

Discutindo sobre aspectos da Natureza da Ciência com educandos do ensino médio

Discussing about aspects of nature of science with high school students

José Leandro de Albuquerque Macedo Costa Gomes

IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca
prof.leandro.fisica@hotmail.com

Andresso da Silva

IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca
andresso2011@live.com

Júlia Albuquerque Aguiar

IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca
julia_aa95@hotmail.com

Acássio Morais Silva

IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca
acassio_morais_@hotmail.com

Danielle Stéphanhy Pereira de Alcântara

IFAL – Instituto Federal de Alagoas – Campus Arapiraca
daniellestephanny2009@hotmail.com

Resumo

Vários estudos apontam, há décadas, que a imagem do fazer científico construída no ensino básico, seja pelo trabalho docente, formação docente inapropriada ou por boa parte dos manuais didáticos disponíveis, não é adequada. Este trabalho relata a experiência de aplicação de situações didáticas em sala de aula e análise de resultados. Tais situações fizeram uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) como metodologia para promover momentos dialógicos entre a visão de Natureza da Ciência (NdC) dos educandos e aquela exposta pelas situações didáticas. Discentes do ensino médio de uma escola da rede estadual do interior de Pernambuco foram o público-alvo deste trabalho, tendo docentes de várias áreas trabalhando em conjunto na confecção das situações didáticas, caracterizando um labor interdisciplinar.

Palavras chave: natureza da ciência, ensino médio, situações didáticas, história e filosofia da ciência.

Abstract

Several studies have shown for decades that the image of scientific work built on basic education, whether by teaching, inappropriate teacher training or by most textbooks available, is not adequate. This paper reports the experiment of teaching situations in the classroom and analysis of results. Such situations have made use of the History and Philosophy of Science (HFS) as a methodology to promote dialogic moments between the vision of Nature of Science (NOS) of the students and that exposed by the didactic situations. High school students in a state school in the interior of Pernambuco were the target audience of this work, with teachers from different fields work together in the preparation of didactic situations, featuring a interdisciplinary work.

Key words: nature of science, high school, didactical situations, history and philosophy of science

Introdução

Vários estudos apontam há décadas que a imagem de ciência e de seus aspectos construída em sala de aula é, por vezes, inadequada, deformada e incoerente com o fazer científico. Há alguns motivos para que isso ocorra. Motivos que vão desde uma formação em História e Filosofia da Ciência (HFC) inapropriada dos licenciados até aos equivocados textos de HFC presentes em muitos manuais didáticos utilizados no ensino básico.

Em sala de aula do ensino básico, rápidas conversas ou atividades dirigidas expõem facilmente as ideias que os educando desse nível de ensino possuem acerca da Natureza da Ciência (NdC). O desafio que se apresenta, portanto, é a elaboração de momentos didáticos que possam trazer a discussão sobre os aspectos da NdC ao ambiente de ensino, seja ele formal ou informal. Assim, descreve-se nesse trabalho uma sequência de atividades que foi planejada para explorar em sala de aula alguns dos aspectos do fazer científico, bem como os resultados obtidos e possíveis desdobramentos e implicações.

As visões equivocadas do fazer científico

Há vasta literatura abordando a relação entre a imagem de ciência que é trabalhada em sala de aula no ensino básico e aquelas que são externadas pelos discentes e professores (MCCOMAS, 1998; GIL-PÉREZ *et al*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2005).

A visão **exclusivamente analítica da ciência** destaca a divisão do conhecimento, o fazendo de forma simplista e limitada; São relevadas as fortes interações entre as diferentes áreas do conhecimento que se dão muitas vezes através dos chamados “problemas-ponte” que causaram, algumas vezes, até mesmo a união dessas áreas – isso é manifesto na História da Ciência. O conhecimento científico é tratado como se cada uma de suas partes pudesse ser guardada em gavetas independentes uma das outra, ou seja, sem nenhum tipo de inter-relação. Segundo Gil-Pérez *et al* (2001), essa visão talvez tenha escassa atenção pelas propostas de tratamento interdisciplinares aceitas entre os professores.

