em que a TV é o local de onde emanam as informações, todas as outras respostas são unitárias: reportagens científicas, Internet, laboratório, outros cursos, jornais e sozinha.

Observemos que todas elas apontam para uma “solução” indefinida e genérica, ou melhor dizendo, um livro didático define a origem da informação, a Internet, nem tanto, um laboratório ou um jornal, menos ainda. Aparentemente, a informação está ocupando o espaço da formação, isto porque em uma sociedade na qual os meios e possibilidades de informação são exponencialmente crescentes no cotidiano, a *formação* implica em novos desafios, dada sua necessidade crescente de especialização e aprofundamento.

Outro dado interessante que emerge da fala de alguns professores é a aparente não diferenciação entre os conhecimentos adquiridos no ensino médio (por vezes até no ensino fundamental) e os adquiridos nos cursos de graduação. Muitos se referem ao conhecimento “escolar” sem especificar o nível de ensino:

CL08. Conhecia parcialmente – lembranças do meu ensino médio e de matéria de graduação (elementos de Geologia e Geografia).

CL09. Já, no 2º. e 1º. Grau.

SC01. Conhecia superficialmente, da época de escola.

SC05. Do tempo escolar, já.

SC07. Sim, há muito tempo quando fiz o ensino fundamental, mas não lembrava mais. Valeu!!!

BP01. Conhecia, aprendi quando fiz o ensino médio e também na faculdade quando tive aula de geologia.

Para alguns, o contato com os conteúdos deu-se no ensino fundamental, médio ou na graduação. Existe ainda referência à “época da escola” e ao “tempo da escola”. Estas referências carregam implicitamente uma separação entre momentos de vida, de um lado um período eminentemente escolar, mais distante, relativo ao passado, e o momento presente do trabalho como professora. Estes tempos estão articulados pelas lembranças, ou se quisermos pela memória dos entrevistados.

Também não percebemos na fala dos professores diferenciação, quanto ao nível de aprofundamento, dos conhecimentos adquiridos na educação básica ou no ensino superior.

Por outro lado, e confirmando críticas à formação inicial que mostramos no segundo capítulo, é possível apreender nas respostas que, quando surge a necessidade de ensinar conteúdos *não sabidos*, é na prática da sala de aula que o professor aprende enquanto ensina:

CL04. Em partes. Dei aulas de Ciências alguns anos no início de minha carreira e também aprendo um pouco em livro que compro para meu filho, que gosta muito dessa área.

SC09. Sim, o conteúdo é trabalhado em sala de aula.

SC10. Sim. No conteúdo de 5a e 6a série,

SC19. Já estudei um pouco sobre esse conteúdo para poder desenvolver os temas correlacionados nas aulas de Ciências.

BP04. Sim. Na faculdade e ao preparar aula de Ciências (5a série) e Física.

Os exemplos colhidos apontam que o contato com os conteúdos programáticos escolares pode ocorrer pela primeira vez *na prática*, fruto da necessidade que se impõe, muitas vezes, para preparar as aulas.

A turma de Bragança Paulista apresentou uma particularidade interessante, em função do calendário do Teia do Saber. Quatro semanas antes de ministrarmos a oficina, os alunos tiveram uma aula sobre conteúdos geocientíficos que incluíram algumas discussões sobre nosso tema.

BP02. Muito pouco. Em outra aula do curso.

BP03. Um pouco, havia visto na faculdade e na 2ª aula do Teia (2007).

BP15. Sim. Com o professor Juliano da própria Teia.

Essas respostas reforçam que cursos de FC deixam uma contribuição discreta e silenciosa, por vezes adormecida na memória dos participantes, ainda que em algumas ocasiões (não sem razão) esses cursos sejam criticados pelos professores.

Com relação ao segundo filtro, interdisciplinaridade, como dissemos, as inferências são menos expressivas. Apenas em algumas respostas encontramos indícios de preocupação com a questão, o que pode dever-se ao fato da Interdisciplinaridade ser em si mesma uma questão de natureza acadêmica, ou seja, implica em conhecimento metodológico de áreas acadêmicas. É um problema que necessita mais que vivência, necessita elaboração.

CL15. Na minha formação (na graduação) eu tive Geologia, mas isso foi no 1º. ano de faculdade!! Faz tempo... Sou professora de Matemática com habilitação em Ciências, mas nunca lecionei essa disciplina. Para mim foi de grande valia. Pude rever e repensar todo esse conteúdo. Valeu muito!!

CL16. Conhecia parcialmente. Enquanto trabalhava logaritmos li com meus alunos um contexto abordando terremotos e escala Richter, mas o foco era a fórmula da magnitude, que é usado logaritmo. Foi observado também a foto de um sismógrafo.

SC19. Já estudei um pouco sobre esse conteúdo para poder desenvolver os temas correlacionados nas aulas de Ciências.

BP04. Sim. Na faculdade e ao preparar aula de Ciências (5ª série) e Física.

A primeira resposta mostra que mesmo tendo uma formação dupla a interdisciplinaridade não parece ser explorada nas aulas ministradas pelo respondente. O segundo exemplo indica uma tentativa de abordagem interdisciplinar nas aulas de Matemática por um indivíduo cuja formação inicial deu-se na disciplina que ministra. Nas respostas seguintes os participantes possuem formação em Ciências e percebem a

necessidade de explorar os conteúdos de maneira integrada. Embora a quarta resposta seja de um participante mais jovem, que concluiu a faculdade e leciona há poucos anos, não notamos qualquer indício de maior familiaridade com a questão.

Aparentemente, e esta afirmação é feita pela falta de inferências obtidas com relação a esse filtro, o esforço intelectual contínuo e disciplinado, bem como o exercício de abstração, necessários para a uma prática interdisciplinar não têm sido exigidos nos cursos de formação inicial.

#### **4.2. Segunda questão**

A segunda questão analisada sob a ótica da FC, não trouxe novos indicadores, apenas a repetição de alguns dados já explicitados na pergunta anterior:

CL02. Sim, com turmas do Ensino Fundamental (5<sup>as</sup> séries); camadas da Terra, origem dos vulcões.

CL05. Sim, dentro dos livros e revistas, mas num conceito superficial.

Além de pouco representativas, as respostas que sugerem relação com FC aparecem em pequeno número, reforçando, por um lado, que o conhecimento do conteúdo é fruto da necessidade do trabalho, e por outro que as informações pesquisadas em livros didáticos e revistas de divulgação científica são insuficientes.

Quanto ao segundo filtro, interdisciplinaridade, as respostas foram mais numerosas e permitiram algumas inferências novas. Chama-nos a atenção o fato da “responsabilidade” de ensinar os conteúdos relativos ao interior da Terra ter sido transferida aos professores de Geografia, apesar de constar explicitamente dos conteúdos de Ciências do ensino fundamental.

CO01. Trabalhei; há alguns anos atrás hoje o professor de Geografia faz a interdisciplinaridade com Ciências.

CL03. Não; é o professor de Geografia que trabalha esse conteúdo.

CL10. Sim, muito pouco, ficou para Geografia.

BP01. Nunca trabalhei este conteúdo com os alunos, pois este conteúdo foi trabalhado pelo professor de geografia.

Entre as respostas selecionadas apenas a primeira faz menção à interdisciplinaridade, mesmo sem esclarecer como isso ocorre, sugerindo que existe diálogo entre as disciplinas Geografia e Ciências. A abordagem do modelo do interior da Terra via Geografia é necessária e interessante, embora privilegie outros aspectos da questão, contudo, a probabilidade dos professores de Geografia estabelecerem pontes através desse conteúdo com outras Ciências, como Física, Geologia, Química, Biologia, Matemática, certamente é reduzida.

Ministrar aulas de Matemática parece fornecer um salvo conduto para não experimentar uma prática interdisciplinar usando conteúdos geológicos. É grande número respostas em que os professores recorrem à disciplina para se eximirem da responsabilidade de discutir outros conteúdos em suas aulas:

CO02. Não. Eu não sou professora de Ciências.

CO13. Não, formação Matemática.

CL01. Sou da área de Matemática, nunca vi essa possibilidade.

SC01. Não. Trabalho com Matemática.

SC02. Não, a minha formação é matemática.

SC14. Minha área é matemática e confesso que ainda não trabalhei o assunto.

BP02. Não, pois meu conteúdo é matemática.

BP07. Não. Obs: disciplina de Matemática

BP16. Sim, mas atualmente ministro aula de matemática.

BP18. Não, pelo motivo de trabalhar somente Matemática.

É possível que se formulássemos a questão de maneira mais convencional, como por exemplo, “*O que você entende por interdisciplinaridade?*” ou “*Você considera sua prática em sala de aula interdisciplinar?*”, o teor fosse mascarado pela preocupação em responder *corretamente* ao formador/pesquisador. Contudo, *camuflada* em uma pergunta sobre o conteúdo específico, as respostas expressaram de forma honesta a falta de prática interdisciplinar no cotidiano dos professores.

Enquanto que muitos usaram a Matemática como escudo para a falta de abordagem de conteúdos diversificados, um dos docentes exemplifica a preocupação com a questão justamente através de conteúdos da disciplina:

SC07. Não, aliás trabalhei logaritmo na 1a série do ensino médio e só comentei onde havia a aplicação do logaritmo.

Por coincidência, ressaltamos as dificuldades que os alunos apresentam, no ensino médio, para compreenderem o conceito de logaritmo e destacamos que, embora não haja a pretensão de aprofundar essa discussão no ensino fundamental, exemplos interessantes, como das escalas que medem intensidade e magnitude de terremotos, podem deixar latente percepção da importância e a curiosidade para aprender no futuro.

Outro exemplo em que as disciplinas serve de justificativa para procurar uma prática interdisciplinar e para esquivar-se dela:

BP03. Não, pois só trabalho com Matemática e física (3o ano do Ensino Médio) “Eletricidade”

BP04. Sim. Em Ciências e Física

O professor BP03 não vê possibilidade de discutir o tema da oficina com seus alunos *pois* só trabalha com Matemática e Física, enquanto que BP4 *o faz* nas aulas de Ciências e Física.

Como já mencionamos, interdisciplinaridade é um tema que impõe elaboração teórica, além da simples vivência profissional:

BP12. Não, pois falta conteúdo para relacionar e também não há tempo hábil para pesquisas e estudos.

A resposta deixa claro que esse tipo de trabalho requer algo mais que disposição para aprender e buscar em livros, revistas, Internet e documentários de televisão, formas de trabalho interdisciplinar. Requer estudo, maior conhecimento de metodologia e também de conteúdo, que os cursos de FC deveriam prover. É um caminho para além da simples vivência, necessita elaboração.

Na próxima questão, de caráter mais pedagógico, transparecem as concepções de interdisciplinaridade mais comuns entre os professores.

### 4.3. Terceira questão

A terceira questão indica que, para a maioria dos professores, trabalho interdisciplinar consiste em relacionar-se com outras disciplinas:

CO01. Sim, abriu novos horizontes, podendo ser trabalhado com prof. de Matemática, Geografia, Artes, Português (texto) e outros.

CO05. Muito, pois acrescentou novos conhecimentos. Sim, com matemática, física, química, ciências.

CO08. Sim, com certeza Geografia, Ciências, Matemática.

CL15. Sim. Como já comentei só trabalho a disciplina de Matemática mas isso não quer dizer que não possa fazer uma “ponte” c/ Ciências ou Geografia. A aula apresentou, sim uma proposta interessante de interdisciplinaridade.

SC13. Sim, aprofundaram meu conhecimento. Sim, pois há assuntos para várias áreas (mat., fis., biol., port., artes, geog., etc)

BP19. Sim. Eu não tinha conhecimento de algumas informações. Com professores de História, Geografia e Matemática.

Como se vê, a interdisciplinaridade é marcada pela relação entre disciplinas, tendendo sempre a generalizações, como, por exemplo, “diversas disciplinas”. Esta observação é um indício de que existe uma concepção de conteúdo disciplinar óbvio, ou obrigatório, cujo ensinamento é generalizado. É importante reter esta observação, pois ela, de certa maneira, distancia-se da existência de um processo de construção do conhecimento interdisciplinar em que a presença do profissional de educação é fundamental.

Encontramos seis menções ao trabalho com Matemática; sete com Geografia, dois com Artes, Português, Física; quatro com Ciências; um com Química, Biologia, História. Aparecem também respostas genéricas em grande número; nove se referindo a diversas disciplinas e duas, mais de um professor/ colegas.

CO14. Sim, muito importante, pois, mostra como podemos introduzir o conteúdo para os alunos de uma forma mais interessante. E também como podemos trabalhar junto com outras disciplinas.

CL10. Muito interessante. Sim, podemos trabalhar com várias disciplinas.

CL16. Com toda certeza. As minhas anotações e material recebido, darão possibilidades de um novo planejamento de aula e projetos com outros colegas.

BP07. Sim; é muito importante desde que haja continuidade e uma mesma equipe.

Aqui retomamos a questão da interdisciplinaridade de maneira a enfatizar sua complexidade, Há também indícios de que, para alguns professores, ainda que sem explicitar as dificuldades, é na relação com colegas de outras disciplinas que parece residir o problema:

SC03. Sim, acho a interdisciplinaridade é muito legal, mas não depende somente da boa vontade do professor.

BP02. Sim. Acredito que sim, precisando haver interesse e participação do grupo docente.

BP14. Sim, a dificuldade é integrar e interar com os professores de diversas áreas.

Tanto as respostas que apontam as outras disciplinas/várias disciplinas e a manutenção da mesma equipe (garantindo a continuidade do trabalho) como fatores importantes para a interdisciplinaridade, quanto aquelas que questionam a falta de boa vontade, de participação e de integração dos colegas como fatores de impedimento, transparece uma aproximação ao problema bastante imediatista. A produção de conhecimento novo, novas estratégias de ensino, o desenvolvimento de processos de formação profissional e a busca da aprendizagem permanente sequer são mencionados. No fundo, parece estar posto que, basta juntar conteúdos de disciplinas diferentes, que a interdisciplinaridade estará garantida. Não se trata, absolutamente de desenvolver um processo de estudos e aprendizagem.

Em algumas falas aparecem idéias de como realizar um trabalho interdisciplinar, o que reforça e exemplifica claramente o argumento que estamos desenvolvendo:

CO07. Sim, pois na interdisciplinar envolve mais de um professor e cada professor trabalha na sua especialidade.

CO16. Sim, aprendi muito com as discussões. Aprimorei meu aprendizado sobre trabalho interdisciplinar, com certeza ficou bem claro qual professor deverei trocar idéias e até propor a discussão de trabalhar a interdisciplinaridade.

CL04. Sim, ao vencer as barreiras da resistência docente sobre interdisciplinaridade; a aula de hoje subsidia muito esse tipo de trabalho.

CL05. Sim, pois acrescenta com nosso conhecimento e nos viabiliza a melhorar e pesquisar mais. O trabalho interdisciplinar há sempre muitas possibilidades, depende dos colegas o qual trabalhamos, pois é um trabalho coletivo.

SC05. Sim. Sim, pois não devemos ficar limitados apenas em cálculo individual. Mas interagirmos com conteúdos ministrados em outras disciplinas.

SC07. Sim, quanto mais informados mais seguros para se falar de qualquer assunto!

É preciso alertar para a construção da documentação em análise ter sido efetuada pela pesquisadora em situação de atividade pedagógica em processo. Obviamente algumas falas implicam neste presentismo, pleno de entusiasmo, em que a percepção de trabalho permanente torna-se relativamente distante. Vencer barreiras, conhecimento, pesquisa, entrosamento com colegas, boa vontade dos colegas, superar limitações, interação, informação, podem neste sentido, ser indicadores desta postura.

Outra concepção de interdisciplinaridade aparece em respostas mais elaboradas, apontando os projetos temáticos como suporte para o trabalho:

CL16. Com toda certeza. As minhas anotações e material recebido darão possibilidades de um novo planejamento de aula e projetos com outros colegas.

BP05. Sim. Podemos utilizar projetos.

BP16. Sim. Sim. Oportunidade de desenvolver projetos.

Evidentemente, não está em pauta analisar a motivação das respostas dos professores, ou as estratégias presentes nos discursos coletados, mas é importante para os objetivos deste trabalho identificar as inúmeras possibilidades que a documentação empírica oferece.

Os exemplos escolhidos ilustram as concepções de interdisciplinaridade dos sujeitos da pesquisa e confirmam o que a bibliografia já havia revelado: as concepções de interdisciplinaridade dos professores são (ainda) limitadas, influenciadas pelo discurso oficial (na medida em que estão acostumados a trabalhar com projetos estabelecidos pela Secretaria de Educação e coordenados pelas Diretorias de Ensino) e fundamentadas no agrupamento de disciplinas.

Outras respostas tiveram significado especial, pois mostraram que, embora sujeita às limitações de qualquer curso de formação continuada, a aula para além do imediatismo, deixou sua contribuição do ponto de vista conceitual, na medida em que processos, e não apenas circunstâncias, puderam ser valorizados:

CO16. Sim, aprendi muito com as discussões. Aprimorei meu aprendizado sobre trabalho interdisciplinar, com certeza ficou bem claro qual professor deverei trocar idéias e até propor a discussão de trabalhar a interdisciplinaridade.

CL08. Sim - a aula apresentou possibilidades e idéias para trabalhos interdisciplinares e promoveu uma segurança maior para que possa transmitir esse conteúdo.

CL13. Sim, considero muito importante e a aula apresentou muitas possibilidades de trabalho interdisciplinar. Tenho que repensar muitas coisas.

CL14. É muito importante, e já estou pensando em montar um projeto interdisciplinar para o próximo ano com as oitavas séries.

SC10. Sim, algumas informações que muitas vezes não temos acesso, mostrando caminhos e possibilidades que muitas vezes no dia a dia não enxergamos.

BP15. Sim pois faz parte do planejamento. Apresentou porque abordou um tema que relaciona diversas áreas.

Aprimorar o aprendizado, fazer proposições, segurança, repensar, montar projetos, acesso às informações, relações entre áreas: são informações que, seguramente, permitem avançar na direção de aprendizagens processuais, quer sejam discentes, quer sejam docentes.

Queremos enfatizar, e retomaremos o tema adiante, que tanto a formação profissional, quanto a construção de propostas interdisciplinares, são processos que estão em jogo, e é a percepção da existência destes processos, e não de circunstâncias, que pode encaminhar o desenvolvimento destes temas.

#### **4.4. Quarta questão**

A quarta questão foi, sob certo aspecto, pouco esclarecedora, pois as respostas tenderam à homogeneidade monossilábica onde o *sim* e o *não* pareciam estratégias voltadas para o descompromisso.

Respostas iniciadas com *não*, 36 (aproximadamente, 49,5%), iniciadas com *sim*, 25 (34%) e 12 (16,5%) entre os que disseram haver pensado parcialmente e os que apontaram caminhos/temas de trabalho.

Entre os que responderam *não* encontramos respostas simplificadoras, quase que atendendo a uma formalidade:

CO02. Não, nunca havia pensado.

CO06. Não.

CO13. Não. Nunca tive essa noção.

CL03. Não. Teria que avaliar e estudar melhor o assunto.

SC01. Não pensei, pois, não trabalho diretamente nessa área.

Um maior número respostas demonstrou a descoberta de novas possibilidades de trabalho:

CO03. Não havia pensado, mas agora com esse novo panorama já é possível.

CO14. Não nunca havia pensado em trabalhar os conteúdos de Geociências. Agora estarei tentando colocar o conteúdo no meu planejamento para o ano seguinte, buscando apoio ou melhor trabalhar a interdisciplinaridade.

CL06. Não havia pensado pois meu conhecimento nessa área é pequeno mas deu para observar que com apoio podemos relacionar a Geociências c/ a Matemática.

CL14. Não. Tenho dificuldade nesses assuntos, mas agora despertou interesse e vou estudar mais sobre o assunto.

BP06. Não, muitas matérias ou conteúdos se integram naturalmente outras ainda existe um vácuo para a total integração dos conteúdos.

BP11. Na verdade não. Mas este curso me deu algumas idéias, que devo por em prática na escola.

As respostas sugerem que os professores consideraram o encontro motivador. Infelizmente, não houve um “processo”, apenas um “evento”.

Respostas *sim*, aparentemente mais afirmativas, têm estratégias mais sofisticadas. Existe um *sim* burocrático:

SC16. Sim.

BP05. Sim. Porém, nunca tive oportunidade de executar...

BP16. Sim. Mas até o momento nunca trabalhei interdisciplinarmente na U.E

BP20. Sim. Na matemática aplicando em gráficos e situação no espaço e ambiente onde cada um vive e mora.

Um *sim* mais afirmativo (menos evasivo) aponta para esperanças, proposições, expectativas, sugestões indicando dificuldades e problemas e não são elementos que

se referem à *experiência vivida*, mas se referem a *conclusões advindas de experiências vividas* onde se inclui o curso no qual as questões foram formuladas. Não se trata de elementos de análise, mas sim de expectativas.

CO01. Sim, embora por falta de reuniões mais efetivas com prof. de outras áreas não se consegue reunir um maior no. de prof. Devemos insistir para que se abra espaço para essas discussões.

CL02. Sim pois os conteúdos de Geociências estão relacionados com fatores ambientais que são abordados de maneira clara e tem participação dos alunos (mídia, textos, revistas científicas).

CL07. Sim, mas não tinha idéia do potencial desses conteúdos.

SC03. Sim, acredito que a maioria dos conteúdos de ciências (geociências) podem ser ministrados como eixos para a interdisciplinaridade, mas a escola pública está perdida e (acredito) que é um momento de reflexão, por isso muita coisa boa fica sempre para depois.

SC12. Sim. Trata-se de uma Ciência bastante ampla podendo fazer a interdisciplinaridade.

BP12. Sim, é claro que sim. Infelizmente foi dividido os conteúdos em disciplinas e fragmentou os conteúdos e nos deu muita insegurança.

BP13. Sim, exploração do conteúdo com mais aprofundamento das disciplinas.

Entre as diversas respostas que apontaram possibilidades e limites, encontramos:

CO08. Não. A grande possibilidade será a integração entre as outras disciplinas para podermos fazer a ponte (Interdisciplinaridade).

CL08. Este ano, meu primeiro de magistério, trabalho nas Oficinas de Informática e Saúde e Qualidade de Vida em Escola de Tempo Integral (ETI) e constantemente discuto com outros professores a necessidade de integração entre conteúdos trabalhados entre matérias do currículo básico e oficinas e entre as próprias. Esta semana mesmo comentamos (eu e a professora de Geografia) da necessidade de uma matéria de Oficina mais abrangente, que enquadre as Ciências da Terra! Como limitação vejo sempre o envolvimento (ou falta dele) de alguns professores, falta de tempo em comum para planejamento e insegurança para trabalhar temas “menos comuns” ou para fazer associações.

SC06. Não. Limites, nem sempre coincide os conteúdos com outras matérias. Possibilidades, quando combinado com antecedência.

SC08. Não havia pensado. Pré-disposição dos prof. – limites. Possibilidades – ter uma equipe unida.

SC18. Sim, o emprego dessa prática esbarra em muita burocracia, não ocorre reuniões de encontro por área.

