

Análise microgenética de processos de aprendizagem na pesquisa em educação em ciências

João P. V. Barbosa¹ e Arnaldo M. Vaz²

^{1,2}Colégio Técnico – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. E-mails: jpaulinovale@coltec.ufmg.br, arnaldo@coltec.ufmg.br

Resumo: Neste trabalho, apresentamos algumas reflexões para fundamentar a adoção da análise microgenética na pesquisa em Educação em Ciências no contexto da teoria sociocultural. A opção de basear a estrutura teórico-metodológica na análise microgenética é especialmente indicada para pesquisar processos de aprendizagem, em vez de focar no resultado de determinada prática de ensino – como é mais comum. Nossas reflexões foram motivadas pela constatação de que a análise microgenética não tem penetração entre pesquisadores em Educação em Ciências. Na busca que realizamos sobre o tema, em uma base de dados específica, encontramos poucos artigos que se referem a ela. A leitura de obras citadas nesses artigos revelou inconsistências entre os preceitos da análise microgenética e os fundamentos da teoria sociocultural. Neste trabalho, exploramos analiticamente os pontos que julgamos inconsistentes, construindo nossos argumentos em duas vias: na primeira, recorreremos a alguns autores da teoria sociocultural, contrapondo os conceitos desta com o que consideramos contraditório na literatura específica da análise microgenética; na segunda, fazemos uma análise crítica de dois artigos filtrados da busca realizada na base de dados. Finalmente, apresentamos uma proposta de readequação dos preceitos da análise microgenética com o objetivo de superar as inconsistências apontadas.

Palavras-chave: análise microgenética, Educação em Ciências, metodologia de pesquisa, teoria sociocultural.

Title: Microgenetic analysis of learning processes on science education research.

Abstract: In this paper, we present arguments to support the adoption of microgenetic analysis in researches on Science Education, from a sociocultural perspective. This option, as a theoretical and methodological framework, is suitable for researches whose objects are the learning processes, instead of the products that result from specific pedagogical practices. Our thoughts were motivated after finding that microgenetic analysis has no penetration among researchers in Science Education, a fact that was evident from a search that we conducted on the subject, in a specific database. There are few articles that refer to it. By reading some works found in these articles' references, we found some inconsistencies between the premises of microgenetic analysis and the foundations of sociocultural theory. In this work, we analytically explore the points we consider inconsistent, constructing our arguments in two ways: first, we resort to some authors of sociocultural theory, contrasting their ground

concepts with what we believe to be contradictory in the microgenetic analysis literature; second, we make a critical analysis of two articles found in the search conducted on the database. Finally, we propose a realignment of the premises of microgenetic analysis in order to overcome the identified inconsistencies.

Keywords: microgenetic analysis, science education, research methodology, sociocultural theory.

Introdução

As pesquisas no campo da Educação em Ciências Naturais têm sido conduzidas com fundamentação teórico-metodológica construída a partir da contribuição de outras áreas das Ciências Humanas, especialmente da psicologia. Há algum tempo, alguns pesquisadores desse campo vêm adotando a análise microgenética como fundamento para a condução de pesquisas qualitativas com o objetivo de estudar processos de mudança em vez dos produtos que tais mudanças promovem. Este tipo de abordagem promete um maior detalhamento dos processos que desencadeiam mudanças, tanto no sentido de rupturas quanto da consolidação de certas estruturas comportamentais.

No campo da pesquisa em Educação em Ciências, a análise microgenética se constitui como uma importante estrutura teórico-metodológica na investigação de processos de aprendizagem conceitual, principalmente em contextos que favoreçam a intersubjetividade como aqueles promovidos por atividades colaborativas. De acordo com Damiani (2008), as principais características das atividades colaborativas são a valorização do protagonismo dos estudantes, o compartilhamento de informações, a necessidade de justificativa para as decisões tomadas e a discussão de propostas alternativas. Nas atividades colaborativas as relações sociais se consolidam sem hierarquização, estimulam a confiança mútua e os membros são corresponsáveis pela condução das ações. Do ponto de vista da teoria sociocultural (teoria histórico-cultural), a compreensão dos eventos que ocorrem no domínio microgenético, relacionados aos processos de aprendizagem, são parte fundamental na compreensão dos caminhos de desenvolvimento ontogenético das pessoas. Este aspecto constitui um dos principais argumentos que apresentamos a favor da análise microgenética, cuja adoção permitiria uma compreensão mais detalhada dos mecanismos de aprendizagem cultural.