Não considerar os processo que promoveram a interação entre conhecimentos, como característica inerente à construção e ao próprio conhecimento, é um grande obstáculo à educação científica, transmitindo uma imagem inadequada da NdC.

Ver a ciência como **socialmente neutra** é desvalorizar as complexas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) – e mais recentemente Ciência, Tecnologia, Sociedade e

Ambiente (CTSA). Transmite-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, alheios aos problemas da sociedade, ausentes da necessidade de escolha, posicionamento político, etc. Não se leva em conta que a maioria das pesquisas e produções científicas se dá por necessidades ou problemas decorrentes de processos históricos e contextos socioeconômicos (GIL-PÉREZ *et al*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2005).

O empirismo é um movimento que acredita na experimentação como única instância formadora de ideias definitivas. Junto ao conceito indutivista da produção do conhecimento, o empirismo constrói o significado da abordagem do conhecimento a partir de observações e premissas individuais. Essa concepção fortalece a ideia de busca por respostas às observações de natureza científica e na investigação das mesmas, desconsiderando as hipóteses e teorias que norteiam e nortearam tanto a observação quanto a produção do conhecimento. Tal forma de conceber a ciência constitui a **visão empírico-indutivista da ciência** (MCCOMAS, 1998; GIL-PÉREZ *et al*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2005).

Convém notar que a ideia de experimento passada por docentes e por outros meios “científicos” confunde-se com a ideia de descoberta científica, adotando-se a “prova experimental” como definitiva à validação do conhecimento. Sendo comum associar um resultado obtido após a experimentação como necessário e suficiente para que dado saber seja aceito.

Outra deformação amplamente difundida e identificada na literatura é a **visão rígida e algorítmica da ciência**, que acredita na formação dos conhecimentos a partir de um conjunto de regras a serem seguidas pautadamente – um método científico. O qual, no final de suas etapas, apresentaria resultados exatos e infalíveis (GIL-PÉREZ *et al*, 2001). Tal pensamento, ao se mostrar algorítmico, esquece também da importância da criatividade, das dúvidas e atitudes tentativas, necessárias às construções científicas. A natureza destas construções é por si só incerta, as ambiguidades contribuem para reflexão das investigações.

Vale ressaltar que propalar a não existência de regras na ciência também constitui uma deformação do fazer científico, levando a um extremo relativismo.

A **visão elitista e individualista da ciência** é frequentemente verificada nas representações do que seria a ciência, tratando o meio científico como sendo constituído por minorias capazes de definir sozinhas as teorias a serem utilizadas no meio acadêmico. Dessa forma, transmite-se a ideia de que cientistas, essencialmente homens, são superdotados incapazes de errar e que pertencem as classes altas da sociedade (MCCOMAS, 1998; GIL-PÉREZ *et al*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2005). Tal perspectiva do trabalho científico resulta em expectativas negativas nos estudantes, os quais se veem desestimulados para as áreas da pesquisa, ora por não se considerarem inteligentes o bastante para “serem como Einstein” ora por acharem que não possuem poder aquisitivo o suficiente para pertencerem à casta dos cientistas.

Quando a ciência é construída de forma crescente, acumulando conhecimentos, sem sofrer discontinuidades, crises e reconstruções, constrói-se a **visão cumulativa e de crescimento linear da ciência** (MCCOMAS, 1998; GIL-PÉREZ *et al*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2005).

Essa visão deformada faz com que os discentes tenham a ideia de que a ciência não sofre nenhum tipo de mudança, deixando de lado a ideia de que a ciência nunca tenha passado por alguma crise; que sempre progrediu de forma tranquila e unindo cumulativamente os conhecimentos. Entretanto, baseando-se na HFC, que descreve diversos períodos de conturbação, de reformulação, de quebra do conhecimento então aceito, etc., na produção científica, essa visão é facilmente combatida.

A **visão apromblemática e ahistórica da ciência** mostra uma ciência já no estágio final, pronta, sem mais questionamentos. Dessa forma, esquecem-se os pontos de partida de determinada teoria - problemas, questionamentos que estiveram presentes na gênese do conhecimento (MCCOMAS, 1998; GIL-PÉREZ *et al*, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2005).