SC19. Já trabalhei Sistema Solar com professores de Geografia. Hoje, após essa aula, pensei na possibilidade de trabalhar este conteúdo com professores de Arte, Matemática e História. Acho que limites não existem, todas as matérias apresentam temas que podem proporcionar ligação entre elas.

BP04. Não. Mas após este curso, mesmo tendo conhecimento do tema abordado, este ficou de maneira mais clara, mostrando como podemos “envolver” o aluno c/ o auxílio dos colegas, mas acho que um dos limites que poderei enfrentar será “tempo” para acertar isto com outros professores.

BP14. Sim – possibilidade quando há disponibilidade de tempo e conhecimento do assunto. – Limite é a falta de conhecimento.

BP21. Sim, a possibilidade é grande quando existe interesse único e exclusivo do professor, pelo menos, na maioria das vezes depende apenas dele.

Quando os professores não conhecem o conteúdo que trabalham é difícil esperar que desenvolvam atividades que permitam questionamentos por parte dos alunos, o que torna as pesquisas sobre os diferentes tipos de conhecimento do professor (conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo) fundamentais para obter melhorias no ensino. No caso das Ciências existem particularidades, os avanços científicos nos deixam constantemente desatualizados, mas a velocidade com que as informações circulam, as perguntas sobre novos conhecimentos chegam rapidamente às salas de aula.

As reações dos professores são diferentes. Alguns optam por uma metodologia que não dê margem a questionamentos, como já dissemos, outros procuram ampliar seus conhecimentos, sendo que estes últimos recorrem ao livro didático como suporte para aprender mais sobre o conteúdo científico, bem como na busca de atividades que permitam ensinar esse conteúdo.

Embora seja necessário reconhecer o lado positivo dessa atitude, somos obrigados a apontar alguns problemas, como a insuficiência de uma única fonte de informações e a qualidade das mesmas. A consulta aos livros didáticos pode reforçar erros conceituais, na medida em que, justamente por não terem domínio sobre o assunto, os docentes muitas vezes não se dão conta desses erros.

Outro ponto que pode surgir quando o professor recorre ao livro didático como fonte de informações é o nivelamento entre seu conhecimento (ainda que pese sua maior bagagem cultural ou “tempo de vida”) e o do estudante. Nesse sentido é importante que cursos de formação continuada, de curta, média ou longa duração, sejam oferecidos com frequência.

As respostas às questões três e quatro, ainda que pese sobre elas o imediatismo, são animadoras na medida em que percebemos que existe disposição para agir e melhorar.

## Considerações Finais

---

## Considerações finais

Você já havia pensado no potencial interdisciplinar dos conteúdos de Geociências? Quais seriam as possibilidades e os limites do uso desses conteúdos como eixos integradores.

*Sim – possibilidade quando há disponibilidade de tempo e conhecimento do assunto. – Limite é a falta de conhecimento.*

Embora a natureza do sistema educacional não estimule os professores a se envolverem em cursos de formação continuada de longa duração, acreditamos que a oferta constante de atividades, ainda que na forma de oficinas, contribui para melhorar a prática docente e estimular a aprendizagem de novos conteúdos.

Com essas reflexões desenvolvemos um curso de curta duração para professores do ensino fundamental e analisamos de que maneira temas geológicos podem servir como facilitadores para uma prática de ensino interdisciplinar. Algumas questões que se colocaram na formulação desta tese puderam ser respondidas a partir da pesquisa bibliográfica e da análise de informações coletadas no curso.

As quatro edições da aula-oficina sobre o Modelo do Interior da Terra (cinco, considerando-se a aula piloto), desenvolvida para professores do Projeto Teia do Saber, evidenciou, a partir dos dados dos questionários, que temas geológicos carecem de cursos de maior duração, pois o nível de despreparo do professores é bastante significativo.

Também é possível “ler” nas respostas dos professores que a abordagem de temas geológicos apresentou um universo de possibilidades de ação e integração para as salas de aula.

Segundo Román (2007), a duração dos cursos especificamente não é tão importante quanto o planejamento de longo termo e a ênfase sobre como usar os conhecimentos adquiridos nesses cursos. Nesse sentido, embora seja difícil afirmar que o curso tenha *suprido deficiências* da formação inicial, asseguramos que conseguiu

motivar e mostrar caminhos úteis e aplicáveis. De maneira geral consideramos alcançada a meta de explicitar na ação formas de abordagem interdisciplinar das Ciências com a utilização de temas geológicos.

Escolhemos esses temas por acreditar em seu potencial interdisciplinar para o ensino fundamental, ao mesmo tempo em que reconhecemos limitações e dificuldades impostas pelas deficiências na formação inicial dos professores com relação a eles.

As necessidades formativas levantadas, principalmente a partir das concepções alternativas que emergiram na análise do questionário aberto, são inúmeras e impossíveis de serem resolvidas em uma oficina de oito horas. Contudo, acreditamos que através da percepção das discrepâncias entre as respostas que forneceram aos questionários e os conteúdos geocientíficos/geológicos oferecidos na oficina os professores tomaram ciência de suas dificuldades e, esperamos, das concepções que transmitem aos alunos. O desconforto causado pela explicitação dessas deficiências pode levá-los a rever conceitos e descobrir novas carências.

Infelizmente, as condições da pesquisa não nos permitiram avaliar mudanças conceituais; sendo assim, ganhos em conteúdo não foram mensurados quantitativamente. Para que essa avaliação pudesse ser feita, seria necessário retornarmos aos grupos e reapresentarmos os questionários depois de algum tempo.

Embora esse tenha sido um fator limitante, é possível afirmar que o curso cumpriu seu papel de estimular o desejo de aprender, estudar e rever lições esquecidas, como as respostas do questionário reflexivo confirmam.

Por outro lado, embora reconhecendo que cobrir deficiências da formação inicial, no nível das que se verificam com relação às Geociências/Geologia, não seja possível em cursos de curta duração, o levantamento dos conhecimentos geocientíficos e, principalmente, das concepções alternativas de Geologia é uma ferramenta valiosa. Quando o tempo que dispomos para interagir com os professores é pequeno (cursos de curta duração) este tipo de levantamento aperfeiçoa o planejamento por identificar carências de conteúdos disciplinares.

Completando, por serem temas que ocupam porcentagem significativa do ensino de Ciências e que não são contemplados de forma igualmente representativa na formação inicial, os conteúdos geológicos/geocientíficos acabam transferidos para os professores de Geografia ou relegados à segundo plano. Sendo assim, ainda que por meio de cursos de curta duração é possível contribuir para a solução de problemas que emergem na prática docente, como consequência de deficiências da formação inicial.

Por outro lado, as contribuições e, também os limites, que podem ser extraídos de temas geológicos para prática de ensino interdisciplinar evidenciaram-se nas falas dos professores:

[...] pois os conteúdos de Geociências estão relacionados com fatores ambientais que são abordados de maneira clara e tem participação dos alunos (mídia, textos, revistas científicas).

Não havia pensado pois meu conhecimento nessa área é pequeno mas deu para observar que com apoio podemos relacionar a Geociências c/ a Matemática.

Não. Tenho dificuldade nesses assuntos, mas agora despertou interesse e vou estudar mais sobre o assunto.

Nunca havia pensado no potencial interdisciplinar dos conteúdos de Geociências. Mais ainda acho que é muito complicado todos professores trabalharem em conjunto.

Não, talvez por ser de outra área, e estarmos acostumados ainda, ao método mais tradicional. Existe sim a possibilidade desde que exista força de vontade do grupo. O limite, muitas vezes é a falta de material e de união.

Não. Mas após este curso, mesmo tendo conhecimento do tema abordado, este ficou de maneira mais clara, mostrando como podemos “envolver” o aluno c/ o auxílio dos colegas, mas acho que um dos limites que poderei enfrentar será “tempo” para acertar isto com outros professores.

As respostas são significativas, pois demonstram vontade de aprender, consciência das limitações e traduzem algumas dificuldades da prática docente com relação a tempo, receptividade dos colegas, material etc.

Também é possível inferir das respostas que as concepções de interdisciplinaridade não estão claramente definidas, sendo forte a influência de exigências externas que se impõem à prática docente, como projetos educacionais estabelecidos pelas diretorias de ensino. Isto não significa que os professores sejam

resistentes às práticas docentes, apenas não tiveram oportunidade (tempo talvez?) de investigar e adotar uma concepção adequada às suas necessidades.

A prática interdisciplinar, condição chave para o ensino atual, apresenta-se como terreno de indefinições na formação de professores, na medida em que não se trata de conhecimento fechado, ao contrário, apresenta variadas conotações.

Iniciamos a pesquisa voltados para as diferentes conceituações da palavra para pesquisadores e professores. Chegamos ao final acreditando que a interdisciplinaridade é polissêmica não apenas por ter várias interpretações, mas por apresentar diversos caminhos e múltiplas possibilidades de integração de conteúdos e práticas pedagógicas, que surgem ao explorarmos as diferentes inter-relações entre as Ciências. Detectar estas possibilidades diferenciadas de relação entre disciplinas e pessoas é aspecto chave para o planejamento de cursos de formação de professores. Nesse sentido os temas geológicos são muito ilustrativos, pois permitem o diálogo entre todas as Ciências Naturais e a Matemática.

Na falta desses cursos, ou outros recursos, os professores recorrem à fontes de informações pouco qualificadas quando necessitam de conteúdos que desconhecem mas que são obrigados a ministrar por força da profissão. No que se refere aos processos de constituição dos saberes é importante lembrar que, apesar de ser esperado virem de fontes variadas, no caso dos professores investigados o livro didático mostrou-se fonte prioritária, quase única. As revistas de divulgação científica e a televisão também ocupam espaço privilegiado, como mostraram preocupantes evidências encontradas nas respostas.

Com relação ao livro didático, além da evidente preocupação com a qualidade da informação transmitida, há um fator agravante: na medida em que professores e alunos se utilizam das mesmas fontes de informação o conhecimento fica cada vez mais nivelado e com um nível de qualidade abaixo do desejado. Foi possível perceber nas respostas dos professores a influência que imagens divulgadas pela televisão, principalmente filmes de ficção científica, exerce sobre o imaginário e que se confunde com conhecimento científico.

Quanto à recomendação de realização de cursos conjuntos para professores de Ciências e de Matemática, nos norteamos por dois aspectos. Em primeiro lugar, a partir de observações estritamente pessoais das oficinas, podemos afirmar que não houve diferenças em interesse e participação dos dois sub-grupos nos cinco grupos que tivemos contato. Desse ponto de vista, os cursos seriam recomendáveis.

Ao dividirmos a amostra em subgrupos, de acordo com a formação inicial, não julgávamos de todo improvável que os professores de Matemática apresentassem maior número de concepções alternativas, devido à ausência de conteúdo geológico/geocientífico em sua formação inicial. Mas os dados não apresentaram diferenças substantivas entre ambos, tanto no que diz respeito aos conhecimentos de Geologia e quanto às concepções alternativas de Geologia, que possam se configurar em impeditivos para o curso.

A possível razão para esse resultado reside no descuido com que conhecimentos geológicos são tratados na formação inicial dos professores de Ciências, conduzindo a diferenças pouco significativas de conhecimento entre os que (supostamente) tiveram o conteúdo na formação inicial (Ciências) e os que não passaram pela instrução formal (Matemática).

Neste caso, por se tratar de “algo novo” e “pouco específico da formação de ambos”, conforme caracterização dos próprios professores durante o curso, não ocorrem situações de desmotivação e desinteresse nas aulas. Esse “nivelamento” não intencional acaba sendo um fator positivo para o desenvolvimento dos cursos conjuntos de curta duração, o que, obviamente, não deve servir de justificativa para a qualidade da formação dos professores de Ciências com relação aos conteúdos geológicos.

Este resultado reforça o que afirmamos nesta tese: a formação dos professores de Ciências com relação a temas geológicos é insuficiente e precisa ser repensada e tratada com a devida responsabilidade que o problema requer.

Ainda assim, do ponto de vista de exploração do potencial interdisciplinar, desejamos que a “descoberta das possibilidades” e a “intenção de aprofundamento” no tema, expressos nas falas dos professores, vá além do imediatismo despertado pelo

envolvimento com a oficina, de forma a permitir que essa importante ferramenta possa ser mais bem aproveitada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P. E.; TILLOTSON, J. W. Why research in the service of science teacher education is needed. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 32, n. 5, 1995, p. 441-443.
- ANDRÉ, M. Pesquisa, formação e prática docente. In: ANDRÉ, M. (org.). **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores**. Campinas: Papirus, 2001. p.55-69.
- APPLE, M. Relações de classe e de gênero e modificações no processo de trabalho docente. **Cadernos de pesquisa**, n.60, 1987. p. 3-14
- AUGUSTO, T. G. da S. et. al. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área de ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência e Educação**. Bauru: v. 10, n. 2, 2004. p. 277-289.
- AUGUSTO, T. G. da S.; CALDEIRA, A. M. de A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em ensino de ciências**, v. 12, n.1, 2007. p.139-154.
- AULT JR, C.R. Time in geological explanations as perceived by elementary-school students. **Journal of Geological Education**, v.30, 1982. p. 304-309.
- \_\_\_\_\_. Criteria of excellence for geological inquiry: the necessity of ambiguity. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, 1998. p.189-212.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBOSA, D. A competência do educador popular e a interdisciplinaridade do conhecimento. In: FAZENDA, I. C. A. (Coord.) **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Ed. Cortez, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: 70 LDA, 2004.
- BARRA, E. S. O. Modelos da mudança Científica: Subsídios para as analogias entre História da Ciência e Ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol. 10, n. 2, 1993, p. 118-127.

BEANE, J. A. **Curriculum integration: designing the core of democratic education.** New York: Teachers College, 2003.

BEILFUSS, M. **A study of undergraduate student's alternative conceptions of the earth's interior using drawing tasks.** Indiana: University Indiana, 2004.

BENBASAT, I.; GOLDSTEIN, D. K.; MEAD, M. The case research strategy in studies of information systems. **MIS Quarterly**, n. 4, 1987. p. 368-386.

BERGER, C. **Opinions et réalités.** In: Seminário Internacional sobre Interdisciplinaridade nas Universidades. OCDE, 1972.

BEVIÁ, J. L. El papel de la investigación didáctica en la organización del nuevo currículo de Geociências. In: MARQUES, L; PRAIA, J. **Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário.** Aveiro: Tipave, 2001. p.59-92.

\_\_\_\_\_. An analysis of the annotated drawings of the internal structure of the earth made by students aged 10-15 from primary and secondary school in Spain. **Teaching Earth Sciences.** V.19, n.3, 1994. p.83-89.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Qualitative research for education: an introduction for to theory and methods.** Boston: Allyn & Bacon, 1982.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 23 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União.** Brasília: Congresso Nacional, 1996. (Lei Darcy Ribeiro, Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996).

\_\_\_\_\_. BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Escassez de professores no ensino médio: propostas estruturais e emergenciais.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/escassez1.pdf>. Acesso em 02 ago. 2008.

Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais : terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental.** – Brasília : MEC/SEF, 1998a.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais : Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental.** . Brasília : MEC / SEF, 1998b.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais : terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais / Secretaria de Educação Fundamental.** – Brasília : MEC/SEF, 1998c.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, 1999.

- CALDEIRA, A. M. S. **La práctica docente cotidiana de una maestra y el proceso de apropiación y construcción de su saber**. Barcelona: Universidade de Barcelona, 1993. Tese (Doutorado).
- CANDAU, V. **Novos rumos da licenciatura**. Brasília: INEP; Rio de Janeiro: PUC/RJ, 1987.
- \_\_\_\_\_. Formação continuada de professores: Tendências Atuais. In: REALI, A. M. M. R. e MIZUKAMI, M. G. N. (Orgs.) **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EDUFSCAR, 2003, p. 139-152.
- CANTO, R. S. **Teoria, saber docente e formação de professores de ciências**. Departamento de Educação/PUC-Rio. Rio de Janeiro. 1998. Dissertação (Mestrado)
- CARDOSO, A. et al., Interdisciplinaridade: fatos a considerar. **R.B.E.C.T.** v. 1, n.1, jan - abr., 2008.
- CARLOS, J. G. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília. Brasília, 2007, Dissertação (Mestrado)
- CARNEIRO, C. D. R.; TOLEDO, M. C. M. de; ALMEIDA, F. F. M. de. Dez motivos para a inclusão de temas Geologia na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**. v.34, n.4, dez. 2004. p.553-560.
- CARNEIRO, C. D. R. et. al. **Introdução ao estudo de Ciência do Sistema Terra**. Campinas: UNICAMP; IG; DGAE, 2003. Apostila de curso.
- CARVALHO, A. M. P. **A formação do professor e a prática de ensino**. São Paulo: Pioneira, 1988.
- \_\_\_\_\_. A pesquisa em sala de aula e a formação de professores. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007, p. 193-218.
- \_\_\_\_\_. Quem sabe faz, quem não sabe ensina: Bacharelado x Licenciatura. **XIV Reunião Anual da ANPED**. São Paulo, 1991.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL PEREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.
- CASTRO, A. M. D. A. **Um salto para o futuro: uma solução na capacitação do professor?** Natal: UFRGN/Programa de Pós-Graduação em Educação. 1998. Dissertação (Mestrado).
- CHAMIZO, J. A.; HERNÁNDEZ, G. Evaluación de los aprendizajes. Cuarta parte: construcción de preguntas, V de Gowin y examen ecléctico individualizado. **Educación Química**, v.11, 2000, p 182-187.

- CHINEN, J. **A fala do professor como um dos elementos de sua formação continuada**. Campinas: FE/UNICAMP, 1999. Dissertação (Mestrado).
- CLAUDIO, C. **Características seleccionadas de los bachilleratos de las instituciones de educación superior de Puerto Rico**: selected characteristics of Puerto Rican higher education institutions. San Juan: Consejo de Educación Superior. 2002.
- CLEMENT, J. Students' preconceptions in introductory mechanics. **American Journal of Physics**, v.50, n.1, jan. 1987, p. 66-71.
- COMPIANI, M. Geologia/Geociência no Ensino Fundamental e a Formação de Professores. **Geologia USP. Public. Espec.**, São Paulo, v.3, p.13-30, setembro, 2005.
- CUNHA, A. M. de O.; KRASILCHIK, M. **A formação continuada de professores de ciências**: percepções a partir de uma experiência. 2001. Disponível em: <<http://168.96.200.17/ar/libros/anped/0812T.PDF>> Acesso em: 26 dez. 2008.
- CUNHA, C.A.L. **Geologia introdutória nas instituições de ensino superior no Brasil**: análise dos cursos de ciências e geografia. Campinas: 1995, 226p. (Tese, Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- CURADO, M. C. C. **Ação pedagógica em Física no ensino médio**: contribuições da História da Ciência – um estudo de caso. Campinas: UNICAMP, Faculdade de Educação, 1999. (Dissertação, Mestrado).
- DODICK, J.; ORION, N. Geology as historical science: its perception within science and the education system. **Science & Education**, v.12, 2003. p. 197-211.
- DELATTRE, P. Disciplinares (Recherches). In: **Encyclopedia universalis**. 1984.
- DELAUGHTER, J. et. al. Preconceptions about earth science among students in an introductory course. **Eos**, v.79, n.429, 1998.
- DEMAILLY, L. **Modelos de Formação Contínua e Estratégias de mudança**. In: NÓVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Don Quixote, 1992.
- DICKEL, A. Que sentido há em se falar em professor-pesquisador no contexto atual? Contribuições para o debate. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. de A. (orgs.). **Cartografias do trabalho docente**: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, Mercado de Letras, 1998. p. 33-71.
- DOYLER, W.; PONDER, G. The ethic of practicality: Implications for curriculum development. In: MOLNAR, A.; ZAHORIK, J. (eds.) **Curriculum Theory**.

- Washington, D.C.: Association for Supervision and Curriculum Development. 1977. p. 74-80.
- EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, 1989, p. 532–550.
- ELLIOTT, J. **La investigación-acción en educación**. Madri: Morata, 1990.
- FIORENTINI, D.; SOUZA JR., A. J. de; MELO, G. F. A. de. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. de A. (orgs.). **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado de Letras, 1998, pp. 307-335.
- FAZENDA, I. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. São Paulo: Loyola, 1979.
- \_\_\_\_\_. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papyrus, 1994.
- \_\_\_\_\_. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, 1991.
- FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**. Buenos Aires: Colihue, 1994.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Plano, 2005.
- FREITAS, H. et. al. Dinâmica do processo de coleta e análise de dados via web. **Congresso Internacional de Pesquisa Qualitativa**. Taubaté/SP: 24 a 27 mar., 2004.
- FRODEMAN, R. Geological reasoning: geology as an interpretative and historical science. **GSA Bulletin**, v.107, n.8, p. 960-968, 1995.
- \_\_\_\_\_. A epistemologia das Geociências. In: MARQUES, L; PRAIA, J. **Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário**. Aveiro: Tipave, 2001, p.59-92.
- GARCÍA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto, 1999. (Coleção Ciências da Educação – Século XXI)
- \_\_\_\_\_. Pesquisa sobre formação de professores: o conhecimento sobre aprender a ensinar. **Revista Brasileira de Educação**, v. 9, 1999, p. 51-75.
- GARRIDO, E.; CARVALHO, A. M. P. Discurso em sala de aula: uma mudança epistemológica e didática In: **Coletânea 3ª Escola de Verão**. São Paulo: FEUSP, 1995.
- GATTI, B. A formação docente: o confronto necessário. Professor x Academia. **Educação Brasileira**, vol.14, n. 28, p.39-47, jan/jul 1992.

- GEBARA, M. J. F. **O ensino e a aprendizagem de física**: contribuições da história da ciência e do movimento das concepções alternativas - um estudo de caso. Campinas: FE/UNICAMP, 2001. Dissertação (Mestrado).
- GEBARA, M. J. F.; KULAIF, Y. A elaboração do conceito de interdisciplinaridade: primeiras aproximações de um projeto de formação continuada de professores da educação básica. **Simpósio Nacional sobre Ensino de Geologia no Brasil**, 1; Simpósio de Pesquisa em Ensino e História de Ciências da Terra, 3, 2006.
- GENTNER, D.; GENTNER, D. R. Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (Eds.). **Mental models**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1983, p. 101-130.
- GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. de A. (orgs.). **Cartografias do trabalho docente**: professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado de Letras, 1998.
- GIL-PEREZ, D. New trends in science education. **Internacional Journal Science Education**. v. 18, n. 8. 1996, p. 889-901.
- GIJÓN, A. C. La Geologia como área interdisciplinar. **Henares**, v.2, 1988. p. 367-387.
- GÓMEZ, A. P. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. (Org). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1997.
- GONÇALVES, T. O.; GONÇALVES, T. V. O. Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. de A. (Orgs.). **Cartografias do trabalho docente**: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, Mercado de Letras, 1998, pp. 105-134.
- GONÇALVES, P. W.; SICCA, N. A. L. O que pensam os professores sobre Geociências e educação ambiental? (Levantamento exploratório de concepções de professores de Ribeirão Preto, SP). **Geologia USP. Public. Espec.**, São Paulo, v.3, p.13-30, setembro, 2005.
- GOSSELIN, D. C.; MACKLEM-HURST, J. L. Pre-/Post-Knowledge assessment about an earth science course for elementary/middle school education majors. **Journal of Geoscience Education**, v. 50, n.2, Mar., 2002. p.169-175.
- GUIMARÃES, E. M. A contribuição da geologia na construção de um padrão de referência do mundo físico na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, 2004.
- GULLIKSEN, H. **Theory of mental tests**. New York: Wiley, 1950.