Esta parece ser uma boa estratégia de abordagem para a investigação da aprendizagem conceitual do ponto de vista da teoria sociocultural. No entanto, uma busca realizada no Portal Periódicos Capes, no início de 2016, considerando o período de jan/2011 a dez/2015, mostrou que, nos trabalhos publicados em periódicos da área de pesquisa em Educação em Ciências, a análise microgenética aparece poucas vezes de forma explícita, sendo que seu uso, em alguns casos, tem degenerado em microanálise, uma ferramenta limitada ao campo metodológico (Strauss e Corbin, 2008, p. 66), perdendo assim o caráter de estrutura teórico-metodológica de pesquisa.

Além disso, o resultado dessa busca revelou que alguns dos preceitos que têm orientado a análise microgenética, elencados por Lavelli et al. (2005), são inconsistentes em relação aos pressupostos que fundamentam a teoria sociocultural. Alegamos que tais preceitos não podem ser independentes da perspectiva teórica na qual os trabalhos de pesquisa se inserem, como esses autores defendem. Na seção seguinte, apresentaremos esses preceitos, encontrados na literatura específica, e discutiremos tais contradições. Pretendemos ainda fortalecer nossa argumentação em favor da análise microgenética na pesquisa em Educação em Ciências, apoiados na análise crítica de dois artigos emblemáticos, filtrados na mesma busca mencionada anteriormente. Os resultados dessa busca, os quais serão apresentados adiante, apontam que apenas 0,3% em um total de 1620 artigos relacionados à análise microgenética adotam esta estrutura teórico-metodológica. Ao final, apresentaremos uma proposta de readequação daqueles preceitos para que fiquem em conformidade com nossa compreensão dos fundamentos da teoria sociocultural.

A análise microgenética

O termo microgenético, nas Ciências Humanas, diz respeito a pequenas variações ou mudanças, ou ainda novas formações (gêneses), observadas em todo tipo de processo de desenvolvimento. De acordo com Lavelli et al. (2005), o termo "método microgenético" teria surgido entre pesquisadores cognitivistas, mas tem sido adotado desde então por pesquisadores de outras perspectivas teóricas: a teoria sociocultural (histórico-cultural), cognitivista (pós-piagetiana) e a teoria de sistemas dinâmicos (psicologia do desenvolvimento). Algumas questões de pesquisa que motivaram o desenvolvimento da análise microgenética na psicologia do desenvolvimento dizem respeito, por exemplo, à instabilidade x estabilidade de novos padrões de comportamento emergentes após uma certa intervenção, ou se estes novos padrões suprimem os padrões anteriores ou coexistem com eles. São questões como estas que levaram pesquisadores dessa área a propor a investigação microgenética de processos. O principal argumento a favor da análise microgenética é que ela permite aos pesquisadores uma maior aproximação dos detalhes dos processos de mudança, assim como estudá-los durante sua ocorrência (Lavelli et al., 2005, p. 41; Siegler e Crowley, 1991, p. 607).

Segundo Lavelli e colaboradores, independentemente da perspectiva teórica na qual os trabalhos de pesquisa se inserem, é possível elencar quatro preceitos que orientam uma análise microgenética. São eles: (1) os indivíduos são observados por um período de mudança no desenvolvimento, indicando a mudança individual como unidade de análise; (2) as observações são realizadas antes, durante e depois de um episódio no qual uma rápida mudança ocorre; (3) os dados são produzidos com elevada densidade de observações relativas ao período de mudança no desenvolvimento; (4) os comportamentos observados são intensivamente analisados, qualitativa e quantitativamente, com o objetivo de identificar processos que dão origem à mudança no desenvolvimento.

De uma maneira geral, esses preceitos parecem sustentar uma análise microgenética independente da perspectiva teórica que orienta pesquisadores, conforme anunciam os autores. A forma concisa com que

eles são apresentados tem por objetivo atender a um olhar mais generalista. No entanto, eles apresentam uma lacuna e uma contradição se considerados à luz da teoria sociocultural; uma lacuna devido à ausência de qualquer referência à mediação por artefatos culturais, e uma contradição com relação à unidade de análise. Ao apontar a "mudança individual" como unidade de análise, os autores não associam o papel da cultura ao desenvolvimento das pessoas, um dos principais fundamentos da teoria sociocultural. Enfrentaremos este problema na seção seguinte, tratando a análise microgenética do ponto de vista da teoria sociocultural. Depois, voltaremos ao tema ao sustentar nossos argumentos por meio de um diálogo crítico que fazemos com dois trabalhos previamente selecionados para análise, conforme antecipamos.