Essa visão possivelmente faz com que os discentes desconheçam os problemas que originaram determinada teoria. Ignorando o fato da ciência possuir todo um caminho histórico, marcado por obstáculos, remodelações, mudanças de concepções, etc.. Sendo assim, não há a provocação no senso crítico – necessário em todas as áreas do conhecimento – dos discentes. Tal modo de ver a ciência põe tanto o educando quanto o docente em zona de conforto, já que não é necessário questionar aquele saber já referendado, conhecimento, portanto, já acabado, pronto.

O contexto da pesquisa

Durante o processo de seleção de bolsistas para desenvolver atividades orientadas num projeto de extensão que utilizou a HFC para discutir aspectos da NdC com professores da rede estadual de ensino na cidade de Arapiraca-AL, foi percebido que os educandos que se submeteram a tal seleção expressaram, escrita e oralmente, percepções inadequadas acerca da NdC.

O Curso de Extensão Ensino de Física pela Metodologia HFC foi realizado entre os meses de abril a novembro de 2012. Contou com a participação ativa de 5 docentes da rede estadual de ensino de Alagoas, todos estes atuantes no ensino médio em escolas de Arapiraca-AL. O curso também contou com 2 bolsistas e 2 voluntários, todos discentes do segundo ano do ensino médio-integrado do IFAL – Campus Arapiraca.

O objetivo do curso era dar subsídios teóricos aos docentes partícipes para usarem atividades já consolidadas de introdução da HFC no ensino médio como método de trabalho para discutir características da NdC em sala de aula.

O processo de seleção para bolsistas foi composto por três etapas: prova escrita (com questões objetivas e dissertativas), entrevista e análise de histórico escolar. Submeteram-se ao processo seletivo vinte e quatro discentes, todos do ensino médio do IFAL – Campus Arapiraca.

Para surpresa dos coordenadores do curso de extensão, vários dos educandos inscritos para a seleção, após lerem os textos indicados no edital de seleção para bolsistas, começaram a questionar, durante as aulas regulares do IFAL, os meios pelos quais a ciência produz conhecimento. Esses questionamentos instigaram os educandos que não tinham se inscrito na seleção a investigarem sobre o que estava sendo questionado, afinal os não inscritos não conheciam os textos indicados para leitura. As dúvidas e impressões que geraram tais questionamentos nos discentes inscritos para a seleção ficaram bem mais evidentes quando da realização das duas primeiras etapas da seleção dos bolsistas do curso de extensão, principalmente nas respostas dadas às questões dissertativas e nas entrevistas.

Este foi o fato que desencadeou a elaboração de situações didáticas que promovessem o debate sobre aspectos da NdC em sala de aula. Assim, descreve-se brevemente, a seguir, as visões sobre a NdC expressadas por alguns dos educandos que se submeteram ao processo de seleção para bolsistas do projeto de extensão em 2012.

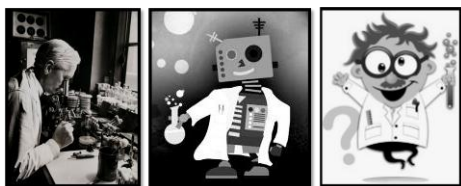
Aspectos da NdC expressados por educandos do ensino médio

A primeira etapa da seleção dos bolsistas foi uma prova composta por dez questões objetivas e duas dissertativas. Foram as respostas exibidas nas questões dissertativas que mostraram as

visões que os educandos traziam acerca dos aspectos da NdC. Tais questões foram:

11. Em suas palavras, mas fundamentado no texto PARA UMA VISÃO NÃO DEFORMADA DO TRABALHO CIENTÍFICO (GIL-PEREZ *et al.*, 2001), qual seria uma “visão aceitável do trabalho científico”, considerando a “dificuldade de falar em uma „imagem correta” da construção do conhecimento científico”.

12. Analise as três imagens abaixo e crie um texto relacionado-as às visões deformadas do trabalho científico que constam no texto PARA UMA VISÃO NÃO DEFORMADA DO TRABALHO CIENTÍFICO (GIL-PEREZ *et al.*, 2001).