GUSDORF, G. **A interdisciplinaridade**: ciências humanas. Rio de Janeiro: v.1, n.2, jul - set, 1977. p.13-22.

\_\_\_\_\_. Conhecimento interdisciplinar. Enciclopédia Universalis, vol.8, 1986, pp. 539-549. In: POMBO, O. et. al. **Interdisciplinaridade**: antologia. Porto: Campo das Letras, 2006.

IMBERNON, R. A. L. et al. **Análise crítica dos conhecimentos de Geociências de alunos 1º., 2º. E 3º. Graus e professores de 1º. E 2º. Graus**. Primeiros Resultados. Cadernos IG/UNICAMP. Volume especial, n.2, 1994.

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.) Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. Petrópolis: Vozes, 2002. In: LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**. Florianópolis, agosto, 2005.

JAPIASSU, H. A atitude interdisciplinar no sistema de ensino. **Revista Tempo Brasileiro**. Rio de Janeiro: v. 108, jan./mar, 1992. p. 83-94.

\_\_\_\_\_. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JOHNSON, B.; ONWUEGBUZIE, A. Mixed Methods Research: A Research Paradigm Whose Time Has Come. **Educational Researcher**, v. 33, n. 7, 2004, p. 14-26.

KANE, P. R. **An overview of techniques for identifying,acknowledging and overcoming alternate conceptions in physics**. Disponível em: <<http://Minerva.ufpel.tche.br/~histfis/>>. Acesso em: 26 mai. 1998.

KIERAS, D. E.; BOVAIR, S. The role of a mental model in learning to operate a device. **Cognitive Science**, v.8, 1984, 1984, p. 255-274.

KING, C. The Earth's mantle is solid: teachers' misconceptions about the earth and plate tectonics. **School Science Review**. V.82, n.298, 2000. p.57-65.

\_\_\_\_\_. The response of teachers to new subject areas in a national science curriculum: The case of the earth science component. **Science Education**. v. 85, 2001, p. 636- 664.

KLEER, J.; BROWN, J. S. A qualitative physics based on confluences. In: BOBROW, D. G. (Ed.). **Qualitative reasoning about physical systems** Cambridge: MIT Press, 1985, p. 7-83.

KLEIN, J. T.. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2001, p.109-132.

\_\_\_\_\_. **Interdisciplinarity: history, theory & practice.** Detroit: Wayne State University, 1990.

KRASILCHIK, M. Formação de professores e ensino de ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. **Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano.** Campinas: Autores Associados; São Paulo: NUPES, 1996. (Coleção Formação de Professores)

\_\_\_\_\_. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EPU, 1987.

KURDZIEL, J. P.; LIBARKIN, J. C. Research methodologies in science education: undergraduate research mentoring, teacher workshops, and K-12 outreach activities. **Journal of Geoscience Education**, v. 50, 2002. p. 602-609.

LACREU, H. L. Las geociencias en la alfabetización científica. In: KAUFMAN, M.; FUMAGALLI, L. (Org.). **Enseñar ciencias naturales: reflexiones y propuestas didácticas.** Buenos Aires: Paidós, 2000. p. 239-270.

LALANDE, A. **Vocabulário técnico e científico da filosofia.** Porto: Rés, s.d. v.2.

LENOIR, Y. A importância da interdisciplinaridade na formação de professores do ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo: v. 102, 1997. p. 5-22.

LEVIE, W. H.; LENTZ, R. Effects of text illustrations: a review of research. **Educational Communication and Technology Journal**, 1982. p. 195-232.

LIBARKIN, J. et. al. Qualitative analysis of college students' ideas about the Earth: interviews and open-ended questionnaires. **Journal of Geoscience Education**. v. 53, n.1, Feb., 2005, p.17-26.

LIBARKIN, J. C.; KURDZIEL, J. P. Research methodologies in science education: The qualitative-quantitative debate. **Journal of Geoscience Education**, v. 50, 2002. p. 78-86.

LOTTERMANN, C. L; FRISON, M. D. Concepções de estudantes e professores de ciências sobre o desenvolvimento de trabalho interdisciplinar. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 14, 2008. Disponível em: <[www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/listaresumosposter.htm](http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/listaresumosposter.htm)>. Acesso em: 15 de novembro de 2008.

LOUREIRO, W. N. (Org.) **Formação e profissionalização docente.** Goiânia: UFG, 1999.

LÜDKE, M. Avaliação institucional: formação de docentes para o ensino frundamental e médio - as licenciaturas. **Cadernos CRUB**. Brasília, v 4, set. 1994.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MAGALHÃES, E. M. **Interdisciplinaridade: por uma pedagogia não fragmentada**. Disponível em: [www.ichs.ufop.br/AnaisImemorial %20do%20ICHS/](http://www.ichs.ufop.br/AnaisImemorial%20do%20ICHS/) . Acesso em: 15 de novembro de 2005.
- MANDL, H.; LEVIN, J. R. (eds.). **Knowledge acquisition from text and pictures**. Amsterdam: Elsevier, 1989.
- MANIFESTO SBF**. Disponível em: [http://www.ceunes.ufes.br/downloads/PDE-SBF-A\\_reforma\\_da\\_Educacao\\_Superior\\_e\\_Urgente.pdf](http://www.ceunes.ufes.br/downloads/PDE-SBF-A_reforma_da_Educacao_Superior_e_Urgente.pdf) Acesso em: 4 ago. 2008.
- MANIR, M. O apagão anunciado de professores. **O Estado de São Paulo** - Caderno Aliás. 08 jun. 2008. Disponível em: <http://www.estado.com.br/suplementos/ali/2007/07/08/ali>. Acesso em 02 jun. 2008.
- MARANDINO, M. A formação continuada de professores em ensino de ciências: problemática, desafios e estratégias. In: CANDAU, V. **Magistério – Construção Cotidiana**. Petrópolis: Vozes, 1997.
- MARIN, A J. Educação continuada: introdução a uma análise de termos e concepções. In: **Caderno CEDES**. Campinas: Centro de Estudos Educação e Sociedade. V.95, n.36. 2002. p.111.
- MARQUES, L.; THOMPSON, D. Portuguese's student's understanding at ages 10-11 and 14-15 of the origin and nature of the earth and the development of life. **Research in Science and Technological Eduation**, v.15, n.1, 1997. p.29.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Santa Catarina: v. 12, n. 3, 2005. p.164-214.
- MAYER, R. E. Models for understanding. **Review of Educational Research**, v. 59, 1989. p. 43-64.
- McKERNAN, J. **Investigación-acción y curriculum: métodos y recursos para profisionales reflexivos**. 2. ed. Madri: Morata, 2001.
- McPHEE, J. **Basin and range**. New York: Farrer, Strauss and Giroux, 1980.
- MENEZES, L. C. Características convergentes no ensino de ciências nos países ibero-americanos e na formação de seus professores. In: MENEZES, L.C. (Org.) **Formação continuada de professores de ciências no âmbito iberoamericano**. São Paulo: Autores Associados. 1996. p. 45-58.

- MILANESI, I. **A interdisciplinaridade no cotidiano dos professores**: avaliação de uma proposta curricular de estágio. Campinas: FE, Unicamp, 2004. Tese (Doutorado).
- MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 1997.
- MION, R. A. **Investigação-ação educacional e formação de professores de física**: tecendo análises da própria prática. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0080-1.pdf> Acesso em: 26 dez. 2008.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Universidade de Brasília, 1999.
- \_\_\_\_\_, M. A. A Teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciência e as pesquisas nesta área. **Investigação em ensino de ciências**. Porto Alegre: v.7, n.1, mar. 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>. Acesso em: 25 set. 2008.
- MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. **Jornal de Ciências & Ensino**. São Paulo: UNICAMP, 2003.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigação em ensino de ciências**. Porto Alegre: v.1, n.1, 1996. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>. Acesso em: 06 ago. 2008.
- \_\_\_\_\_. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? In: **Escola de verão de prática de ensino de Física, Química e Biologia** (10-14 de outubro), Serra Negra, 1994
- NARDI, R. Avaliação de livros e materiais didáticos para o ensino de ciências e as necessidades formativas do docente. In: BICUDO, M.A.V. e SILVA JÚNIOR, C.A. **Formação do Educador e avaliação institucional**. São Paulo: Editora Unesp, v.1, 1996. p. 93-103.
- NEGRÃO, O. B. M. **Especialização em ensino de geociências**: análise de uma prática. Campinas: UNICAMP/FE, 1996. Tese. (Doutorado).
- NÓVOA, A. (org). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- \_\_\_\_\_. Nada substitui o bom professor. In: **Desafios do trabalho do professor no mundo contemporâneo**. São Paulo: Sinpro, 2007.
- ORION, N. A educação em ciências da terra: da teoria à prática-implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem, in:

- MARQUES, L; PRAIA, J. (coord.) **Geociências nos currículos dos ensinos básico e secundário**. Aveiro: Tipave, 2001. p.93-114
- ORTÍZ, M. de. A. **Informe final presentado al Consejo de Educación Superior de PR sobre los indicadores de calidad en los programas de preparación de maestros em cuatro IES en Puerto Rico**: [Final report for the Higher Education Council on teacher preparation programs quality indicators in four higher education institutions in Puerto Rico]. Puerto Rico: Higher Education Council. 2005.
- PACCA, J. L. A. **A atualização do professor de física do segundo grau**: uma proposta. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994. 124 p. (Tese de Livre Docência)
- PALMADE, G. **Interdisciplinarité et idéologies**. Paris: Anthropos, 1979.
- PÉREZ GÓMEZ, A. O pensamento prático do Professor: a formação do Professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, A. **Os Professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 93-114
- PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens**: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 1999.
- \_\_\_\_\_. **Pedagogia diferenciada**: das intenções à ação. Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 2000.
- \_\_\_\_\_. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1993.
- PERRIEN, J.; CHÉRON, E. J.; ZINS, M. **Recherche en marketing**: méthodes et décisions. Québec: Gaetan Morin, 1984.
- PIAGET, J. **Problemas gerais da investigação interdisciplinar e mecanismos comuns**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1972. (Coleção Ciências Sociais e Humanas, v. 8).
- PIRANHA, J. M. **O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade**: o projeto geo-escola em São José do Rio Preto, SP. Campinas: IG/UNICAMP, 2006. Tese (Doutorado).
- PIRES, M. F. de C. Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no ensino. **Interface**- comunicação, saúde, educação, 2, 1998.
- POMBO, O. et. al. **Interdisciplinaridade**: antologia. Porto: Campo das Letras, 2006.

- \_\_\_\_\_. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em revista**. Rio de Janeiro: v. 1, n. 0, mar. 2005. p. 04-16. Disponível em: <<http://www.liinc.ufrj.br/revista>>. Acesso em: 21 abril 2007.
- PONTE, J. P. da. **Da formação de professores ao desenvolvimento profissional**. Actas do ProfMat. Lisboa: APM, 1998.
- PONTUSCHKA, N. N. et al. **Ousadia no diálogo**. São Paulo: Loyola, 1993.
- POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- POTAPOVA, M.S. Geology as an historical science of nature. In: **Interaction of sciences in the study of the Earth**. Moscú: Progress Publisher, 1968. p.117–126. (Tradução livre de Conrado Paschoale: AEAG/IG-UNICAMP).
- PRYOR, J., STUART, J. Development and underdevelopment in teacher education: Perspectives from Africa. In: HUDSON, A., LAMBERT, D. (ed.) **Exploring Futures in Initial Teacher Education**. London: London Institute of Education, 1998.
- QUEIROZ, T. D. **Dicionário prático de pedagogia**. São Paulo: Rideel, 2003.
- ROCHA, P. E. D. **Interdisciplinaridade e meio ambiente em cursos de pós-graduação no Brasil**. Rio de Janeiro, 2001. Artigo. Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- SILVA, G. B. **Apontamentos sobre a evolução da administração federal do ensino secundário**. In.: Documentário. MEC/DES, 1969.
- MIRANDA, M. do C. T. **Educação no Brasil**. Recife: Imprensa Universitária, 1966.
- ROMÁN P. A. L. **The effects of a professional development geoscience education institute upon secondary school science teachers**. Indiana: Purdue University West Lafayette, 2007. Tese (Doutorado)
- ROSS, K.; SHUELL, T. Children's beliefs about earthquakes. **Science Education**, v.77, n.2, 1993. p.191-205.
- SANTAELLA, M. C. **Formación para la profesión docente**. Madri: Grupo FORCE/ Universitária, 1998.
- SANTOS, M. E. V. M. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado**. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (ciência-tecnologia-sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. Belo Horizonte: v. 2, n. 2, dez. 2000. p. 133-162.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p.77-91.

\_\_\_\_\_. **La formación de profesionales reflexivos**. Madrid: Paidós, 1992

SCHOON, K. **Misconceptions in the earth sciences: cross-age study**. San Francisco: National Association for Research in Science Teaching, 1989.

SHARP, J. G.; MACKINTOCH, M. A. P.; SEEDHOUSE, P. Some comments on children's ideas about Earth structure, volcanoes, earthquakes, and plates. **Teaching Earth Science**, v.20, n.1, 1995. p.28-30.

SKINNER, B.; BOTKIN, D.; PORTER, S. **The blue planet: an introduction to earth system science**. Canada. Inc.: John Wiley & Sons, 1995.

STEER, D. N. et. al. Challenging students ideas about Earth's interior structure using a model-based, conceptual approach in a large class setting. **Journal of Geoscience Education**, v. 53, n.4, Sep., 2005, p.415-421.

STENHOUSE, L. **An introduction to curriculum research and development**. London: Heinemann. 1975.

\_\_\_\_\_. **Investigación y desarrollo de currículo**. 3.ed. Madri: Morata, 1991.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TERRAZAN, E. Inovação escolar e pesquisa sobre formação de professores. In: NARDI, R. (org.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 145-192.

The Geological Society of London. Geoscience in higher education. **Retrieved**. V.21, 2007. Disponível em: <http://www.geolsc.org.uk/gsl/education/highered> Acesso em: 14 nov. 2008.

TOLEDO, M. C. M. de. Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais - Geociências no Ensino Médio Brasileiro. **Revista do Instituto de Geociências - USP / GeologiaUSP - Publicação Especial**. São Paulo: v. 3, set. 2005. p. 31-44.

\_\_\_\_\_. **O que é geologia**. Disponível em : [http://www.igc.usp.br/geologia/o\\_que\\_e\\_a\\_geologia.php](http://www.igc.usp.br/geologia/o_que_e_a_geologia.php). Acesso em: 26 dez 2008.

- TRAUTH, E. M.; O'CONNOR, B. **A study of the interaction between information technology and society**: an illustration of combined qualitative research methods. Disponível em: <http://www.cba.neu.edu/~etrauth/works/ifip5>. Acesso em 27 jul. 2004.
- TREND, R. Conceptions of geological time among primary teacher trainees, with reference to their engagement with geoscience, history, and science, **International Journal of Science Education**, v. 22, 2000. p. 539-555.
- VALENZUELA, ALVARADO e MALBERTI, Una propuesta didactica para conocer la estructura interna de la Tierra. **Enseñanza de las ciencias de la Tierra**. v.11, n. 1, 2003. p. 54-59.
- VYGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- WANDERSEE, J. H.. The historicity of cognition: implications for science education research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, 1994. p. 423-434.
- WHITE, B. Y.; FREDERIKSEN, J. R. Qualitative models and intelligent learning environments. In: LAWLER, R. W.; YAZDANI, M. (Eds.). Artificial intelligence and education. Vol. 1. **Learning environments and tutoring systems**, v.1, 1987, p. 281-305.
- WHITE, O. **An investigation the utilization of a constructivist teaching strategy to improve preservice elementary teachers geological content knowledge**: is there a relationship between intellectual level and content understanding? Indiana: Indiana University, 2007. Tese (Doutorado).
- WHITE, O. et. al. **Analyzing college students: perceptions of geological time through the use of graphic timelines**. Vancouver: 2004. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching.
- WILLOWS, D. M.; HOUGHTON, H. A. **The psychology of illustration**: basic research. New York: Springer-Verlag, v.1. 1987.
- ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores**: idéias e práticas. Lisboa: EDUCA. 1993.

\_\_\_\_\_. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M. G. et. al. **Cartografias do trabalho docente**: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, Mercado de Letras, 1998, pp. 207-236.

\_\_\_\_\_. Formando professores reflexivos para a educação centrada no aluno: possibilidades e contradições. Disponível em:

<http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2007/11/22/outros/f64e00895a14fe18ee94201be9207390.pdf>. Acesso em 27 jul. 2008.

ZIMMERMANN, E. Um novo olhar sobre os cursos de formação de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.20, n.1, abr. 2003. p. 43-62.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

---

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ANDRÉ, M. **Pesquisa, formação e prática docente**. Campinas: Papyrus. 2001.
- BETTI, A.; KULAIF, Y. O tempo como ponto de encontro entre a disciplina de História e as Geociências no Ensino Fundamental. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atas do 5º... Bauru: ABRAPEC, 2006.
- BRALOWER, T. et. al. A new interactive class and lab for undergraduate non-geology majors on earth, climate, and life through time. **Journal of Geoscience Education**, v.46, 1998. p. 24-27.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- CARVALHO, A. M. P. A influência da mudança da legislação na formação dos professores: as 300 horas de estágio supervisionado. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, 2001. p.113-122.
- CNE/MEC. **Escassez de professores no ensino médio**: propostas estruturais e emergenciais. Brasília: CNE, 2007.
- FLETCHER, P. Procedimentos para Estabelecer a equivalência de provas com modelos da resposta ao item. **Ensaio**. Rio de Janeiro: v. 3, n. 6, 1995. p. 41-54.
- FOUREZ, G. **Alfabetisation scientifique et technique**: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelas: Deboeck Université, 1994.
- \_\_\_\_\_. **Approches didatiques de l'interdisciplinarité**. Bruxelas: Deboeck Université, 2002.
- \_\_\_\_\_. **A construção das Ciências**: introdução à filosofia e à ética das Ciências. São Paulo: UNESP, 1995.
- FOUREZ, G.; MATHY, P., ENGLEBERT-LECOMTE, V. Un modèle pour un travail interdisciplinaire. **Aster**. v.17, 1993. p. 119-140.
- GOLDBERGER, M. L.. How physicists can contribute. **Physics Today**. dez., 1970, p.26-30.
- HANULLA, K. A.. Revising geology labs to explicitly use the scientific method. **Journal of Geoscience Education**, v.51, n.2, Mar., 2003, p. 194-2000.

HOLSTI, O. **Content analysis for the social sciences and humanities**. Boston: Addison Wesley, 1969.

HUBERMAN, M. Teacher careers and school improvement. **Journal of Curriculum Studies**, v. 20, no.2, 1988, p. 139-160

\_\_\_\_\_. The professional life cycle of teachers. **Theacher College Records**, v. 91, no. 1, 1989, p. 31-57

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. São Paulo: Cortez. 2001.

INEP/MEC. **Estatísticas dos professores no Brasil**. Brasília: MEC, 2004.

\_\_\_\_\_. **Sinopse do Censo dos Profissionais do Magistério da Educação Básica – 2003**. Brasília: MEC, 2006.

KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papyrus, 2001, p.109-132.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (org). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papyrus, 2001.

\_\_\_\_\_. Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **Revista E-Curriculum – PUCSP**. São Paulo, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.pucsp.br/ecurriculum>. Acesso em: 20 jul. 2008.

LOPES, M. M.. Contribution of brazilian science museums to geological education. **Journal of Geological Education**. v.38, 1990. p.460-462.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Currículo de ciências em debate**. Campinas: Papyrus, 2004.

LUDKE, M. Pesquisa e formação docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35 n.125. 2005.

KING, C. Turning science teachers on to earth science. **Geology Today**, v.19, 2003, p.30-32.

MANN, P. S. **Introdução à Estatística**. 5.ed. São Paulo: LTC, 2006.

MINAYO, M. C. **O desafio do conhecimento científico**: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

MISLEVY, J., BOCK, D. **BILOG 3**: Item analysis and test scoring with binary logistic models. Chicago: Scientific Software, 1990.

MIZUKAMI, M. da G. N. **Aprendizagem profissional da docência**: saberes, contextos e práticas. São Paulo: EDUFSCAR, 2002.

MIZUKAMI, M. da G. N.; REALI, A. M. de M. R (orgs.). **Formação de professores**: práticas pedagógicas e escola. São Paulo: EDUFSCAR, 2002.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

\_\_\_\_\_. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

QUEIROZ, T. D. **Dicionário prático de pedagogia**. São Paulo: Rideel, 2003.

RICHARD E. MAYER, J. K. G. When Is an Illustration worth ten thousand words? **Journal of Educational Psychology**, v. 82, n. 4, 1990. p. 715-726.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria de Estado da Educação. **Projeto de Educação Continuada**. São Paulo: Mimeo, 1996.

SACRISTÁN, J. G. **Educar e conviver na cultura global**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

\_\_\_\_\_. **Poderes instáveis em educação**. Madri: Morata, 1998.

SANTOMÈ, J. T., **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo Integrado. Porto Alegre: Artmed, 1998.

STENHOUSE, L. **La investigación como base de la enseñanza**. 3.ed. Madri: Morata, 1996.

SILVEIRA, F.L., MOREIRA M.A. ; AXT, R. Estrutura interna de testes de conhecimento em Física: um exemplo em mecânica. **Enseñanza de las Ciencias**, v.10, n.2, 1992. p. 187-194.

TAYLOR, S.J.; BOGDAM, R.. **Introducción a los metodos cualitativos de investigación**. Buenos Aires: s.l. 1987.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. 10.ed. São Paulo: LTC, 2008.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.





## Questionário individual para professores participantes do Programa de Formação

### Continuada Teia do Saber

### Ensino Fundamental Eixo I

Instruções para preenchimento:

As respostas a este questionário farão parte da base de dados que será utilizada no mapeamento dos conhecimentos de Geociências necessários para o trabalho no Ensino Fundamental, de acordo com as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Esse mapeamento é parte importante de uma tese de doutorado que verificará as possibilidades e os limites de um trabalho interdisciplinar, que leve em consideração temas de Geociências. Sua colaboração será de grande valia para a realização deste trabalho.

Por favor, não se sinta intimidado! Responda com total tranquilidade e não deixe questões em branco. As respostas serão absolutamente sigilosas, em nenhuma circunstância o autor terá seu nome revelado.

Muito obrigada!

DADOS PESSOAIS:

NOME: \_\_\_\_\_

ESCOLA: \_\_\_\_\_

CIDADE: \_\_\_\_\_

EMAIL: \_\_\_\_\_

IDADE:

- ( ) menos de 25 anos
- ( ) 25-30 anos
- ( ) 31-35 anos
- ( ) 36-40 anos
- ( ) 41-45 anos
- ( ) 46-50 anos
- ( ) mais de 50 anos

FORMAÇÃO PROFISSIONAL:

Curso: \_\_\_\_\_

Ano de formação:  
\_\_\_\_\_

Faculdade/Universidade:  
\_\_\_\_\_

Matéria(s) que leciona:  
\_\_\_\_\_

Ensino fundamental: \_\_\_\_\_ anos

Ensino médio: \_\_\_\_\_ anos

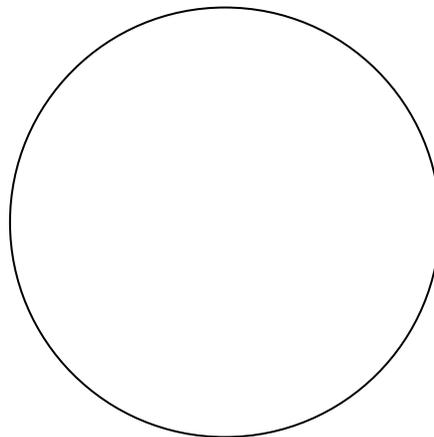
Circule V se a afirmação é verdadeira, F se é falsa e I se você não conhece o assunto.

1	V	F	I	O planeta Terra é apenas uma parte do sistema solar.
2	V	F	I	O planeta Terra tem 4,6 bilhões de anos.
3	V	F	I	Noite e dia são causados pelo Sol se movendo em torno da Terra.
4	V	F	I	A Lua gira em torno da Terra em um único dia.
5	V	F	I	Se nós desconsiderarmos os oceanos, a Terra é uma esfera sólida.
6	V	F	I	A energia do Sol controla as estações.
7	V	F	I	O Universo consiste apenas do Sol e dos planetas do sistema solar.
8	V	F	I	A superfície da Terra tem sido a mesma desde o princípio dos tempos.
9	V	F	I	Toda a radioatividade é derivada da atividade humana.
10	V	F	I	A principal fonte de recursos naturais são as rochas e os minerais.
11	V	F	I	Minerais são compostos por rochas.
12	V	F	I	Os ciclos da água e das rochas estão relacionados.
13	V	F	I	Uma vez acumulada a água no oceano, lá ela permanece.
14	V	F	I	Dinossauros e humanos viveram na Terra na mesma época.
15	V	F	I	Para melhor representar uma área, toda a informação disponível deve ser compilada em um mapa.
16	V	F	I	Todos os dados coletados por cientistas são exatos e precisos.
17	V	F	I	Os processos naturais da Terra podem levar de frações de segundos até bilhões de anos.
18	V	F	I	Gravidade atua sobre todos os objetos, independentemente de sua composição.
19	V	F	I	Depois da água ser filtrada para o subsolo ela não se move mais.
20	V	F	I	O processo pelo qual se formam as montanhas, e a ocorrência de terremotos, se devem aos mesmos fatores.
21	V	F	I	Nós conhecemos tudo o que nós necessitamos sobre a Terra para tomar decisões apropriadas e informadas sobre questões ambientais.
22	V	F	I	As condições ambientais passadas da Terra podem ser interpretadas pelos fósseis.
23	V	F	I	Para determinar a distância entre pontos em um mapa, nós precisamos conhecer sua escala.
24	V	F	I	Ígnea, metamórfica e sedimentar são as principais classes de rochas.
25	V	F	I	A composição química da atmosfera terrestre não muda.

**Por favor, responda às seguintes questões tão completamente quanto possível, usando figuras se necessário.**

1. Explique o evento, ou eventos, que você acredita podem causar um terremoto.

2. Faça um desenho do interior da Terra. O círculo representa a superfície e o ponto é o seu centro.







Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_

### **Questionário reflexivo:**

1. Você já conhecia o conteúdo apresentado? Onde havia visto?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. Já tinha trabalhado esses conteúdos com seus alunos?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. Considera as discussões da aula de hoje importantes para sua prática docente? A aula apresentou possibilidades de trabalho interdisciplinar?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. Você já havia pensado no potencial interdisciplinar dos conteúdos de Geociências? Aponte quais seriam as possibilidades e os limites do uso desses conteúdos como eixos integradores.



### Campinas - Oeste

PROF.	SEXO	FAIXA ETÁRIA	FORMAÇÃO (COMPLEMENTAÇÃO)	TEMPO DE FORMAÇÃO	TIPO DE INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA QUE LECIONA	TEMPO QUE LECIONA
CO01	M	7	CIÊNCIAS	33	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	13
CO02	F	4	MATEMÁTICA	13	PRIVADA	MATEMÁTICA	11
CO03	F	4	CIÊNCIAS	13	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	8
CO04	F	5	CIÊNCIAS	17	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	12
CO05	F	6	CIÊNCIAS	19	PRIVADA	CIÊ/BIO	19
CO06	F	5	MATEMÁTICA (CIÊNCIAS)	18	PRIVADA	MATEMÁTICA	12
CO07	M	4	MATEMÁTICA	4	PRIVADA	MATEMÁTICA	2
CO08	F	4	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	11	PRIVADA	MATEMÁTICA	10
CO09	F	5	MATEMÁTICA	19	PRIVADA	MATEMÁTICA	19
CO10	F	6	CIÊNCIAS	24	PRIVADA	MATEMÁTICA	27
CO11	F	7	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	34	PRIVADA	MATEMÁTICA	15
CO12	F	7	MATEMÁTICA	26	PRIVADA	MATEMÁTICA	23
CO13	F	6	MATEMÁTICA	25	PRIVADA	MATEMÁTICA	16
CO14	M	4	MATEMÁTICA	4	PRIVADA	MATEMÁTICA	4
CO15	F	1	MATEMÁTICA (CIÊNCIAS)	4	PRIVADA	MATEMÁTICA	8
CO16	F	4	CIÊNCIAS	11	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	9

Faixa Etária:

1. menos de 25 anos
2. 25-30 anos
3. 31-35 anos
4. 36-40 anos
5. 41-45 anos
6. 46-50 anos
7. mais de 50 anos

### Campinas – Leste

PROF.	SEXO	FAIXA ETÁRIA	FORMAÇÃO (COMPEMENTAÇÃO)	TEMPO DE FORMAÇÃO	TIPO DE INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA QUE LECIONA	TEMPO QUE LECIONA
CL01	M	4	MATEMÁTICA	12	PRIVADA	MATEMÁTICA	12
CL02	F	4	CIÊNCIAS	14	PRIVADA	CIÊNCIAS	11
CL03	F	7	CIÊNCIAS	25	PRIVADA	CIÊ/BIO	24
CL04	F	4	MATEMÁTICA	19	PRIVADA	MAT (coordenadora)	15
CL05	F	6	CIÊNCIAS	21	PRIVADA	CIÊNCIAS	5
CL06	F	6	MATEMÁTICA	22	PÚBLICA	MATEMÁTICA	10
CL07	F	4	MATEMÁTICA	13	PRIVADA	MATEMÁTICA	8
CL08	F	2	CIÊNCIAS	3	PÚBLICA	CIÊNCIAS	1
CL09	F	6	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	18	PRIVADA	MATEMÁTICA	17
CL10	F	7	CIÊNCIAS	29	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	28
CL11	F	4	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	10	PRIVADA	MATEMÁTICA	17
CL12	F	4	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	15	PRIVADA	CIÊ/MAT	6
CL13	F	6	MATEMÁTICA	23	PRIVADA	MATEMÁTICA	21
CL14	F	6	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	28	PRIVADA	MATEMÁTICA	22
CL15	F	4	MATEMÁTICA (CIÊNCIAS)	15	PRIVADA	MATEMÁTICA	14
CL16	F	5	MATEMÁTICA	22	PRIVADA	MATEMÁTICA	21
CL17	F	5	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	24	PRIVADA	CIÊ/MAT	20

Faixa Etária:

1. menos de 25 anos
2. 25-30 anos
3. 31-35 anos
4. 36-40 anos
5. 41-45 anos
6. 46-50 anos
7. mais de 50 anos

## São Carlos

PROF.	SEXO	FAIXA ETÁRIA	FORMAÇÃO (COMPLEMENTAÇÃO)	TEMPO DE FORMAÇÃO	TIPO DE INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA QUE LECIONA	TEMPO QUE LECIONA
SC01	F	4	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	5	PRIVADA	MATEMÁTICA	5
SC02	F	6	MATEMÁTICA	25	PÚBLICA	MATEMÁTICA	23
SC03	F	3	CIÊNCIAS	9	PRIVADA	CIÊNCIAS	9
SC04	M	5	CIÊNCIAS	17	PÚBLICA	CIÊ/BIO	17
SC05	F	5	MATEMÁTICA	10	PRIVADA	MATEMÁTICA	NI
SC06	F	7	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	27	PRIVADA	CIÊ/MAT	20
SC07	F	4	MATEMÁTICA	15	PÚBLICA	MATEMÁTICA	14
SC08	F	7	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	23	PÚBLICA	MATEMÁTICA	23
SC09	F	5	CIÊNCIAS	10	PRIVADA	CIÊ/BIO	8
SC10	F	3	CIÊNCIAS	15	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	15
SC11	F	2	CIÊNCIAS	5	PRIVADA	SAÚDE QUAL.VIDA	1
SC12	F	5	CIÊNCIAS	19	PÚBLICA	MAT/CIÊ/BIO	19
SC13	F	5	CIÊNCIAS	20	PÚBLICA	CIÊ/BIO	19
SC14	F	5	MATEMÁTICA	23	PRIVADA	MATEMÁTICA	9
SC15	F	3	CIÊNCIAS	11	PRIVADA	CIÊ/MAT	10
SC16	F	3	MATEMÁTICA	6	PÚBLICA	MATEMÁTICA/FÍSICA	2
SC17	F	6	MATEMÁTICA	10	PRIVADA	MATEMÁTICA/FÍSICA	11
SC18	F	6	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	12	PRIVADA	MATEMÁTICA	10
SC19	F	6	CIÊNCIAS	25	PÚBLICA	CIÊ/BIO	20

Faixa Etária:

1. menos de 25 anos
2. 25-30 anos
3. 31-35 anos
4. 36-40 anos
5. 41-45 anos
6. 46-50 anos
7. mais de 50 anos

## Bragança Paulista

PROF.	SEXO	FAIXA ETÁRIA	FORMAÇÃO (COMPEMENTAÇÃO)	TEMPO DE FORMAÇÃO	TIPO DE INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA QUE LECIONA	TEMPO QUE LECIONA
BP01	M	3	CIÊNCIAS	7	PRIVADA	CIÊNCIAS	3
BP02	F	2	MATEMÁTICA	4	PRIVADA	MATEMÁTICA	3
BP03	M	5	MATEMÁTICA (CIÊNCIAS)	23	PRIVADA	MAT/QUI/FIS	21
BP04	F	2	CIÊNCIAS	6	PRIVADA	CIÊ/FIS	5
BP05	F	4	CIÊNCIAS	13	PRIVADA	CIÊ/BIO	12
BP06	M	5	MATEMÁTICA	15	PRIVADA	MATEMÁTICA	12
BP07	M	5	MATEMÁTICA	3	PRIVADA	MATEMÁTICA	2
BP08	F	5	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	17	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	18
BP09	F	6	CIÊNCIAS	30	PRIVADA	CIÊNCIAS	16
BP10	F	7	CIÊNCIAS	27	PRIVADA	CIÊ/MAT	12
BP11	F	4	CIÊNCIAS	19	PRIVADA	CIÊNCIAS	18
BP12	F	7	MATEMÁTICA	30	PRIVADA	MATEMÁTICA	21
BP13	F	6	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	25	PRIVADA	BIO/MAT	19
BP14	F	6	CIÊNCIAS	25	PRIVADA	CIÊNCIAS	NI
BP15	M	2	CIÊNCIAS	1	PRIVADA	CIÊNCIAS	2
BP16	F	4	CIÊNCIAS	12	PRIVADA	MATEMÁTICA	12
BP17	F	6	CIÊNCIAS	24	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	23
BP18	F	6	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	21	PRIVADA	MATEMÁTICA	18
BP19	F	3	CIÊNCIAS	8	PRIVADA	CIÊNCIAS	7
BP20	F	6	CIÊNCIAS (MATEMÁTICA)	23	PRIVADA	MAT/CIÊ/BIO	23
BP21	F	2	CIÊNCIAS	2	PRIVADA	CIÊ/MAT	1

Faixa Etária:

1. menos de 25 anos
2. 25-30 anos
3. 31-35 anos
4. 36-40 anos
5. 41-45 anos
6. 46-50 anos
7. mais de 50 anos



Tabela: Cálculo do ID para a amostra completa

Questão	N	Valores por questão			
		IF	IF <sub>SUP</sub>	IF <sub>INF</sub>	ID
Q01	58	0,79	0,95	0,60	0,35
Q02	54	0,73	0,80	0,55	0,25
Q03	49	0,67	0,85	0,60	0,25
Q04	47	0,64	0,85	0,55	0,30
Q05	50	0,68	0,75	0,45	0,30
Q06	33	0,45	0,65	0,35	0,30
Q07	69	0,94	1,00	0,85	0,15
Q08	65	0,89	0,95	0,85	0,10
Q09	59	0,80	0,95	0,60	0,35
Q10	42	0,57	0,70	0,30	0,40
Q11	37	0,50	0,80	0,10	0,70
Q12	29	0,39	0,60	0,35	0,25
Q13	64	0,87	0,95	0,75	0,20
Q14	63	0,86	0,95	0,80	0,15
Q15	44	0,60	0,80	0,40	0,40
Q16	73	1,00	1,00	1,00	0,00
Q17	64	0,87	0,90	0,75	0,15
Q18	62	0,84	0,95	0,65	0,30
Q19	69	0,94	1,00	0,85	0,15
Q20	24	0,32	0,60	0,10	0,50
Q21	64	0,87	0,95	0,80	0,15
Q22	55	0,75	0,90	0,60	0,30
Q23	70	0,95	1,00	0,90	0,10
Q24	57	0,78	1,00	0,55	0,45
Q25	56	0,76	0,90	0,60	0,30
Total	<b>73</b>				
Média		<b>0,74</b>	<b>0,87</b>	<b>0,60</b>	<b>0,27</b>
DP		<b>0,18</b>	<b>0,13</b>	<b>0,24</b>	<b>0,15</b>



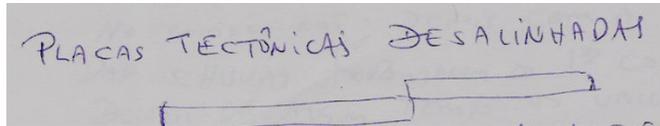
## Transcrição das respostas das questões abertas

- 1) Explique o evento, ou eventos, que você acredita podem causar um terremoto.
- 2) Faça um desenho do interior da Terra. O círculo representa a superfície e o ponto é o seu centro.
- 3) Se você tivesse uma máquina do tempo e pudesse viajar de volta ao momento em que a Terra foi formada:
  - a) Como você imagina a aparência da Terra?
  - b) Quantos anos você precisaria voltar?
  - c) Haveria alguma coisa viva? Se houvesse, quais organismos você acha que encontraria?

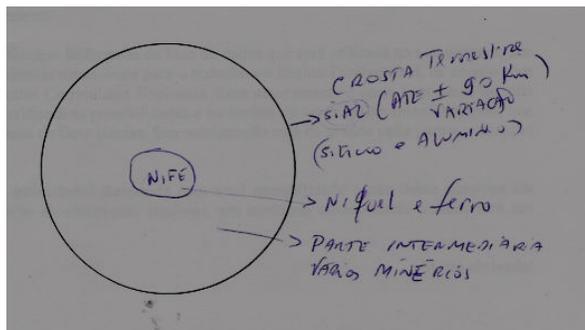
### Campinas - Oeste

CO1.

1)



O mínimo que uma delas se movimentar sobre ou sob a outra poderá provocar um grande terremoto. Se acontecer no fundo do mar, pode acontecer um maremoto e provocar um tsunami.



2)

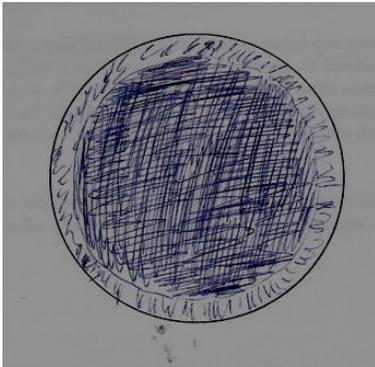
3.a) Após o tão propagado Big Bang as rochas (incandescentes) foram se concentrando de dentro para fora. Formando o núcleo e as camadas foram se sobrepondo. Na atmosfera tínhamos gases de  $\text{CH}_4$ , de nitrogênio, de carbono, e ar, com vapor d'água.

3.b) 12 ou 13 bilhões de anos

3.c) No começo não; depois com a precipitação das chuvas formaram os 1<sup>os</sup>. (???) e depois de algum tempo os unicelulares.

CO2.

1) Não conheço nada sobre o assunto.



2)

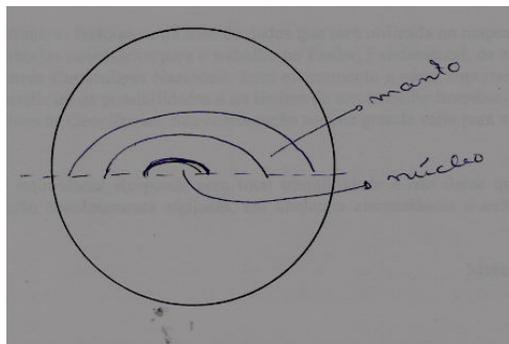
3.a) A terra era sem forma e vazia.

3.b) Não sei ao certo. No 1<sup>o</sup> capítulo de Gênesis.

3.c) Não. Não existiria vida ainda.

CO3.

1) O que pode causar um terremoto está relacionado com inúmeros fatores, acho que o principal seria o “deslocamento” das “rochas” ao centro da Terra. Também por fatores naturais e humanos, pois o homem constantemente afeta diretamente/indiretamente o processo natural da vida.



2)

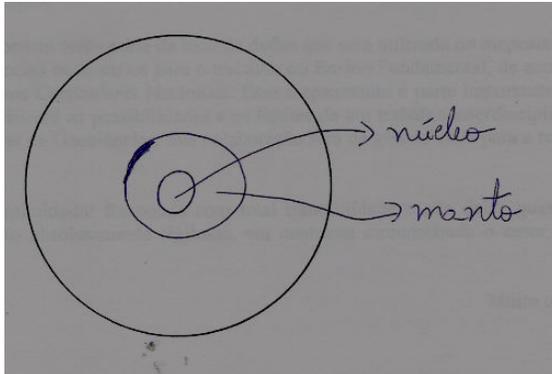
3.a) Eu imagino que seria uma região com muitos vulcões, pouco ou nenhuma vegetação e com uma espécie de ser vivo completamente diferente da realidade atual. As chuvas seriam ácidas, devido ao clima/fator climático, devido aos vulcões lá existentes.

3.b) Ano exato é impossível, mas seriam alguns bilhões de anos.

3.c) Talvez haveria sim, como por exemplo, seres que já “seriam” adaptados ao fator climático da região.

CO4.

1) Movimento de placas tectônicas, onde se localiza as “falhas” no globo terrestre.



2)

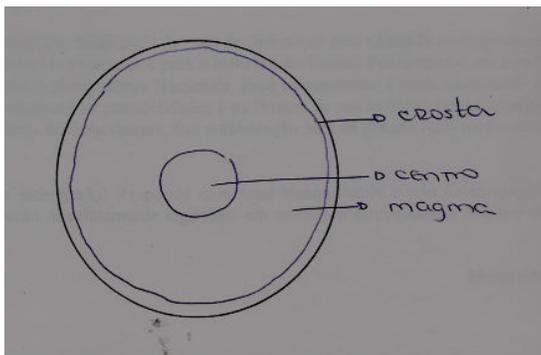
3.a) Sólida e a maioria coberta por oceanos (água).

3.b) ~ 5 milhões de anos

3.c) Sim, seres unicelulares.

CO5.

1) Movimentação das placas tectônicas no magma.



2)

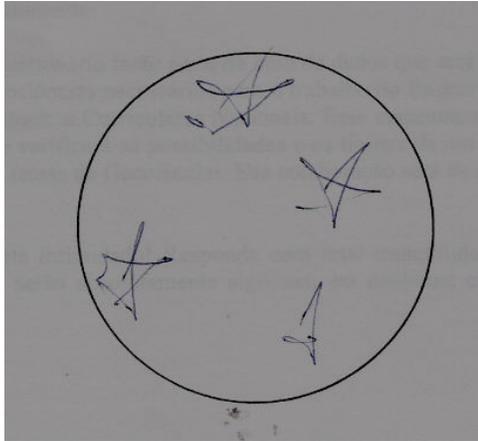
3.a) Não pois no início a Terra era quente devido ao movimento de rotação captando poeira cósmica em seu caminho.

3.b) De ± 5 bilhões de anos

3.c) Acredito que sim, microrganismos (bactérias).

CO6.

1) - ? -



2)

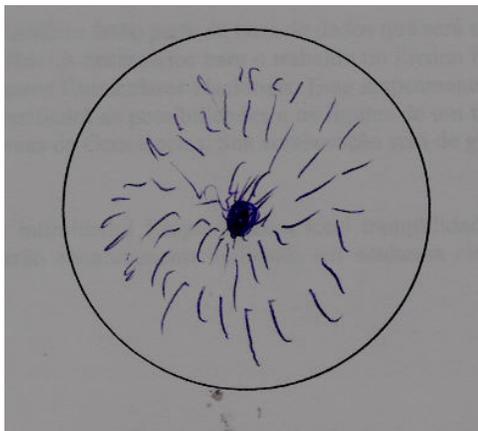
3.a) - ? -

3.b) - ? -

3.c) - ? -

CO7.

1) - em branco -



2)

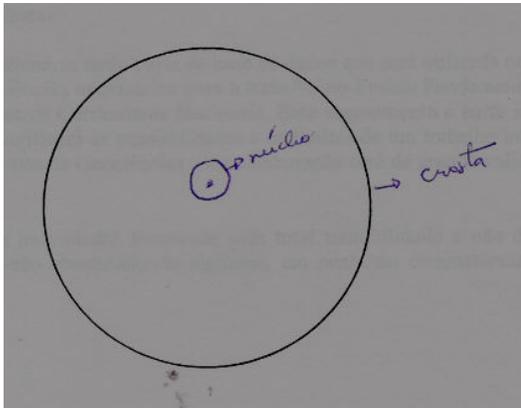
3.a) - em branco -

3.b) - em branco -

3.c) - em branco -

CO8.

1) Acomodação das placas tectônicas.



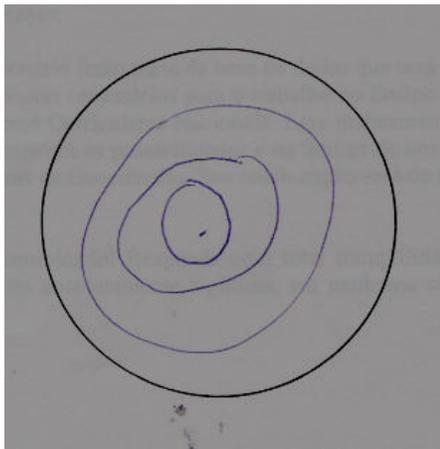
3.a) Superfície deserta, sem vegetação e sem iluminação, coberta por poeira.