Para a questão 11 foram dadas respostas¹ como:

Educando A: “As propostas de um ensino correto da ciência incluem pontos a observar da história que se encontra perdida. Os conhecimentos adquiridos por cientistas ao longo do tempo foram adquiridos em base de um trabalho que incluía duvidar de suas próprias descobertas, gerar hipóteses, errar, refazer, discutir, compartilhar.”

Educando B: “A maneira com que o ensino é prestado ao aluno, sendo ele linear, faz com que a concepção que os mesmos têm da ciência seja construída de forma errada. [...] o melhor seria que os professores das ciências ensinassem que ciência é análise e experimentação.”

Educando C: “Uma visão aceitável do trabalho científico seria a ciência ser o mais exata possível.”

Para a questão 12 foram exibidas respostas como:

Educando A: “A ideia que se cria na sociedade sobre o trabalho científico se deforma, primeiramente, por pensar que a ciência está pronta, sem que tenha nada a ser modificado, como a visão incompleta do método científico como se seguisse regras e fosse perfeito, bastando apenas provar algo e concluir uma ideia. Colocar um único cientista como autor de toda uma descoberta; os docentes passam uma ideia de exatidão no que se encontra no material didático; teorias que foram obtidas por um passe de mágica, um conteúdo exato.”

Educando D: “O senso comum pensa que o termo cientista é apenas aquele homem ou mulher fechado, sem sentimentos. Eles são assim, mas é na hora de fazer ou concluir suas teses ou experimentos, mas no dia-a-dia, quando não estão vidrados em seus estudos que vão contribuir com o futuro da humanidade, eles são pessoas normais, errôneas, falhas.”

Educando E: “A possível evolução da ciência que se dá através do trabalho científico, isto só foi consideravelmente realizável por meio de práticas laboratoriais que proporcionaram a oportunidade do desenvolvimento da ciência.”

O total de respostas obtidas para as questões já citadas foi classificado em três categorias, construídas em relação aos aspectos da NdC que hoje encontram mais aceitação entre historiadores e filósofos da ciência. Tais aspectos são a transitoriedade dos conhecimentos, falibilidade das teorias e construções conceituais da ciência, a imersão do ser no saber e do saber no ser numa recíproca e contínua mutação de ambos, a ideia primeira como contingenciadora do observar e pensar sobre o fenômeno, a ação do intelecto (ser) sobre o concreto (fenômeno) na produção de um abstrato (conceito) manipulável em sua totalidade no pensamento, o dissenso como instância partícipe na produção de conhecimento, a multiplicidade de métodos para se fazer ciência, e a coletividade da construção da ciência (MCCOMAS *et al.*, 1998; ABD-EL-KHALICK, 2005; FORATO, 2009).

Descrevem-se na seção a seguir a metodologia empregada na categorização das respostas e a

¹ Por questão de espaço, apenas foram exibidas três respostas dadas para as questões 11 e 12.

análise dos resultados obtidos.

Metodologia e tratamento de dados

A metodologia empregada nessa pesquisa é de ordem essencialmente qualitativa. Entretanto, há breve tratamento matemático-estatístico das respostas dadas às questões 11 e 12. Na perspectiva qualitativa, “[...] a tarefa do pesquisador não é descobrir leis, mas engajar-se numa compreensão interpretativa [...] das mentes daqueles que são parte da pesquisa” (SANTOS FILHO, 2001, p.27). Assim, tenciona-se entender como os aspectos da NdC são compreendido pelos educandos (talvez o conceito de ciência referendado pelo senso comum), suas prévias concepções sobre o fazer científico e, posterior aplicação dos momentos didáticos, reavaliar tais conceitos e concepções. Portanto, a metodologia utilizada tem por finalidade explorar a transformação-resignificação dos conceitos da NdC.

Assim, o dia a dia da sala de aula é tomado como contexto da pesquisa em relação aos indivíduos envolvidos diretamente na mesma, ou seja, os discentes e o professor. Tal cotidiano forma as diversas construções perenes ou efêmeras da vida diária, na qual a heterogeneidade não se simplifica ao ponto do dever-ser, mas tem sua complexidade caracterizada no turbilhão de visões, conceitos, concepções e vivências de cada partícipe do contexto da pesquisa. Dessa estrutura nascem os três elementos essenciais à pesquisa qualitativa: o contexto, a transformação social e a historicidade (ou diacronia) (OLIVEIRA, 2000; SANTOS FILHO, 2001).

Alguns cuidados devem ser tomados quanto ao emprego da metodologia qualitativa de pesquisa. Um dos principais problemas é o forte atributo subjetivo dos dados coletados, bem como da relativa complexidade de análise de tais dados, visto que não são passíveis de tratamento matemático-estatístico. Como os dados são expressos, na maioria das vezes com a produção de textos, como no caso deste trabalho, os estilos de escrita, as figuras de linguagem usadas pelos autores dos textos, entre outros fatores do gênero geram uma carga simbólica aos dados muito pujante. Isso torna a triagem e classificação dos dados complexa, visto que o tratamento desses dados parte da relação íntima entre significante e significado com relação aos textos produzidos (MANNING, 1979).

O trabalho aqui descrito foi dividido em três fases. A primeira delas foi a identificação do problema e a delimitação do que seria investigado. Na segunda fase foi realizada a categorização das respostas dadas às questões 11 e 12, e na última fase houve a elaboração e aplicação de momentos didáticos para proporcionar debates e discussões sobre aspectos da NdC em sala de aula.

Na fase inicial, após a aplicação da prova de seleção dos bolsistas, ficou claro que, mesmo com as leituras sugeridas, grande parte dos 24 discentes que fizeram a prova continuava com imagens e percepções inadequadas sobre o fazer científico. Dessa forma, foi estabelecido que o que constituiria o objeto de estudo seria como levar aos educandos maneiras pelas quais eles pudessem construir ideias e visões apropriadas sobre a NdC. Por questão de adequação ao calendário letivo, os momentos didáticos foram aplicados em três turmas do primeiro ano do ensino médio de em uma escola da rede estadual de ensino do estado de Pernambuco, na cidade Garanhuns.

A segunda fase foi dedicada à análise, classificação e categorização das respostas exibidas

pelos concorrentes à bolsa para as questões já citadas. Foram criadas quatro categorias²: respostas contendo visões claramente deformadas (VCD) da NdC, respostas contendo visões parcialmente deformadas (VPD) da NdC, respostas contendo visões parcialmente apropriadas (VPA) da NdC, e respostas contendo visões claramente apropriadas (VCA) da NdC. Com tais categorias foi possível montar a tabela 1.

	VCD (n; %)	VPD (n; %)	VPA (n; %)	VCA (n; %)	TOTAL (n; %)
Questão 11	9; 37,5	6; 25	5; 20,83...	4; 16,6...	24; 100
Questão 12	14; 58,3...	1; 4,16...	7; 29,16...	2; 8,3...	24; 100

Tabela 1: percentual por categoria

É interessante notar que, tanto para a questão 11 quanto para a questão 12, a maioria das respostas dadas se encontra dentro das categorias VCD e VPD, sendo 15 (62,5%) respostas para cada questão nessas categorias. E este foi o dado que mostrou claramente a necessidade da construção dos momentos didáticos descritos a seguir.

Na última fase houve a elaboração de dois momentos didáticos, todos com a finalidade de explorar alguns dos aspectos da NdC e promover a discussão em torno dos mesmos.

O primeiro momento foi a discussão dos modelos copernicano e ptolomaico para descrição do sistema solar. Esse momento foi planejado por docentes das áreas de Física, Geografia e História. A intenção desse momento didático era explorar a transitoriedade dos conhecimentos e falibilidade das teorias e construções conceituais da ciência. Os discentes foram divididos em dois grupos, um incumbido de defender as ideias copernicanas e o outro de argumentar em favor do modelo ptolomaico. Ao fim dos debates, que levou dois tempos de 50min, os discentes externaram que a discussão gerada em torno de tais modelos fez com que eles revissem suas opiniões sobre a validade das ideias e do conceito de prova científica. Muitos disseram que, apesar de conhecerem a evolução dos modelos, nunca tinham se dado conta de que isso mostrava que a ciência não produzia verdades absolutas.