3.b) + 4 bilhões de anos

3.c) Não

CO9.

1) Movimentos da terra causados pelo movimento das placas tectônicas.



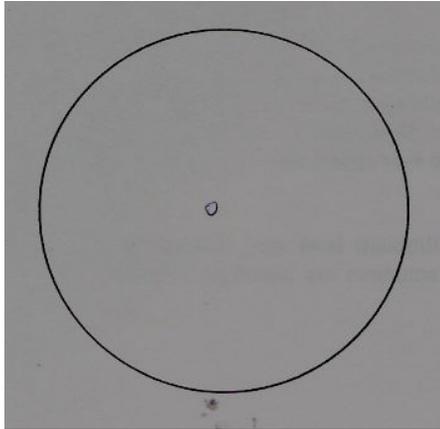
3.a) Bola de fogo, girando com movimentos rápidos.

3.b) ~ ± 4 bilhões de anos

3.c) Não

CO10.

1) É quando as placas tectônicas se ajeitam no interior sob o magma.



2)

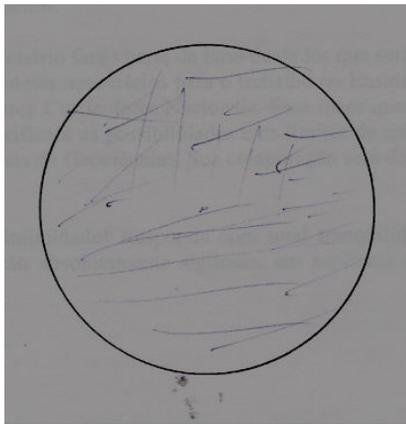
3.a) Acho que a mesma.

3.b) Cinco bilhões de anos + ou -

3.c) Sim microorganismos.

CO11.

1) Ventos, etc.



2)

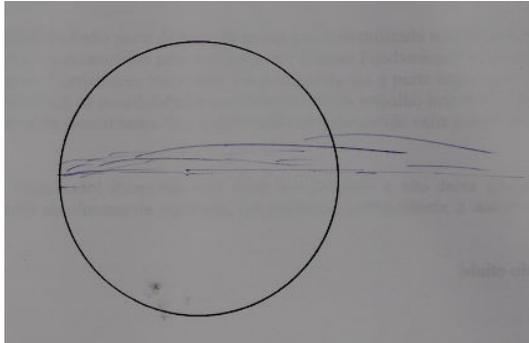
3.a) Uma pedra.

3.b) Trilhões de anos

3.c) Não haveria vida.

CO12.

1) Ventos com velocidades acima de 120 km/h.



2)

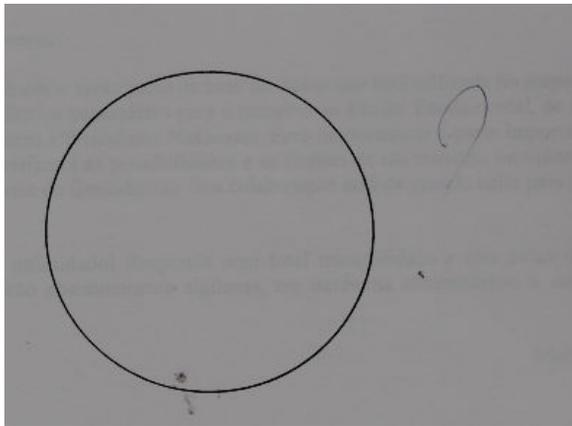
3.a) Com rochas montanhas, etc...

3.b)  $\pm 1700$

3.c) Dinossauros

CO13.

1) - ? -



2)

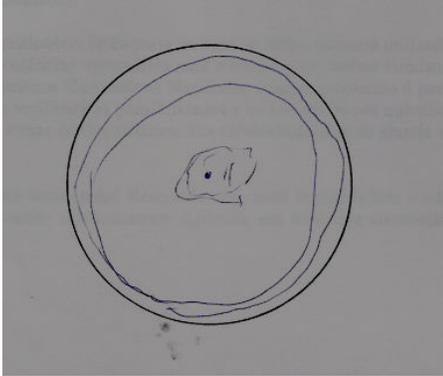
3.a) - ? -

3.b) - ? -

3.c) - ? -

CO14.

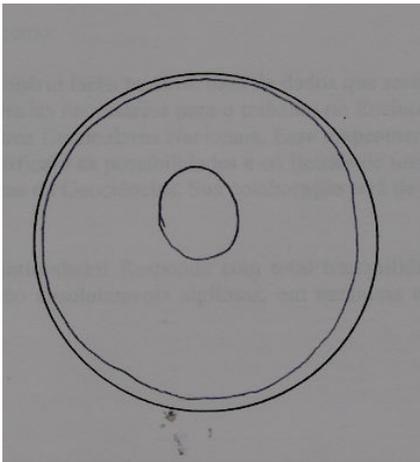
- 1) O movimento das placas, quando as mesmas apresentam trincos.



- 3.a) Algo próximo de uma bola de fogo.
- 3.b) Alguns bilhões de anos (não consigo precisar)
- 3.c) Acredito que pelo calor não haveria ser vivo

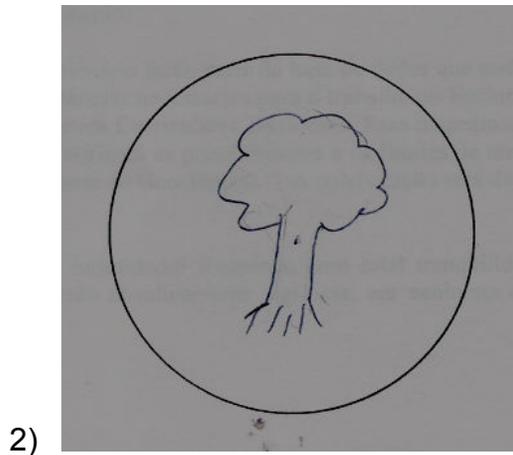
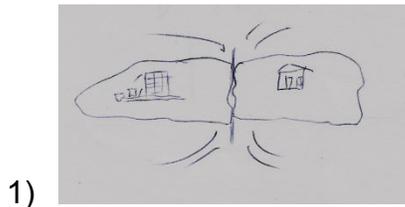
CO15.

- 1) – em branco –



- 3.a) Na época dos dinossauros, pois sua aparência seria cheia de árvores, animais, ou seja não existiria guerras, brigas, governo etc... deveria ser uma paz só animais disputando entre si.
- 3.b) 10000 A . C.
- 3.c) Animais ...

CO16.



3.a) Corpo esquelético, corcunda, cabelos compridos, corpo peludo.

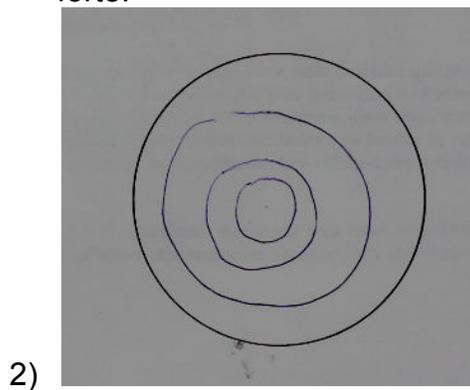
3.b) 3 bilhões de anos

3.c) Lagartos, peixes, árvores etc

### Campinas - Leste

CL1.

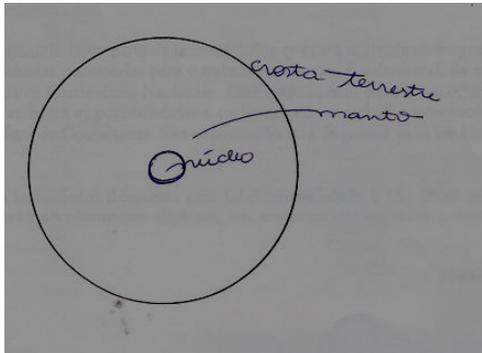
1) O movimento contínuo das placas terrestres muitas vezes causam um esbarrão forte.



- 3.a) Quente e pastosa nada era solidificado.
- 3.b) Trilhões de anos
- 3.c) Não havia vida.

CL2.

- 1) Deslocamento de placas tectônicas.

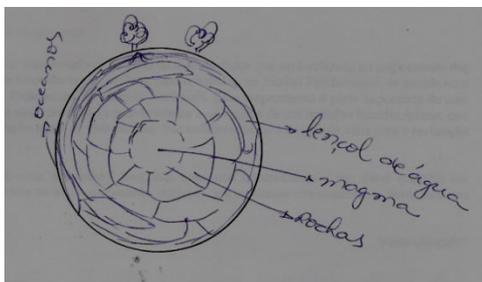


2)

- 3.a) Chuvas intensas (tempestades), erupções vulcânicas, raios, trovões, constante evaporação (abundante vapor d'água), temperatura elevada.
- 3.b) Aproximadamente 4,5 milhões de anos.
- 3.c) Não, nas situações descritas no item 'a' qualquer forma de vida se tornaria inviável.

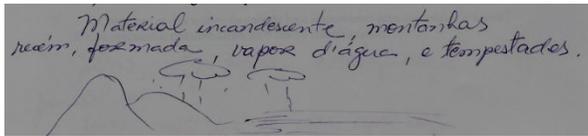
CL3.

- 1) Movimento, acomodação das rochas no interior da Terra; pela própria natureza ou por atividades do homem.



2)

- 3.a) Material incandescente, montanhas recém-formada, vapor d'água, e tempestades.

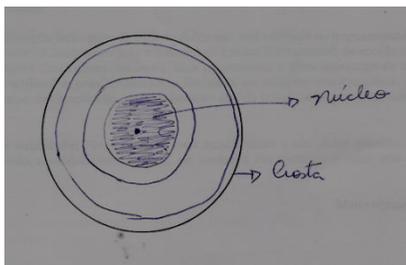


3.b) Por volta de 3 a 4 bilhões de anos.

3.c) Não haveria

CL4.

- 1) Eles são causados pela movimentação do magma no interior da Terra, provocando assim a movimentação das placas tectônicas que estão sobre este material, conseqüentemente este movimento e o seu assentamento provoca os tremores.



2)

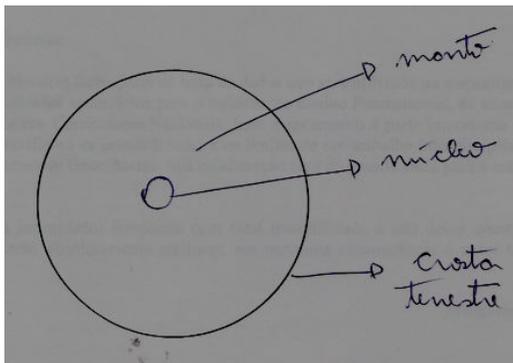
3.a) Era um aglomerado de materiais líquidos em altas temperaturas que só iria se solidificar muitos anos depois, após seu resfriamento.

3.b) Se estivesse realmente é uma máquina do tempo (fictícia) poucos segundos apenas seriam necessários p/ o retorno. Porém, esta máquina não existe.

3.c) Não

CL5.

- 1) O movimento das placas tectônicas.



2)

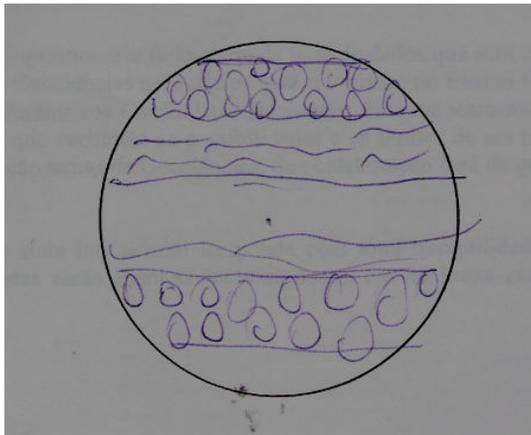
3.a) Sua aparência ao meu ver, seria num tom azul, com pinceladas de marrom (rochas) e verde (árvores).

3.b) Bilhões de anos

3.c) Amônia, átomos etc.

CL6.

1) Acomodamento de placas.



2)

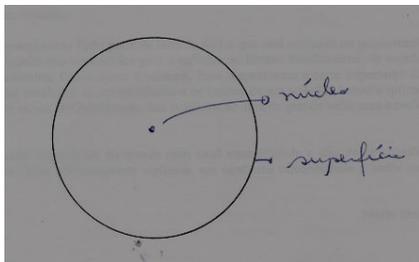
3.a) Árida, quente, desértica.

3.b) Não sei.

3.c) Organismos como vermes, baratas.

CL7.

1) As transformações que ocorrem na natureza com o passar do tempo.



2)

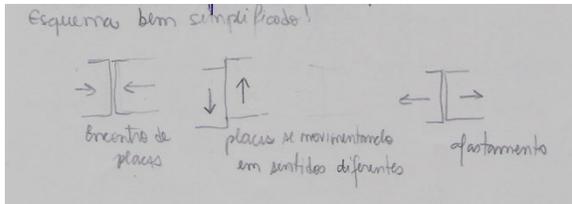
3.a) Imagino uma imensidão de terras, árvores, montanhas, lagos, rios, mar... .

3.b) Não tenho idéia.

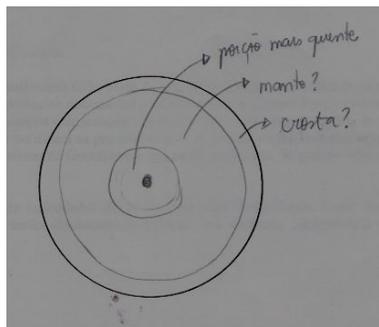
3.c) Talvez, animais/vegetais

CL8.

- 1) Acredito que o movimento das placas tectônicas possa causar um terremoto. E não só o afastamento de placas distintas, mas pequenas elevações, encontros ...



2)



3.a) Continentes ainda não formados – única porção de “terra”, muitas partículas em suspensão, ausência de vida, presença de gases tóxicos, altas temperaturas. Não sei se a formação do continente já aparecia!

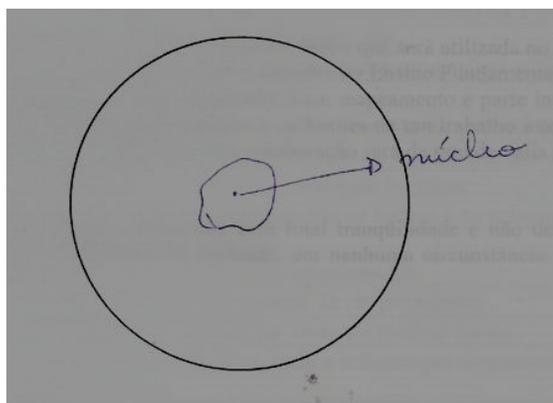
3.b) 4,6 bilhões de anos, aproximadamente.

3.c) Não havia nenhum ser vivo no momento da formação da terra → condições climáticas não permitiam.

CL9.

- 1) – em branco –

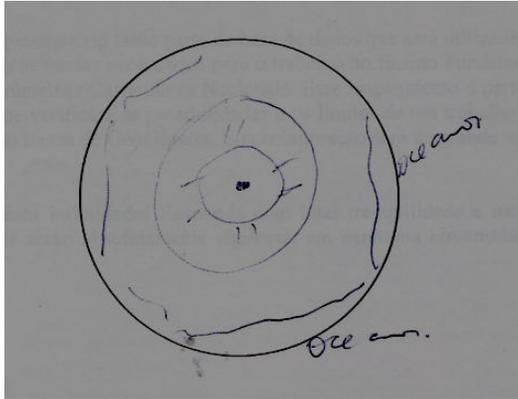
2)



- 3.a) Uma nuvem de partículas em movimentos.
- 3.b) Não tenho idéia.
- 3.c) Não

CL10.

- 1) Movimentos do interior da Terra, placas se deslocando.

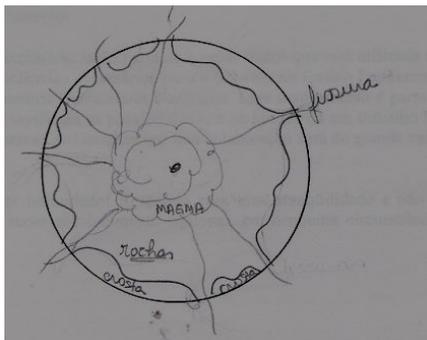


2)

- 3.a) Muitos raios, terremotos, maremotos.
- 3.b) Milhões de anos.
- 3.c) Acho que não.

CL11.

- 1) O movimento da crosta terrestres – (placas tectônicas)



2)

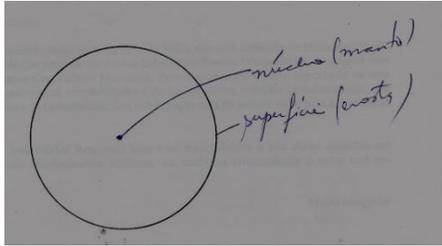
- 3.a) Com a superfície lisa- como depois de uma erupção vulcânica, “sem vida” (aparente), quente.
- 3.b) ± 5 bilhões de anos.
- 3.c) Sim, micro organismos

CL12.

1) Movimento de acomodação das placas tectônicas



2)



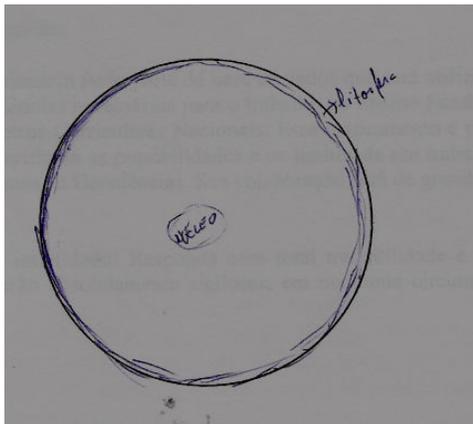
3.a) A Terra é constituída por rochas e minerais, realiza movimentos de translação e rotação e seu formato é arredondado. Constituída 70% de água e seu movimento é chamado de órbita.

3.b) Milhões de anos ... A idéia de tempo geológico é central para compreendermos que o ambiente mudou e continua mudando ao longo dos anos ...

3.c) Vestígios de seres que viveram em épocas remotas, influenciados pela orbita terrestre, pela radiação solar ...

CL13.

1) Não sei



2)

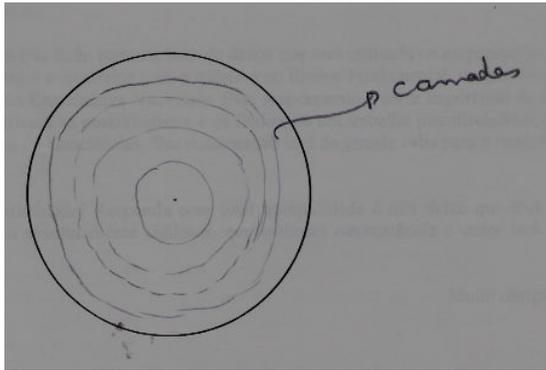
3.a) Com muita vegetação e águas cristalinas

3.b) Uns cinqüenta anos

3.c) Peixes, bactérias

CL14.

1) Deslocamento de placas tectônicas.



2)

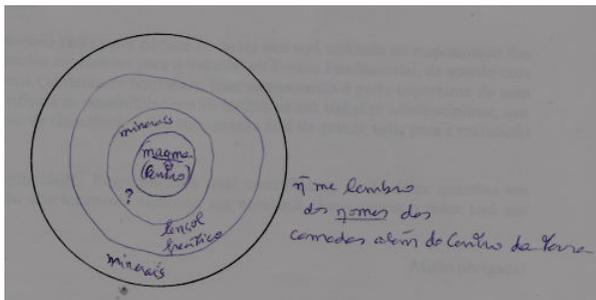
3.a) Toda esburacada.

3.b) 4 bilhões de anos.

3.c) Não

CL15.

1) Creio que, são causados por acomodação da crosta terrestre, que é constante, mas em alguns lugares de forma mais brusca; por consequência de erupções vulcânicas; se considerar terremoto como tremor de terra, então a explosão de uma bomba, de acordo com sua intensidade, é possível sentirmos o efeito como um terremoto?!



2)

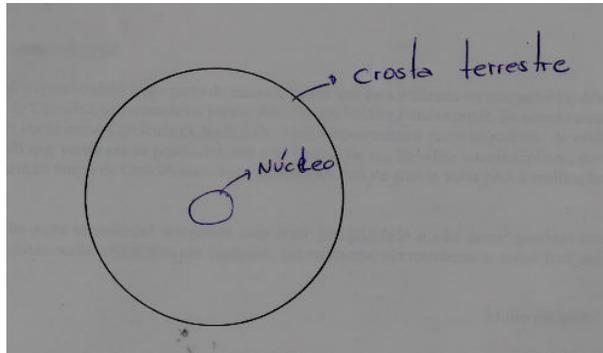
3.a) Apenas rocha, poeira na superfície, muito calor. Posteriormente, começariam a aparecer vapor d'água.

3.b) 1 bilhão de anos

3.c) Depois do aparecimento de vapor d'água, creio que começaríamos a encontrar seres microscópicos (amebas, protozoários)

CL16.

1) O movimento de placas tectônicas



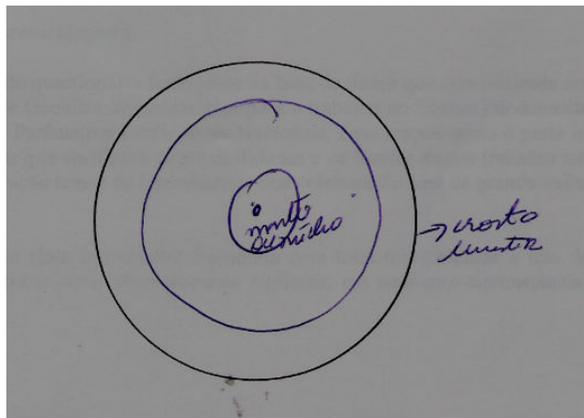
3.a) A Terra estaria apresentando muitas erupções vulcânicas, tempestades ...

3.b)  $\pm$  4,5 bilhões de anos

3.c) Microorganismos

CL17.

1) Regiões onde existem deslocamentos de placas tectônicas, ou acomodação das mesmas.



3.a) Muito quente, muitas explosões e transformações.

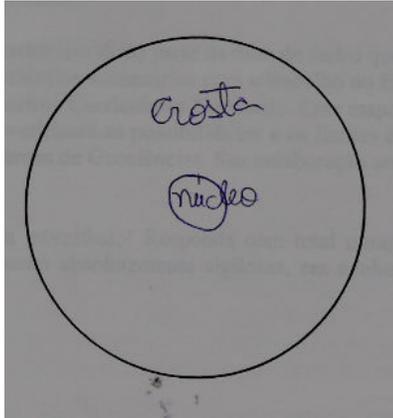
3.b)  $\pm$  milhões de anos.

3.c) Não, pq. não havia condições p/ isso, que não precisassem de oxigênio/nem de água.