O segundo momento didático foi elaborado por docentes das áreas de Biologia, Química e História. A atividade consistiu em, com os discentes divididos em grupo de 4 a 6 integrantes, encontrar situações científicas, nas quais duas ou mais teorias coexistissem. A intenção desse momento era abrir discussões sobre o dissenso como instância partícipe na produção de conhecimento e a multiplicidade de métodos ao se fazer ciência. Como *feedback*, a grande maioria dos grupos exibiu a discussão sobre os modelos da biogênese e da abiogênese, coexistentes entre os séculos XVII e XIX, e trouxeram trechos de livros didáticos e textos encontrado na *internet*³. Depois, foram questionados quanto à possibilidade de um fenômeno ser explicado por duas (ou mais) teorias concorrentes e mutuamente excludentes. Após as explicações, os discentes, em sua maioria, concluíram que as discordâncias entre aqueles pensadores que defendiam uma teoria em desfavor da outra produziram conhecimento científico e que, de acordo com suas pesquisas, cada pensador realiza suas experiências e constrói suas ideias conforme melhor achava. As discussões duraram dois tempos de 50min

² A categorização das respostas levou em consideração a idade e nível escolar dos que se submeteram à prova de seleção. Foram candidatos dos primeiro e segundo anos do ensino médio, com idade variando de 15 até 17 anos.

³ Muitos dos textos trazidos da *internet* mostraram-se falhos, contendo ideias inadequadas sobre a NdC. Este fato gerou a necessidade de planejar outro momento didático para promover a discussão e criação de parâmetros que orientem os educandos na escolha adequada das fontes dentro da rede mundial de computadores. Tal planejamento ainda está em fase de construção.

cada.

Resultados, discussões e desdobramentos

Os momentos didáticos aplicados geraram as discussões esperadas. Os discentes envolvidos, em sua maioria, externaram opiniões que demonstraram nova compreensão dos aspectos da NdC trabalhados. Entretanto, deve-se tomar cuidado no que concerne a perenidade desta compreensão. Como foram aplicados apenas dois momentos didáticos e solicitada uma pesquisa, por mais que os debates tenham sido frutíferos, ainda assim forma poucos os momentos de trabalho com os educandos. Todavia, o caminho trilhado parece bom e promissor.

As mesmas situações didáticas serão agora aplicadas com educandos do ensino médio-integrado do IFAL-Arapiraca, na tentativa de promover as mesmas discussões e de aprimorar as situações didáticas elaboradas.

Vale destacar que não foi intenção da pesquisa verificar mudanças conceituais nos educandos ou alterações nas visões que os mesmos tinham sobre a Ciência, mas promover a discussão e exploração das características do fazer científico.

Agradecimentos e apoios

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Extensão do Instituto Federal de Alagoas (ProEx – IFAL) e à Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (SEDUC – PE).

Referências

ABD-EL-KHALICK, F. Developing Deeper Understandings of Nature of Science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional practice. **International Journal of Science Education**. v. 27, n. 1, p. 15-42, 2005.

CADERNOS BRASILEIROS DE ENSINO DE FÍSICA. Florianópolis: Ed. UFSC, v. 13, n. 3, dez. 1996.

FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009, 442 f. Tese (Doutorado em Educação) – USP: São Paulo, 2 vols.

GIL-PÉREZ, D.; *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

MANNING, P. K. Metaphors of the Field: varieties of organizational discourse. In: **Administrative Science Quarterly**, vol 24, n 4, p.660-671, 1979.

McCOMAS, W. F. The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In: _____. (Ed). **The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies**. Netherland: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 53-70.

OLIVEIRA, C. S. **Metodologia científica, planejamento e técnicas de pesquisa: uma visão holística do conhecimento humano**. São Paulo: LTR, 2000, 122p.

SANTOS FILHO, J. C. Pesquisa quantitativa *versus* pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático. In: SANTOS FILHO, J. C.; GAMBOA, S. S. **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade**. 4. ed. São Paulo: Cortez, p.13-59, 2001.