## São Carlos

SC01.

1) Acomodação de camadas da crosta terrestre.



2)

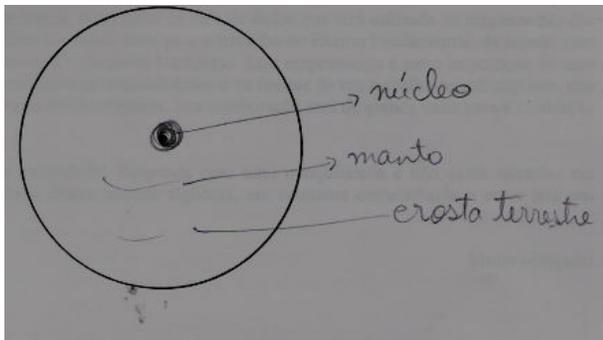
3.a) Um aglomerado de rochas e vulcões e gases.

3.b) 4 a 5 bilhões de anos.

3.c) Algum tipo de bactéria primitiva.

SC02.

1) A movimentação das placas tectônicas.



2)

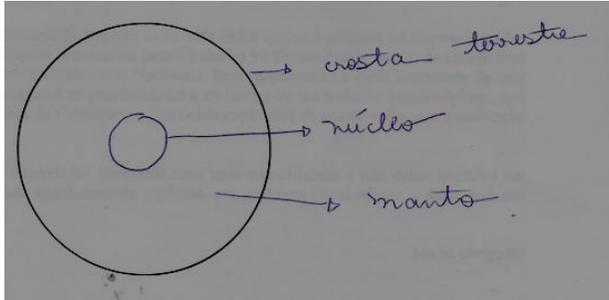
3.a) Deserta, cheia de gases e quente.

3.b) Aprox. 5 bilhões de anos.

3.c) Apenas organismos mais simples possível.

SC03.

1) Movimentos das placas tectônicas..



2)

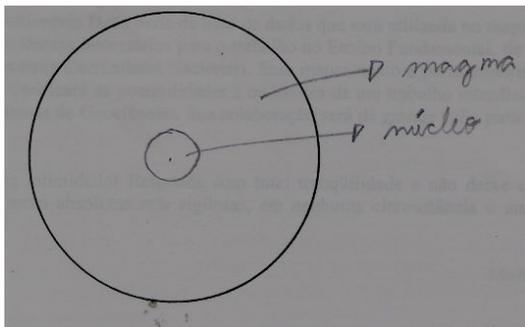
3.a) Muito quente repleta de vulcões.

3.b) 200 a 300 milhões de anos

3.c) Não, mais tarde um arranjo de moléculas, mas quando ela foi formada não havia seres vivos.

SC04.

1) O movimento das placas tectônicas



2)

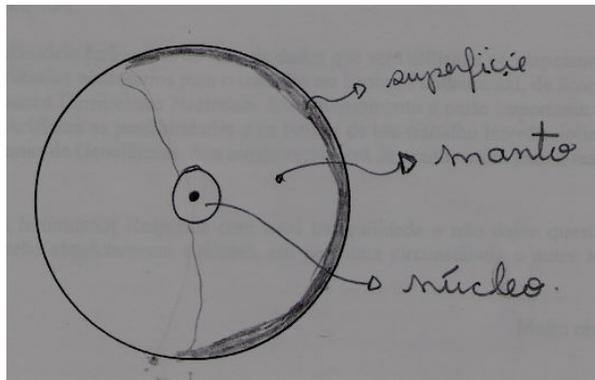
3.a). Uma imensa bola de fogo, com uma atmosfera muito diferente da de hoje.

3.b) Uns 4,6 bilhões de anos.

3.c) Não

SC05.

1) A movimentação do magma no centro da terra e outros.

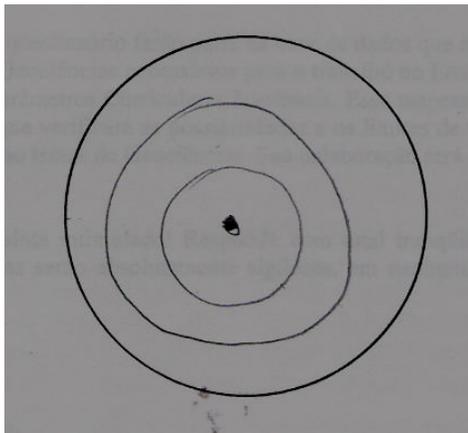


2)

- 3.a) Um calor intenso,
- 3.b) Alguns bilhões de anos.
- 3.c) Não imagino.

SC06.

- 1) No fundo do mar

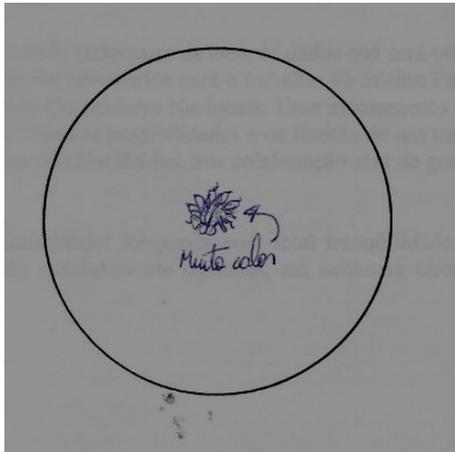


2)

- 3.a) - ? -
- 3.b) - ? -
- 3.c) Aqui não existia vida.

SC07.

- 1) Sub-solo arenoso. Sub-solo muito quente. Movimentação do magma.



2)

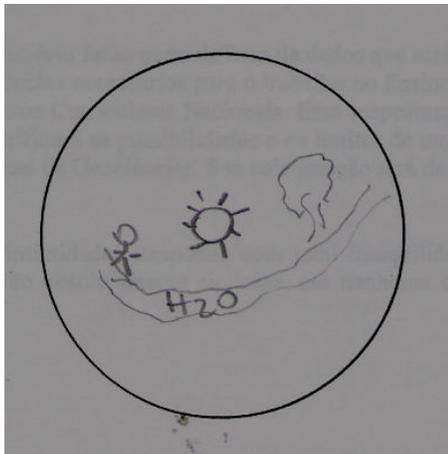
3.a) Rochosa com muitos gases.

3.b) Mais de 5 bilhões de anos.

3.c) Não!

SC08.

1) Acomodação da terra.



2)

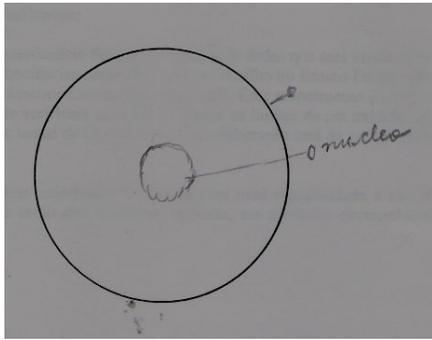
3.a) Uma bola de fogo.

3.b) - ? -

3.c) Deus. Eu na máquina.

SC09.

1) O deslocamento das placas tectônicas.



2)

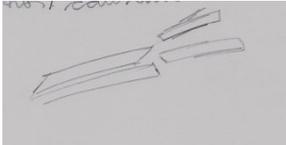
3.a) Formações gasosas.

3.b) 4,6

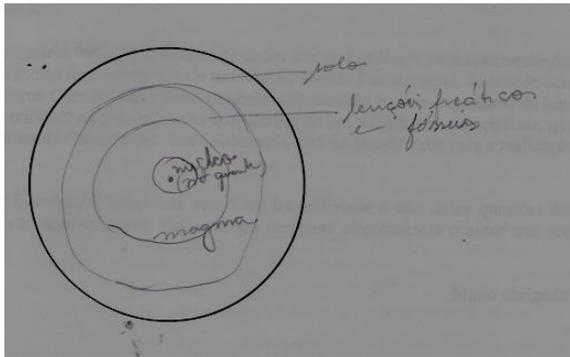
3.c) Não.

SC10.

1)



São as placas no subsolo que c/ o passar dos anos elas se movem (questões de milímetros) causando o terremoto.



2)

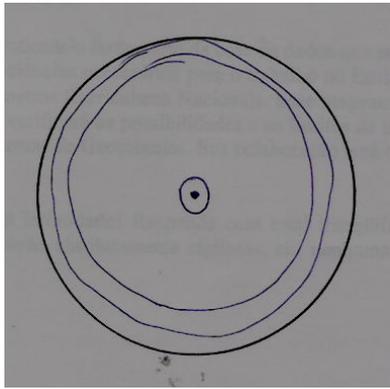
3.a) Imersa em água.

3.b) 4,5 bilhões aproximadamente.

3.c) Sim, pequenas bactérias na água.

SC11.

1) O movimento das placas sedimentares (tectônicas). Elas se acomodam e causam terremotos.



2)

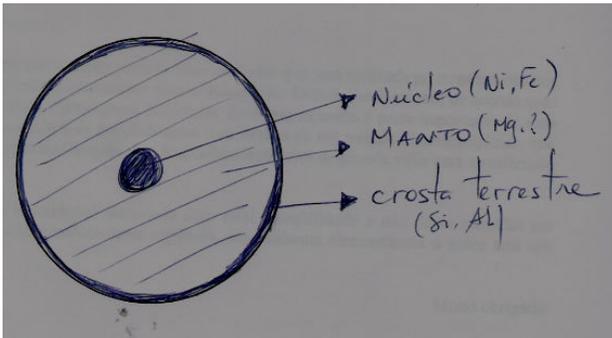
3.a) Só crateras.

3.b) Um 5,0 bilhos de anos.

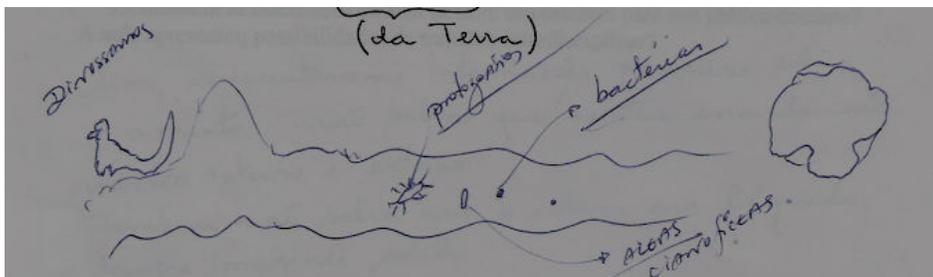
3.c) Só bactérias,

SC12.

1) Reestruturação das camadas da Terra. (abalos sísmicos)



2)



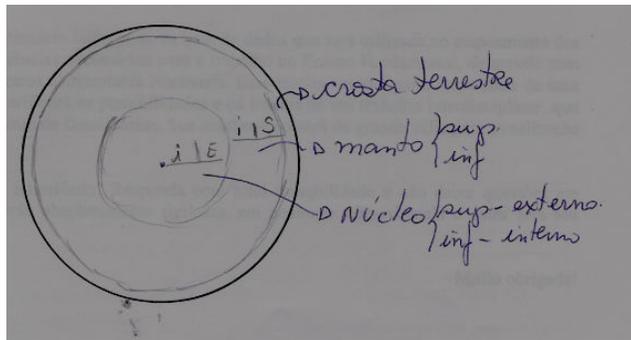
3.a)

3.b)  $\pm$  4,5 bilhões de anos atrás.

3.c) Na água, primeiros organismos vivos bactérias, algas ...

SC13.

1) Acomodação das placas tectônicas, devido ao movimento do magma.

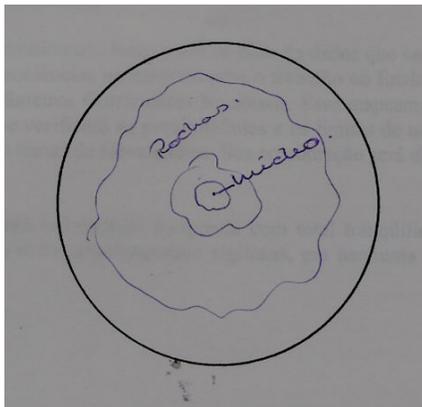


2)

- 3.a) Era uma “bola” irregular de material muito, muito quente.
- 3.b) Cerca de 4,5 bilhões de anos.
- 3.c) Pela alta temperatura não, em relação as formas de vida que conhecemos.

SC14.

- 1) Movimentação das placas tectônicas.

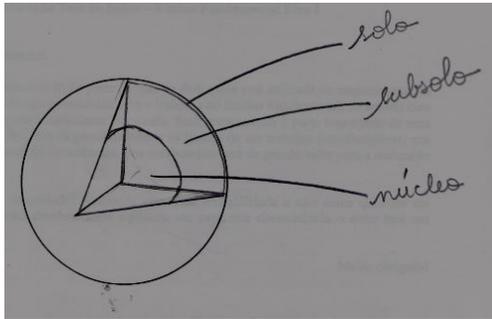


2)

- 3.a) Totalmente rochosa, atmosfera quente.
- 3.b) Mais ou menos 4,6 bilhões de anos.
- 3.c) Microorganismos.

SC15.

- 1) Movimentação das placas tectônicas.



2)

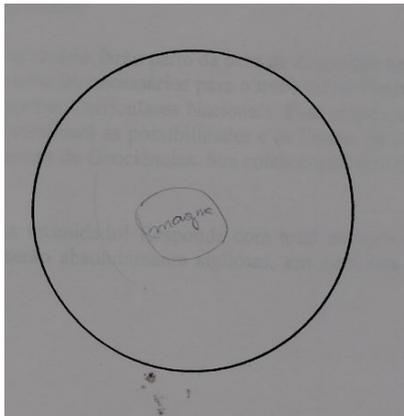
- 3.a) Uma "bola" de massa incandescente.
- 3.b) 4,6 bilhões de anos.
- 3.c) Nenhum.

SC16.

Todas as questões foram deixadas em branco.

SC17.

- 1) Acomodação das placas, exploração irregular das fontes naturais (água, petróleo etc).

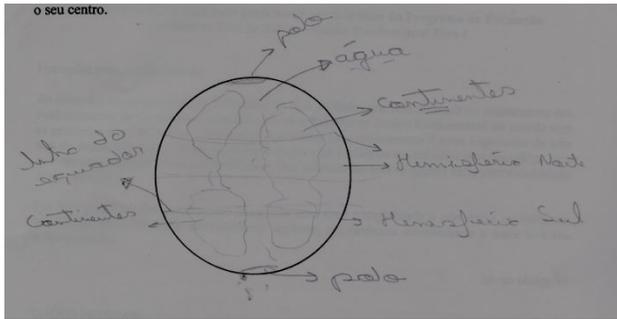


2)

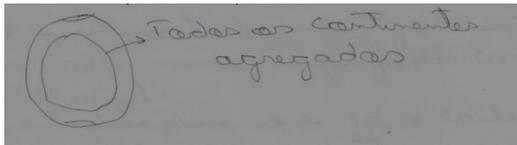
- 3.a) Um plante regido por explosões vulcânicas, resfriamento com as águas, turbulências, umidade excessiva.
- 3.b) Milhões
- 3.c) Bactérias e fungos, c/ resistência a alta temperatura.

SC18.

- 1) Movimento das placas Tectônicas da Terra. Algumas alterações ambientais causadas pelo homem, como testes de bombas no oceano, isso talvez a longo prazo.



2)



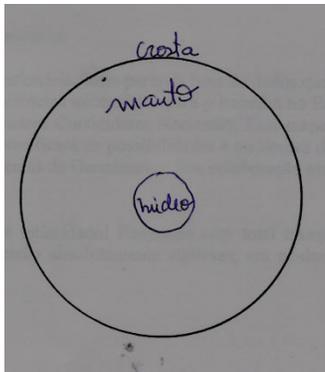
3.a)

3.b) ~ 4 bilhões de anos

3.c) Não

SC19.

- 1) Movimento (acomodação) das placas tectônicas



2)

3.a) Uma massa incandescente.

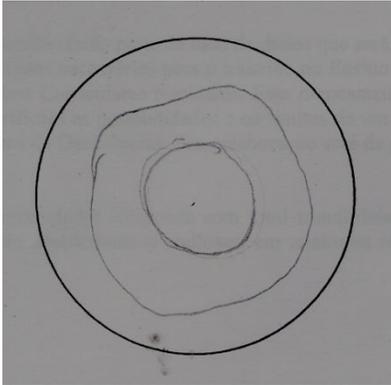
3.b) ~4 bilhões de anos

3.c) Não. Neste período as condições físicas e químicas da Terra não permitiam a existência de vida (ausência de água e de CO<sub>2</sub>, altíssimas temperaturas, etc.).

## Bragança Paulista

BP01.

1) Movimentos das placas tectônicas.



2)

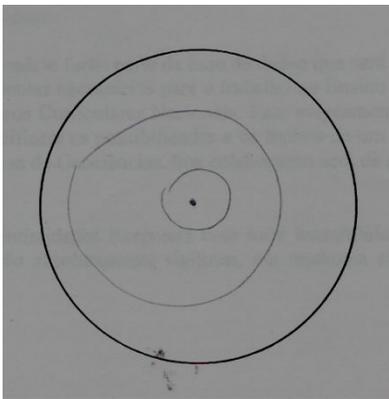
3.a) Uma massa pastosa condensada e avermelhada.

3.b) 4,8 milhões de anos

3.c) Não teria vida alguma.

BP02.

1) Não tenho conhecimento sobre o assunto, mas acho que quando a água se desvia e infiltra-se nas rochas a terra fende-se.



2)

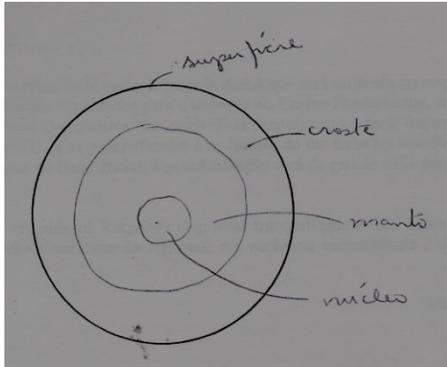
3.a) Acredito na parte religiosa. Não acredito em explosão e sim na criação Divina. Então a imagino em seu início com as criações ocorrendo cada uma em seu tempo (água, terra, verde, animais e homem).

3.b) Mais ou menos 5 bilhões de anos

3.c) Os já citados na alternativa (a)

BP03.

- 1) Aumento da temperatura no interior da terra, fazendo com que gases, componentes químicos se agitem e ocorram os abalos.



2)

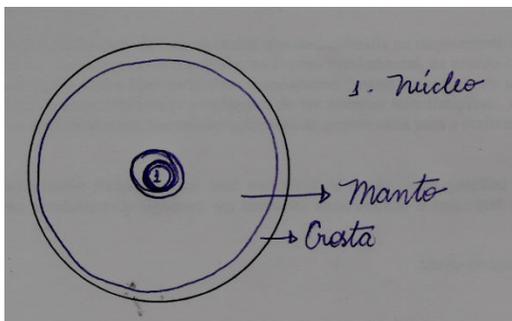
3.a) Imagino uma grande nuvem de gases disperso numa imensidão (expalhados) e com o passar dos anos foram se juntando, solidificando até formar esse aglomerado que é hoje).

3.b) Voltar mais 4,6 bilhões de anos aproximadamente.

3.c) Haveria bactérias, fungos em formação, microorganismos vivos.

BP04.

- 1) Movimento das placas tectônicas. Os continentes estão dispostos sobre placas que se movimentam e quando isto ocorre é gerado um abalo sísmico.



2)

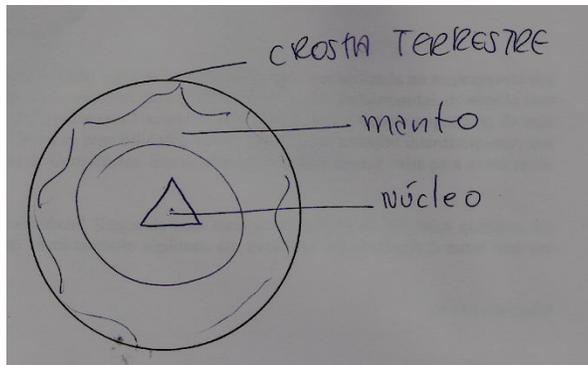
3.a) Muito quente, sem formação solo, ou seja a superfície seria toda rochosa, sem a presença seres vivos terrestres, e sem nenhum tipo de vegetais.

3.b) 4,5 bilhões de anos.

3.c) Não haveria nada vivo, mas se houvesse seriam seres aquáticos e microscópicos.

BP05.

1) Liberação de energia através da colisão das placas tectônicas.



2)

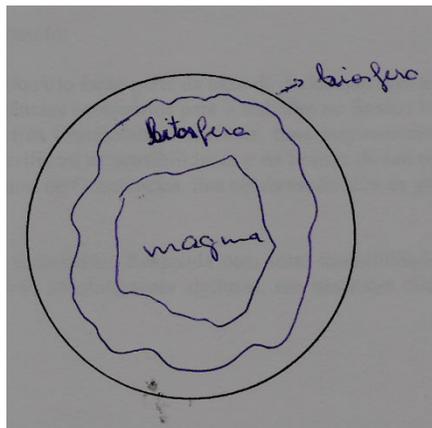
3.a) Uma elipse cheia de gases, relâmpagos, fogo; material incandescente. Cheia de vulcões etc.

3.b) 4,7 bilhões de anos.

3.c) Não ...

BP06.

1) O movimento das placas tectônicas.



2)

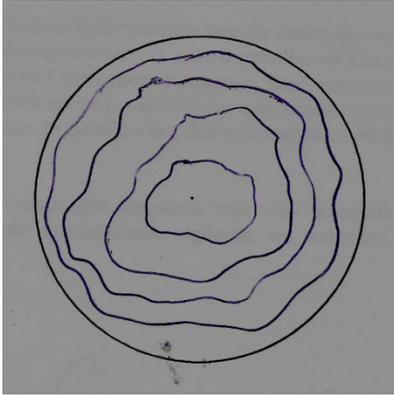
3.a) Milhões de rochas se juntando e se acumulando após o 'big bang'.

3.b) ± bilhões de anos

3.c) Não, os organismos começaram a se desenvolver muito tempo depois.

BP07.

- 1) São fendas ou falhas e desníveis que ocorrem em camadas no subsolo que com a acomodação ocorrem este evento.



2)

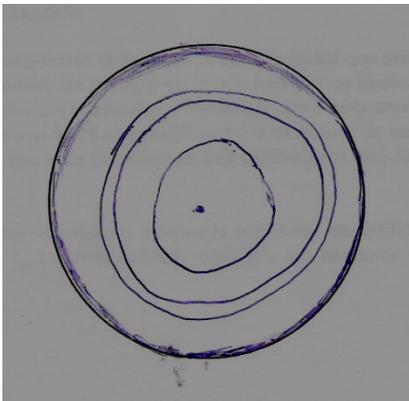
3.a) Um acúmulo de gases e rochas (meteoros) se condensando.

3.b) 10 bilhões de anos

3.c) Não; apenas bactérias e fungos

BP08.

- 1) São os movimentos das placas tectônicas que podem ocasionar um terremoto, como por exemplo a cidade de São Francisco que se localiza bem acima destas placas.



2)

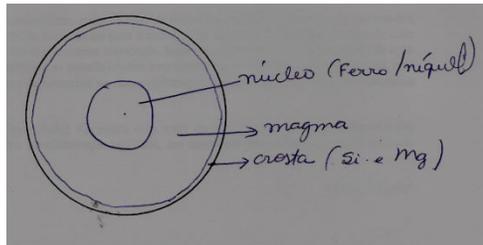
3.a) Muitos gases, muita chuva, só rochas após seu resfriamento.

3.b) 4,5 bilhões

3.c) Sim, bactérias, microorganismos

BP09.

- 1) Terremotos são causados pelas movimentações de placas tectônicas. O calor e pressão do magma, associados a falhas nas placas, provoca deslocamentos de intensidades variadas gerando ondas sísmicas.



2)

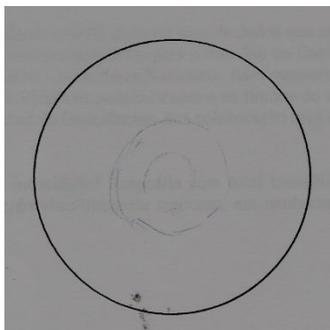
3.a) Uma grande massa muito quente com aspecto pastoso em toda sua extensão que gradativamente foi se esfriando em sua superfície, solidificando-a. O interior continua muito quente e pastoso, gerando grandes pressões que causam erupções vulcânicas, como deve ter acontecido.

3.b) Aproximadamente 5 bilhões de anos (4,8)

3.c) Impossível haver vida, como nós a conhecemos, com temperaturas tão altas, a vida surgiu muito tempo depois, aproximadamente 2,8 a 3 bilhões de anos surgiu a primeira forma de vida dentro de oceanos primitivos, formados pelas intensas chuvas que ocorriam nesse momento. Foi uma mistura de moléculas vindas dos gases da atmosfera primitiva ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  e vapores de água) que sob a ação de fortes descargas elétricas, passados bilhões de anos, originou as primeiras moléculas orgânicas.

BP10.

- 1) Movimento de placas tectônicas causado pelo material do manto em alguns pontos do planeta



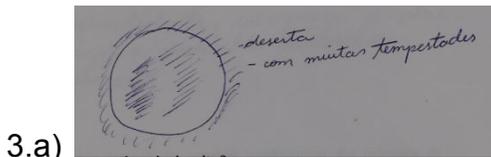
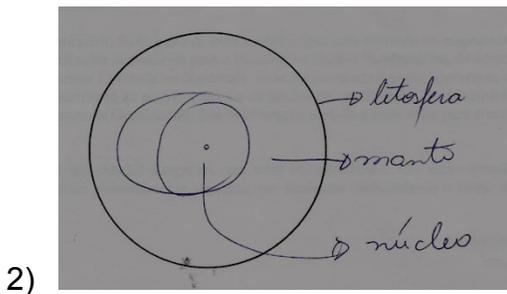
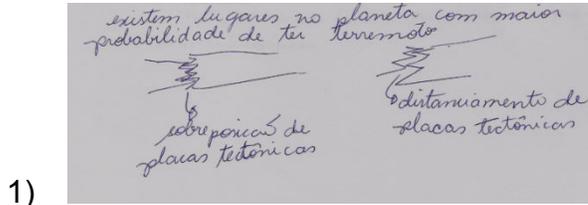
2)

3.a) O núcleo não estaria concentrado nessa posição que desenhamos. A temperatura do planeta mais alta. A superfície totalmente diferente.

3.b)  $\pm$  Dois bilhões de anos

3.c) Não.

BP11.

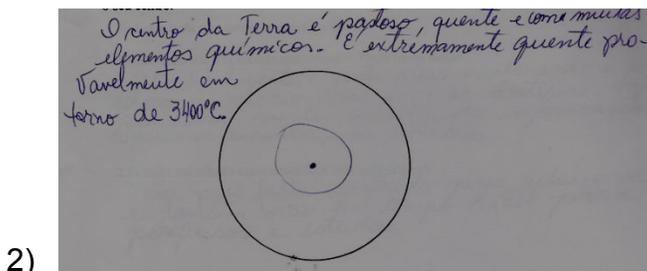


3.b) ± Uns 3 bilhões de anos

3.c) Não, mas se tivesse seria microscópico e sem inteligência.

BP12.

1) É um processo de transformação constante do planeta Terra em relação ao Universo e as atuações dos seres no seu processo. O que eu conheço é a acomodação das 5 placas tectônicas que ocasionam os terremotos.



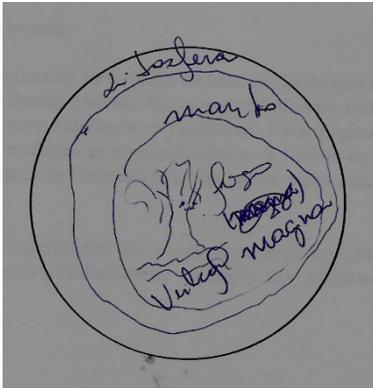
3.a) Não consigo imaginar, pois a todo instante existe a transformação. É interessante que na natureza nada se cria, tudo se transforma. Então tudo já existiu só foi transformado.

3.b) 4,6 bilhões de anos.

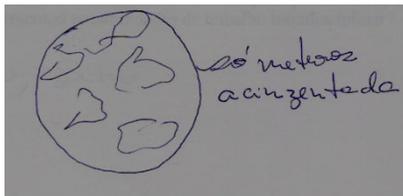
3.c) Acredito que sim, pois ocorreria apenas sua transformação. Creio que talvez (seja) seria um organismo de tamanho microscópico, porém com condições de subsistência e condições para se adaptar.

BP13.

1) Elevação da temperatura da terra. Maremotos.



2)



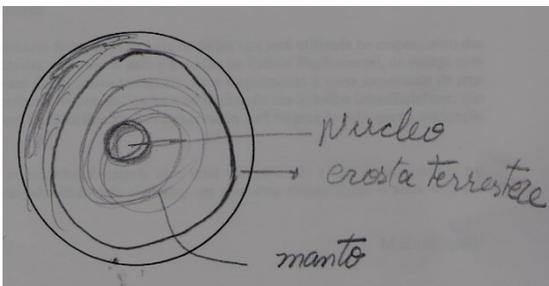
3.a)

3.b) Início da formação da terra.

3.c) Não, haveria microorganismos parecidos com bactérias.

BP14.

1) Um terremoto pode ser causado por movimento das placas tectônicas devido a pressão interior de substância como magma, com altas temperaturas pressiona de baixo para cima, provocando os abalos sísmicos que podem ser movimentar a terra, dependendo da pressão será o grau de intensidade.

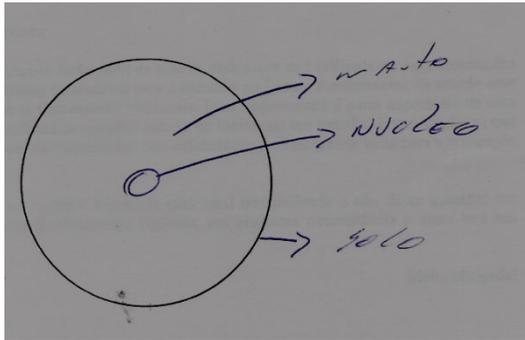


2)

- 3.a) Eu imagino sua aparência, quente sem ar para respirar, muito movimento, vulcões violentas tempestades, se colocando cada material em seu lugar,
- 3.b) Há 4,5 bilhões de anos
- 3.c) Não, nessa época não haveria alimento para manter a vida por isso que é só imaginação.

BP15.

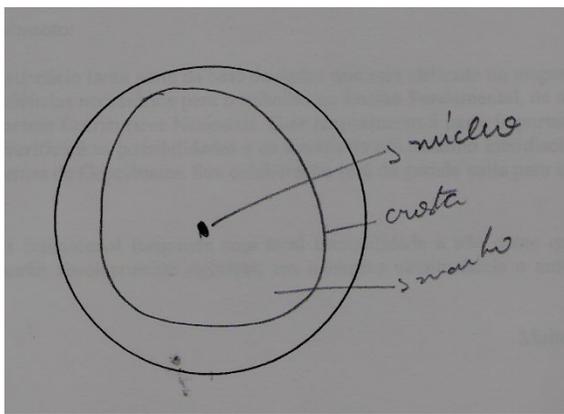
- 1) As mudanças das placas tectônicas.



- 3.a) Uma imensa massa sem cores vivas, um clima de muita mudança,
- 3.b) 5 bilhões
- 3.c) Bactérias, seres em estado de mutação.

BP16.

- 1) Através de transformações climáticas.

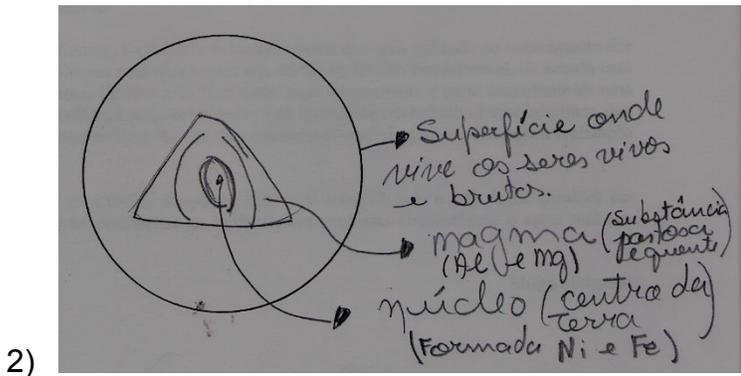


- 3.a) Como se fosse um deserto.
- 3.b) Há bilhões de anos

### 3.c) Os insetos

BP17.

- 1) O movimento de placas tectônicas se deslocando podem provocar terremotos e maremotos dependendo da escala.



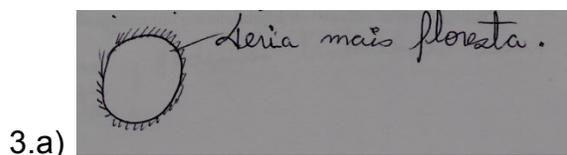
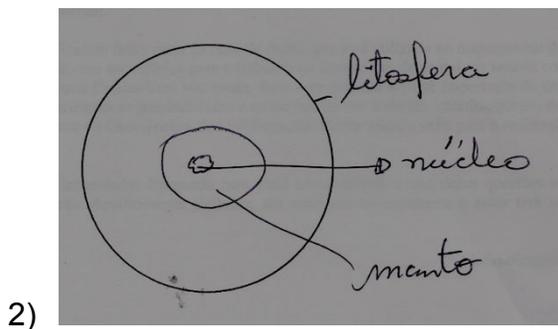
3.a) De uma aparência quase sem vida sem colorido, muito quente e as vezes muito fria sem sons um ou outro ruído.

3.b) Bilhões de anos

3.c) Sim, alguns microorganismos que foram formados do aquecimento, resfriamento e descargas elétricas.

BP18.

- 1) Quando as placas tectônicas se movem ou quando elas se tocam, podem causar um terremoto.

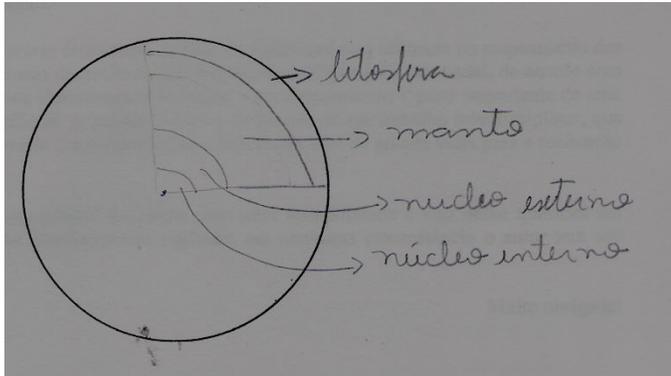


3.b) Teria que voltar milhões (bilhões) de anos.

3.c) Sim, protozoários.

BP19.

1) Movimentação ou acomodação das placas tectônicas.



2)

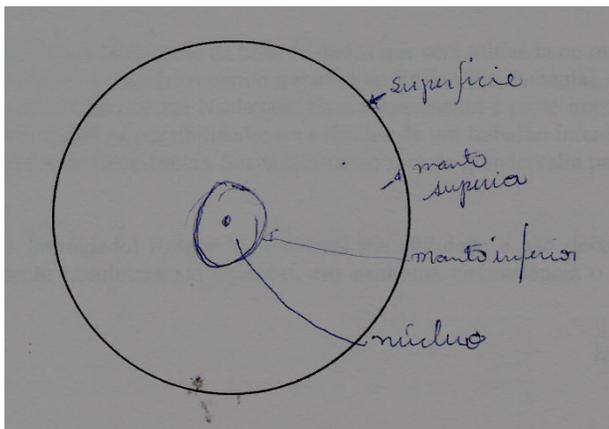
3.a) Uma esfera muito quente, com muitos vulcões em erupção, formando os continentes, o oceano quente, raios e tempestades, com gases diferentes dos quais temos hoje.

3.b) 4,6 bilhões de anos aproximadamente

3.c) No momento da formação da Terra não haveria vida

BP20.

1) É causado pela formação das placas tectônicas



2)

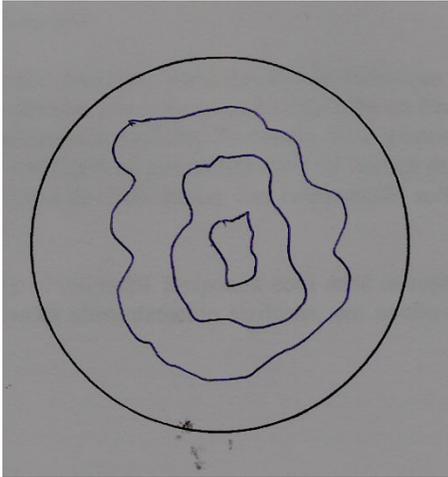
3.a). Sua aparência seria um desagregado de substâncias sólidas e líquidas.

3.b) 4,5 bilhões de anos

3.c) Não, apenas um desagregado de substâncias.

BP21.

1) Não sei, mas deve ter alguma relação com a acomodação de placas tectônicas.



2)

3.a) Inicialmente, não a imaginária redonda e sim, com um formato irregular e também três vezes maior ou até 5 vezes maior. E quando a mesma foi formada, ela fora “quebrada” e dividida ficou no formato que a conhecemos.

3.b) Por volta de 5 ou 8 bilhões de anos

3.c) De início não, mas logo depois sim, sei lá, bactérias? organismos microscópicos.



Classificação das respostas apresentadas ao segundo questionário

	Q1	Q2	Q3a	Q3b	Q3c		Q1	Q2	Q3a	Q3b	Q3c
CO1	III	III	III	II	II	CL1	III	III	IV	III	I
CO2	V	IV	IV	IV	II	CL2	II	II	IV	III	II
CO3	IV	III	IV	II	IV	CL3	IV	IV	IV	II	I
CO4	III	III	IV	III	IV	CL4	III	III	III	IV	I
CO5	III	III	IV	I	IV	CL5	II	II	IV	II	IV
CO6	V	IV	V	V	V	CL6	II	IV	IV	V	IV
CO7	V	IV	V	V	V	CL7	IV	IV	IV	V	IV
CO8	II	III	IV	I	I	CL8	III	III	III	I	II
CO9	III	III	IV	I	I	CL9	V	IV	IV	V	I
CO10	III	IV	IV	I	IV	CL10	III	IV	IV	III	III
CO11	IV	IV	IV	III	I	CL11	II	IV	IV	I	IV
CO12	IV	IV	IV	IV	IV	CL12	IV	IV	IV	III	IV
CO13	V	V	V	V	V	CL13	V	III	IV	IV	IV
CO14	III	IV	IV	II	II	CL14	II	III	IV	I	I
CO15	V	III	IV	IV	IV	CL15	III	III	III	II	III
CO16	III	IV	IV	II	IV	CL16	II	III	III	I	IV
						CL17	III	III	III	III	III

	Q1	Q2	Q3a	Q3b	Q3c		Q1	Q2	Q3a	Q3b	Q3c
<b>SC1</b>	II	III	III	I	IV	<b>BP1</b>	II	III	IV	I	I
<b>SC2</b>	II	III	III	I	IV	<b>BP2</b>	IV	III	IV	I	IV
<b>SC3</b>	II	II	IV	III	III	<b>BP3</b>	IV	III	III	I	IV
<b>SC4</b>	II	III	IV	I	I	<b>BP4</b>	III	II	IV	I	III
<b>SC5</b>	IV	III	IV	II	IV	<b>BP5</b>	I	IV	IV	I	I
<b>SC6</b>	IV	III	IV	V	V	<b>BP6</b>	II	IV	IV	II	II
<b>SC7</b>	IV	IV	III	II	I	<b>BP7</b>	III	IV	II	II	IV
<b>SC8</b>	IV	IV	IV	V	IV	<b>BP8</b>	III	III	III	I	IV
<b>SC9</b>	II	IV	III	IV	I	<b>BP9</b>	III	III	IV	I	II
<b>SC10</b>	III	III	IV	I	IV	<b>BP10</b>	III	IV	IV	II	I
<b>SC11</b>	III	III	IV	I	IV	<b>BP11</b>	III	III	IV	II	III
<b>SC12</b>	IV	II	IV	I	IV	<b>BP12</b>	IV	III	IV	I	IV
<b>SC13</b>	III	II	IV	I	II	<b>BP13</b>	IV	IV	IV	IV	IV
<b>SC14</b>	II	IV	IV	I	IV	<b>BP14</b>	III	II	IV	I	III
<b>SC15</b>	II	III	IV	I	I	<b>BP15</b>	II	III	IV	I	IV
<b>SC16</b>	V	V	V	V	V	<b>BP16</b>	IV	II	IV	II	IV
<b>SC17</b>	IV	IV	IV	III	IV	<b>BP17</b>	III	IV	IV	II	IV
<b>SC18</b>	IV	II	IV	I	I	<b>BP18</b>	II	III	IV	III	IV
<b>SC19</b>	II	III	IV	I	II	<b>BP19</b>	II	III	III	I	I
						<b>BP20</b>	IV	III	IV	I	II
						<b>BP21</b>	II	IV	IV	II	III



## Transcrição das respostas

1. **Você já conhecia o conteúdo apresentado? Onde havia visto?**
2. **Já tinha trabalhado esses conteúdos com seus alunos?**
3. **Considera as discussões da aula de hoje importantes para sua prática docente? A aula apresentou possibilidades de trabalho interdisciplinar?**
4. **Você já havia pensado no potencial interdisciplinar dos conteúdos de Geociências? Aponte quais seriam as possibilidades e os limites do uso desses conteúdos como eixos integradores.**

### Campinas – Oeste

#### CO01.

1. Sim, na faculdade e alguns livros.
2. Trabalhei; há alguns anos atrás hoje o professor de Geografia faz a interdisciplinaridade com Ciências.
3. Sim, abriu novos horizontes, podendo ser trabalhado com prof. de Matemática, Geografia, Artes, Português (texto) e outros.
4. Sim, embora por falta de reuniões mais efetivas com prof. de outras áreas não se consegue reunir um maior no. de prof. Devemos insistir para que se abra espaço para essas discussões.

#### CO02.

1. Não.
2. Não. Eu não sou professora de Ciências.
3. Sim, as discussões de hoje foram importantes p/ nosso aprendizado, e, quem sabe um futuro trabalho interdisciplinar.
4. Não, nunca havia pensado.

#### CO03.

1. Com referência ao conteúdo apresentado, eu tinha uma vaga noção. Já vi em alguns livros e reportagens científicas na T.V.
2. Apenas que ocorre a divisão entre núcleo, manto e crosta.
3. Com certeza a aula além de excepcional, aumentou mais os conhecimentos para serem trabalhados em sala de aula.
4. Não havia pensado, mas agora com esse novo panorama já é possível.

CO04.

1. Sim; na faculdade curso de Geologia.
2. Sim.
3. Sim. Muito. Tirou minhas dúvidas e fez com que eu aprendesse mais sobre o conteúdo do interior da Terra.
4. Não, terremotos, tsunamis, tornados etc.

CO05.

1. Não.
2. Sim, mas no modo, isto é, modelo antigo.
3. Muito, pois acrescentou novos conhecimentos. Sim, com matemática, física, química, ciências.
4. Não. Mas na Matemática regra de três com as medidas do raio do globo. Física com cálculos de temperatura. Química os materiais encontrados no centro da Terra.

CO06.

1. Desta forma não.
2. Sim, com o livro didático.
3. Sim, em vários momentos.
4. Não.

CO07.

1. Não.
2. Não.
3. Sim, pois na interdisciplinar envolve mais de um professor e cada professor trabalha n sua especialidade.
4. Sim, trabalhando com projeto onde envolve um só tema, com vários conteúdo onde cada professor vai buscar suas possibilidades para seu trabalho.

CO08.

1. Sim, livros didáticos e escola mas não com essa abordagem.
2. Sim no ensino fundamental.
3. Sim, com certeza Geografia, Ciências, Matemática.
4. Não. A grande possibilidade será a integração entre as outras disciplinas para podermos fazer a ponte (Interdisciplinaridade).

CO09.

1. Sim, livros didáticos e escola mas não com essa abordagem.

2. Sim no ensino fundamental.
3. Sim, com certeza Geografia, Ciências, Matemática.
4. Não. A grande possibilidade será a integração entre as outras disciplinas para podermos fazer a ponte (Interdisciplinaridade).

CO10.

1. Não.
2. Não
3. Sim.
4. Poderia trabalhar junto com geografia, ciências e matemática, ajudaria nos cálculos. Aprendi muito.

CO11.

1. Desta maneira não.
2. Não
3. Sim.
4. Mais ou menos (o interdisciplinar); e não Geociências.

CO12.

1. Com referência aos critérios apresentados tinha pouco conhecimento.
2. Somente o que ocorre a divisão entre núcleo, manto e crosta.
3. Muito importante. Aumentou + os conhecimentos para trabalhar em sala de aula.
4. Terremoto, maremoto são grandes eixos.

CO13.

1. Sim, no momento não recordo + ou – em 1982.
2. Não, formação Matemática.
3. Sim, muito interessante.
4. Não. Nunca tive essa noção.

CO14.

1. Em um modo bem superficial. Tendo visto o conteúdo em jornais e revistas.
2. Não trabalhei.
3. Sim, muito importante, pois, mostra como podemos introduzir o conteúdo para os alunos de uma forma mais interessante. E também como podemos trabalhar junto com outras disciplinas.
4. Não nunca havia pensado em trabalhar os conteúdos de Geociências. Agora estarei tentando colocar o conteúdo no meu planejamento para o ano seguinte, buscando apoio ou melhor trabalhar a interdisciplinaridade.

CO15.

1. Sim, algumas coisas na faculdade.
2. Não.
3. Sim, pois aprendemos coisas que eu não havia aprendido.
4. Não, nunca pensei, mas imaginava que esses conteúdos estavam dentro dos conteúdos dos professores.

CO16.

1. Sim de maneira superficial.
2. Há muito tempo...
3. Sim, aprendi muito com as discussões. Aprimorei meu aprendizado sobre trabalho interdisciplinar, com certeza ficou bem claro qual professor deveria trocar idéias e até propor a discussão de trabalhar a interdisciplinaridade.
4. Não.

### **Campinas – Leste**

CL01.

1. Vagamente. Discovery.
2. Sou da área de Matemática, nunca vi essa possibilidade.
3. Muitas coisas interessantes, gostei muito.
4. Matemática. Escala. Temperatura. Variações. Medições. Proporções.

CL02.

1. Sim. Como professora de Ciências trabalho o conteúdo. Conteúdo visto nos livros didáticos.
2. Sim, com turmas do Ensino Fundamental (5<sup>as</sup>. séries); camadas da Terra, origem dos vulcões.
3. As discussões foram muito importantes abrindo possibilidade de aprofundamento em trabalho interdisciplinar principalmente com docente de Geografia.
4. Sim pois os conteúdos de Geociências estão relacionados com fatores ambientais que são abordados de maneira clara e tem participação dos alunos (mídia, textos, revistas científicas).

CL03

1. Conhecia, no livro didático.
2. Não; é o professor de Geografia que trabalha esse conteúdo.
3. Sim, e p/ meu enriquecimento pessoal. Sim; não sei se vou aplicar.

4. Não. Teria que avaliar e estudar melhor o assunto.

CL04

1. Em partes. Dei aulas de Ciências alguns anos no início de minha carreira e também aprendo um pouco em livro que compro para meu filho, que gosta muito dessa área.
2. Já, porém, de uma forma muito teórica.
3. Sim, ao vencer as barreiras da resistência docente sobre interdisciplinaridade; a aula de hoje subsidia muito esse tipo de trabalho.
4. Não. (Obrigada, pela sua contribuição, principalmente para o meu trabalho como coordenadora)

CL05.

1. Sim, através dos livros didáticos e paradidáticos.
2. Sim, dentro dos livros e revistas, mas num conceito superficial.
3. Sim, pois acrescenta com nosso conhecimento e nos viabiliza a melhorar e pesquisar mais. O trabalho interdisciplinar há sempre muitas possibilidades, depende dos colegas o qual trabalhamos, pois é um trabalho coletivo.
4. Não havia pensado a respeito, quanto as possibilidades são muitas, os limites depende do interesse dos demais colegas, prá ser um eixo integrador.

CL06.

1. Não.
2. Não.
3. Sim, foi interessante o fato de aprender algo totalmente fora do meu conteúdo mas que poderei relacionar com aquilo que eu uso.
4. Não havia pensado pois meu conhecimento nessa área é pequeno mas deu para observar que com apoio podemos relacionar a Geociências c/ a Matemática.

CL07.

1. Não.
2. Não.
3. Todas as discussões foram importantes, apresentaram um caminho bastante interessante de trabalhar com as diversas disciplinas do currículo.
4. Sim, mas não tinha idéia do potencial desses conteúdos.

CL08.

1. Conhecia parcialmente – lembranças do meu ensino médio e de matéria de graduação (elementos de Geologia e Geografia).
2. Não.

3. Sim - a aula apresentou possibilidades e idéias para trabalhos interdisciplinares e promoveu uma segurança maior para que possa transmitir esse conteúdo.
4. Este ano, meu primeiro de magistério, trabalho nas Oficinas de Informática e Saúde e Qualidade de Vida em Escola de Tempo Integral (ETI) e constantemente discuto com outros professores a necessidade de integração entre conteúdos trabalhados entre matérias do currículo básico e oficinas e entre as próprias. Esta semana mesmo comentamos (eu e a professora de Geografia) da necessidade de uma matéria de Oficina mais abrangente, que enquadre as Ciências da Terra! Como limitação vejo sempre o envolvimento (ou falta dele) de alguns professores, falta de tempo em comum para planejamento e insegurança para trabalhar temas “menos comuns” ou para fazer associações.

CL09.

1. Já, no 2º. e 1º. Grau.
2. Não.
3. Sim. Sim.
4. Não, depende do trabalho de grupo e de um líder p/ organizar.

CL10.

1. Sim, nos livros de ciências.
2. Sim, muito pouco, ficou para Geografia.
3. Muito interessante. Sim, podemos trabalhar com várias disciplinas.
4. Não, posso pensar melhor nesse assunto.

CL11.

1. Superficialmente.
2. Não.
3. Muito pouco
4. Não pois o conteúdo aplicado tem pouca relação com conteúdos desenvolvidos por mim na sala de aula, para “tentar fazer” a interdisciplinaridade existem outros temas mais px que demandam um tempo menor e outros conteúdos de mais fácil aplicação.

CL12.

1. Tinha um conhecimento pouco, a aula abordou temas que eu desconhecia.
2. Trabalho com meus alunos de 5<sup>as</sup>, 6<sup>as</sup>, só que de uma forma básica, a aula foi mais abrangente.
3. Sim, posso estar utilizando com meus alunos e procuro sempre um trabalho interdisciplinar...

4. Não tanto como foi exposto na aula. Poderia usar a aula em sala de aula, possibilitando ao aluno enxergar com maior clareza a composição, formação e fatores que interferem na terra.

CL13.

1. Muito pouco, quando estudante.
2. Não.
3. Sim, considero muito importante e a aula apresentou muitas possibilidades de trabalho interdisciplinar. Tenho que repensar muitas coisas.
4. Não. Depende do grupo e da vontade dos professores.

CL14.

1. Só superficialmente. Jornais e revistas.
2. Não.
3. É muito importante, e já estou pensando em montar um projeto interdisciplinar para o próximo ano com as oitavas séries.
4. Não. Tenho dificuldade nesses assuntos, mas agora despertou interesse e vou estudar mais sobre o assunto.

CL15.

1. Na minha formação (na graduação) eu tive Geologia, mas isso foi no 1º. ano de faculdade!! Faz tempo... Sou professora de Matemática com habilitação em Ciências, mas nunca lecionei essa disciplina. Para mim foi de grande valia. Pude rever e repensar todo esse conteúdo. Valeu muito!!
2. Não.
3. Sim. Como já comentei só trabalho a disciplina de Matemática mas isso não quer dizer que não possa fazer uma “ponte” c/ Ciências ou Geografia. A aula apresentou, sim uma proposta interessante de interdisciplinaridade.
4. Não havia pensado, hoje pude refletir sobre o assunto.

CL16.

1. Conhecia parcialmente. Enquanto trabalhava logaritmos li com meus alunos um contexto abordando terremotos e escala Richter, mas o foco era a fórmula da magnitude, que é usado logaritmo. Foi observado também a foto de um sísmógrafo.
2. Não da forma como foi apresentado e discutido hoje, de forma abrangente e rica.
3. Com toda certeza. As minhas anotações e material recebido, darão possibilidades de um novo planejamento de aula e projetos com outros colegas.
4. Apenas com relação aos terremotos tinha conhecimento, mas quanto a outros temas: furacão, rochas, e evolução do planeta Terra, o efeito estufa, que são

assuntos interessante – ainda não. Difícil apontar as possibilidades e limites no momento.

CL17.

1. Conhecia, nas aulas da faculdade, cursos etc
2. Já, pois as camadas da terra fazem parte do conteúdo de 5ª série EF.
3. Muito importantes pq através do tema “terremoto”, que é atrativo para as crianças, podemos trabalhar conteúdo, e de forma interdisciplinar.
4. A partir dos temas relacionados ao meio ambiente, dentro de geociências existem muitas possibilidades de trabalhar conteúdos c/ interdisciplinaridade.

## **São Carlos**

SC01. Conhecia superficialmente, da época de escola.

SC01. Não. Trabalho com Matemática.

SC01. A discussão foi interessante e relevante, visualizou melhor as possibilidades de interdisciplinaridade.

SC01. Não pensei, pois, não trabalho diretamente nessa área.

SC02. Já conhecia, mas não profundamente.

SC02. Não, a minha formação é matemática.

SC02. Sim, acrescentou um pouco mais o meu conhecimento sobre o conteúdo

SC02. Não, acredito que possamos fazer na minha escola um trabalho interdisciplinar.

SC03. Conhecia o básico, sou professora de 5ª e 6ª séries, por isso aprendi sozinha.

SC03. Já.

SC03. Sim, acho a interdisciplinaridade é muito legal, mas não depende somente da boa vontade do professor.

SC03. Sim, acredito que a maioria dos conteúdos de ciências (geociências) podem ser ministrados como eixos para a interdisciplinaridade, mas a escola pública está perdida e (acredito) que é um momento de reflexão, por isso muita coisa boa fica sempre para depois.

SC04. Parte dele sim. Em livros didáticos e paradidáticos, reportagens em TV, etc.

SC04. Não todos, ou pelo menos não com tanta profundidade.

SC04. Sim. Sim.

SC04. Sim, com a disciplina de geografia, eu, como prof. de Ciências, trabalho interdisciplinarmente esse conteúdo. Uma das dificuldades PE contar com a boa vontade dos profissionais p/ concretizar a atividade, uma vez que, nem sempre os conteúdos coincidem com a época que estão sendo desenvolvidos.

SC05. Do tempo escolar, já.

SC05. Não tive oportunidade.

SC05. Sim. Sim, pois não devemos ficar limitados apenas em cálculo individual. Mas interagirmos com conteúdos ministrados em outras disciplinas.

SC05. Sim. Creio que não há limites, pois sempre descobrimos novos meios e novas maneiras quando há diálogo e buscas para melhor ensino aprendizagem.

SC06. Sim. (teoricamente) (livro ciências)

SC06. 5ª série (do fundamental).

SC06. Sim, pois o lado interdisciplinar sempre fica meio esquecido.

SC06. Não. Limites, nem sempre coincide os conteúdos com outras matérias. Possibilidades, quando combinado com antecedência.

SC07. Sim, há muito tempo quando fiz o ensino fundamental, mas não lembrava mais. Valeu!!!

SC07. Não, aliás trabalhei logaritmo na 1ª série do ensino médio e só comentei onde havia a aplicação do logaritmo.

SC07. Sim, quanto mais informados mais seguros para se falar de qualquer assunto!

SC07. Não. Relacionar o conteúdo da matemática nas aplicações de outras áreas. Mostrar aos estudantes o porquê de estudar determinados conteúdos.

SC08. Sim, mas não completo, estudei na UFSCar em uma matéria chamada Geologia (faz parte do currículo).

SC08. Sim, mas não tão profundo.

SC08. Sim. Sim.

SC08. Não havia pensado. Pré-disposição dos prof. – limites. Possibilidades – ter uma equipe unida.

SC09. Sim, o conteúdo é trabalhado em sala de aula.

SC09. Já trabalhei os conteúdos.

SC09. Foram importantes, com novas possibilidades de trabalho.

SC09. Sim, são várias as possibilidades, é necessário o envolvimento de toda escola para que se possa ter bons resultados.

SC10. Sim. No conteúdo de 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> série,

SC10. Sim, no início do ano c/ as 5<sup>as</sup> series

SC10. Sim, algumas informações que muitas vezes não temos acesso, mostrando caminhos e possibilidades que muitas vezes no dia a dia não enxergamos.

SC10. Sim, em ciências trabalhamos com geografia em vários conteúdos como sistema solar, regiões, estações do ano, com rotação e translação. E alguns projetos já colocados tanto pela UE e pela DE.

SC11. Conhecia. Vi um pouco na graduação e estudo de alguns livros didáticos.

SC11. Não.

SC11. Eu achei que faltou um pouco de discussão, a professora abordou o assunto não dando muita possibilidade de fala, só quando se perguntava. Eu acho que os alunos deveriam ser instigados a falar mais, nos ouvimos muito e falamos pouco. A interdisciplinaridade só foi trabalhada só no final.

SC11. A Geociência é bem abrangente dá para trabalhar se tiver tempo e disposição com praticamente todas as áreas.

SC12. Sim, mas de uma forma mais geral. Nos livros de Ciências trazem o conteúdo do interior da Terra.

SC12. Costumo mandar desenhar as camadas com seus componentes (constituição); mas não imaginava que essa constituição tratava-se como suposições para alguns elementos. Ferro já foi verificado, outros são supostos.

SC12. Sim, acrescentaram informações precisas sobre o assunto, não sabia que existia essa divisão núcleo interno e externo. Também não sabia que o externo era líquido, sempre imaginei sólido.

SC12. Sim. Trata-se de uma Ciência bastante ampla podendo fazer a interdisciplinaridade.

SC13. Não todo. Em outros cursos e no observatório.

SC13. Alguns itens sim – camadas e terremotos (superficialmente).

SC13. Sim, aprofundaram meu conhecimento. Sim, pois há assuntos para várias áreas (mat., fis., biol., port., artes, geog., etc)

SC13. Sim, não tão profundamente (várias disciplinas), apenas com Geografia.

SC14. Bem superficial. Através de jornal, TV, internet.

SC14. Minha área é matemática e confesso que ainda não trabalhei o assunto.

SC14. Sim, adorei saber mais sobre o assunto e a possibilidade de interdisciplinaridade.

SC14. As possibilidades

são ilimitadas podemos associar a geociências com inúmeras disciplinas.

SC15. Sim, porém não profundamente.

SC15. Não.

SC15. Sim.

SC15. Sim, pois já fizemos alguns projetos na escola com eixo temático trabalhado interdisciplinarmente, o último trabalhado foi “água”. São muitas as possibilidades de trabalhar interdisciplinarmente e os limites são difíceis de serem estabelecidos.

SC16. Não

SC16. Não.

SC16. Sim.

SC16. Sim.

SC17. Sim, mas por curiosidade do por outra coisa. Vi em reportagens, notícias, etc.

SC17. Não.

SC17. Sim, foi interessante, em muitas outras atividades nós já trabalhamos a interdisciplinaridade. Partindo de minha própria formação que é tão eclética<sup>33</sup>.

SC17. São ilimitadas.

SC18. Conheço pouco, nos livros didáticos. “O básico” (apenas alguns conceitos).

SC18. Somente nas 5<sup>as</sup> series

---

<sup>33</sup> Engenharia sanitária e Matemática.

SC18. Acho importante, mas gostaria de dinâmicas para serem empregadas com crianças (5ª série). A interdisciplinaridade já é conhecida e em muitas escola já é prática, mas precisa muito desempenho.

SC18. Sim, o emprego dessa prática esbarra em muita burocracia, não ocorre reuniões de encontro por área.

SC19. Já estudei um pouco sobre esse conteúdo para poder desenvolver os temas correlacionados nas aulas de Ciências.

SC19. Alguns deles, sim.

SC19. Já trabalhei Sistema Solar com professores de Geografia. Hoje, após essa aula, pensei na possibilidade de trabalhar este conteúdo com professores de Arte, Matemática e História. Acho que limites não existem, todas as matérias apresentam temas que podem proporcionar ligação entre elas.

SC19. Sim. Os temas abordados enriqueceram o meu conhecimento sobre este conteúdo, acrescentaram vários conceitos que eu desconhecia. Esta aula mostrou à mim várias alternativas, dentro deste conteúdo, de trabalhar através da interdisciplinaridade.

## **Bragança Paulista**

BP01. Conhecia, aprendi quando fiz o ensino médio e também na faculdade quando tive aula de geologia.

BP01. Nunca trabalhei este conteúdo com os alunos, pois este conteúdo foi trabalhado pelo professor de geografia.

BP01. Sim, a aula de hoje ajudou a clarear mais, os meus conhecimentos anteriores. (aprendi coisas que eu nem tinha noção)

BP01. Nunca havia pensado no potencial interdisciplinar dos conteúdos de Geociências. Mais ainda acho que é muito complicado todos professores trabalharem em conjunto.

BP02. Muito pouco. Em outra aula do curso.

BP02. Não, pois meu conteúdo é matemática.

BP02. Sim. Acredito que sim, precisando haver interesse e participação do grupo docente.

BP02. Não, talvez por ser de outra área, e estarmos acostumados ainda, ao método mais tradicional. Existe sim a possibilidade desde que exista força de vontade do grupo. O limite, muitas vezes é a falta de material e de união.

BP03. Um pouco, havia visto na faculdade e na 2ª aula do Teia (2007).

BP03. Não, pois só trabalho com Matemática e física (3º ano do Ensino Médio) “Eletricidade”

BP03. Muito importante, por envolver várias disciplinas e temas atuais despertando mais a curiosidade dos alunos.

BP03. Ainda não, mais a idéia de estudar os Terremotos, podemos criar momentos significativos aos nossos alunos interagindo várias disciplinas com vários conteúdos do núcleo comum tanto ensino fundamental quanto médio.

BP04. Sim. Na faculdade e ao preparar aula de Ciências (5ª série) e Física.

BP04. Sim. Em Ciências e Física

BP04. Muito importantes, pois auxilia no aprimoramento das aulas. Sim, pois o tema foi discutido de maneira ampla mostrando como podemos trabalhar várias disciplinas juntas.

BP04. Não. Mas após este curso, mesmo tendo conhecimento do tema abordado, este ficou de maneira mais clara, mostrando como podemos “envolver” o aluno c/ o auxílio dos colegas, mas acho que um dos limites que poderei enfrentar será “tempo” para acertar isto com outros professores.

BP05. Sim. Na revista Ciências Hoje e livros

BP05. Trabalhei os conteúdos, causa e conseqüências

BP05. Sim. Podemos utilizar projetos.

BP05. Sim. Porém, nunca tive oportunidade de executar...

BP06. Um pouco. Na escola e no dia a dia.

BP06. Não.

BP06. Sim, abriu um pouco o leque para o trabalho interdisciplinar.

BP06. Não, muitas matérias ou conteúdos se integram naturalmente outras ainda existe um vácuo para a total integração dos conteúdos.

BP07. Não. Obs: disciplina de Matemática

BP07. Sim; obs: apenas o básico na escola onde estudei.

BP07. Sim; é muito importante desde que haja continuidade e uma mesma equipe.

BP07. Não; é a primeira vez que eu participo da Teia do Saber. As possibilidades seriam muitas, principalmente hoje com o uso da sala de informática.

BP08. Parcialmente. Livros, revistas ...

BP08. Parcialmente.

BP08. Sim, apresentou muitas possibilidades de trabalho interdisciplinar.

BP08. Sim. Por serem trabalhados assuntos da atualidade, havendo interesse não somente entre os docentes como também entre os alunos.

BP09. Sim, na faculdade, na disciplina de Geologia.

BP09. Sim, não de maneira complexa, mas é um tema que desperta a curiosidade dos alunos.

BP09. Certamente, eu particularmente me interesso por esse assunto e ai, fica mais fácil de trabalhar. Gostaria de ter oportunidade de aprofundar o conhecimento.

BP09. A interdisciplinaridade a princípio pareceu difícil porque envolve o desprendimento dos professores, mas já trabalhei em outra unidade escolar com geociências, na construção de modelos do sistema solar e movimentos da Terra, deu certo. O problema ocorre quando não há um coordenador para o trabalho, enganjado, compromissado, que faça o elo entre professores de maneira mais prática e objetiva.

BP10. Conhecia um pouco. Na faculdade e em alguns livros.

BP10. Não trabalhei terremotos

BP10. Muito. A aula além de apresentar essa possibilidade de trabalho, auxiliou no próprio conhecimento.

BP10. Não. Não acredito que limites impediriam estes trabalho. – vulcões, - rochas, - minerais (recursos naturais), - mudanças climáticas

BP11. Sim, em livros, e revistas. Mas o conteúdo estava mais fragmentado.

BP11. Formação da crosta terrestre sim, terremotos não.

BP11. Sim, todo o assunto estudado com maior profundidade, enriquece e abre novos espaços e possibilita trabalhos interdisciplinares.

BP11. Na verdade não. Mas este curso me deu algumas idéias, que devo por em prática na escola.

BP12. Não, totalmente. E gostei das explicações e as colocações relacionadas com as matérias. Hoje encontramos muitos veículos de informação. Esperamos encontrar os melhores.

BP12. Não, pois falta conteúdo para relacionar e também não há tempo hábil para pesquisas e estudos.

BP12. Com certeza é muito importante para a nossa prática em sala de aula. Estou para poder me dar condições de procura para que eu possa fazer a interdisciplinaridade. As possibilidades do trabalho de introsamento entre as disciplinas nos é muito importante.

BP12. Sim, é claro que sim. Infelizmente foi dividido os conteúdos em disciplinas e fragmentou os conteúdos e nos deu muita insegurança.

BP13. Superficialmente, televisão, algumas aulas.

BP13. Não.

BP13. Sim, sim

BP13. Sim, exploração do conteúdo com mais aprofundamento das disciplinas.

BP14. Sim, no livro a deriva dos Continentes de Samuel Murgel Branco

BP14. Não.

BP14. Sim, a dificuldade é integrar e interar com os professores de diversas áreas.

BP14. Sim – possibilidade quando há disponibilidade de tempo e conhecimento do assunto. – Limite é a falta de conhecimento.

BP15. Sim. Com o professor Juliano da própria Teia.

BP15. Algumas coisas relacionadas a interdisciplinaridades.

BP15. Sim pois faz parte do planejamento. Apresentou porque abordou um tema que relaciona diversas áreas.

BP15. Sim. Com certa organização trabalhar os conteúdos na escola com intuito de estabelecer relação até chegar no ponto uma avaliação individual do professor que ministra tal matéria.

BP16. Já na universidade.

BP16. Sim, mas atualmente ministro aula de matemática.

BP16. Sim. Sim. Oportunidade de desenvolver projetos.

BP16. Sim. Mas até o momento nunca trabalhei interdisciplinarmente na U.E

BP17. Algumas partes, já havia visto em revistas científicas, livros e documentários.

BP17. Na proporção que foi dado nessa aula não, trabalhei bem superficial por ser uma 5ª série.

BP17. Sim, com certeza ajudou a ampliar esses conceitos com outras disciplinas.

BP17. Já, as possibilidades de transformar os assuntos numa polêmica que estimule a curiosidade crítica e até soluções em integração com várias disciplinas num mesmo assunto.

BP18. Um pouco. Li em livros, revistas, etc.

BP18. Não, pelo motivo de trabalhar somente Matemática.

BP18. Sim, podemos trabalhar com várias matérias.

BP18. Já, mas fica difícil envolver todos os professores para trabalhar sobre determinado tema.

BP19. Sim. Alguns itens. Na minha formação acadêmica 1 ano de geologia.

BP19. Sim. – Construção de vulcão com massinha, bicarbonato de sódio, anelina e vinagre. – Formação das placas tectônicas com pote plástico, lama. – Movimento das placas tectônicas, caixa com orifício e folhas de papel.

BP19. Sim. Eu não tenho tinha conhecimento de algumas informações. Com professores de História, Geografia e Matemática.

BP19. Não. – escalas, - localização, - fenômenos da natureza, - problemas sociais.

BP20

1. Muito pouco em livros.
2. Sim, mas de maneira superficial.
3. Sim, pois temos sempre a acrescentar.
4. Sim. Na matemática aplicando em gráficos e situação no espaço e ambiente onde cada um vive e mora.

BP21. Sim, em cursos, livros e na escola.

BP21. Não tudo, mas alguns temas.

BP21. Muito importante, sim.

BP21. Sim, a possibilidade é grande quando existe interesse único e exclusivo do professor, pelo menos, na maioria das vezes depende apenas dele.