A análise microgenética na perspectiva da teoria sociocultural

O termo microgenético é caro à teoria sociocultural. Vygotsky (2001), ao tratar da crise da psicologia em seu tempo, argumentava que a análise de um evento microgenético encontraria apenas fósseis do comportamento humano se ficasse restrita ao esquema estímulo-resposta, característico da psicologia behaviorista. Sua afirmativa se referia a testes que eram realizados em condições controladas em laboratório, por psicólogos contemporâneos a ele. Sua proposta era para que o comportamento das pessoas durante a fase de treinamento também fosse considerado na análise como integrantes do processo de desenvolvimento. Ele enfatizava que "é somente em movimento que um corpo mostra o que é" (Vygotsky, 2008, p. 67 a 74). Ao sinalizar a importância de se investigar os processos de desenvolvimento, essa proposta de Vygotsky guarda o sêmen da análise microgenética. É para esta questão que Wertsch quer nos chamar a atenção ao dizer que um estudo no domínio microgenético não é simplesmente "um estudo longitudinal de curto prazo" (Wertsch, 1985, p. 55).

Na pesquisa em Educação, a teoria sociocultural está bem sedimentada como perspectiva teórica das abordagens em ensino-aprendizagem. Entre muitos autores que têm se orientado por essa teoria, a análise microgenética significa direcionar o olhar do pesquisador para as minúcias, para os detalhes das ações e interações das pessoas, e os efeitos que elas promovem na rede de significações e na própria pessoa. Nesse sentido, a análise microgenética se constitui como abordagem dialética do objeto da pesquisa (ver, por exemplo, Branco, 1993; Góes, 2000; Grimes e Schroeder, 2015; Molon, 2008; Rossetti-Ferreira, Amorim e Silva, 2000). Especificamente, para a investigação da aprendizagem de conceitos, objeto de pesquisa de muitos trabalhos na área de Educação em Ciências, cabe acrescentar a essa descrição a preocupação de Vygotsky com o compromisso em examinar a história dos processos de mudança durante seu desenvolvimento (Castorina e Baquero, 2008, p. 122).

As implicações metodológicas que essa interpretação produz são imediatas, no sentido de compreender que ferramentas metodológicas são definidas para que pesquisadores se apropriem dos registros e lhes permita observar o fluxo de construção de sentidos e de significados, com os quais os dados serão construídos. Para que isso ocorra, o foco da análise e as ferramentas metodológicas devem ser flexíveis e dinâmicos. Isso significa que a análise dos dados deve ser desenvolvida cuidadosamente,

acompanhando a evolução do trabalho para permitir uma reconstrução das interpretações sempre que for necessário. Ou seja, implica reconhecer a importância do que Vygotsky definiu sobre o método: "O método, neste caso, é ao mesmo tempo premissa e produto, ferramenta e resultado da investigação" (Vygotsky, 2001, p. 47). Desse ponto de vista, o processo de análise é naturalmente recursivo, e não pode ser resumido em recursos metodológicos.

Unidades de análise, mediação e análise microgenética

Em termos metodológicos, a opção por analisar processos que se desenvolvem no domínio microgenético em lugar dos produtos, implica na necessidade de se registrar uma grande quantidade de dados primários. Esses registros ficam disponíveis para se realizar uma imersão, com a intenção de destacar os eventos que indicam algum processo de mudança em desenvolvimento, de acordo com os preceitos da análise microgenética. Uma vez destacado um evento de importância central nos processos de mudança, a opção pela análise microgenética deve satisfazer a exigência de se investigar outros eventos, anteriores e posteriores ao evento central.

Dado o grande volume de dados primários, impõe-se o desafio de reduzi-los. Entretanto, isso pode parecer contraditório e talvez seja um dos motivos que afastam pesquisadores da possibilidade de construir uma metodologia baseada na análise microgenética. Nos parece que esse desafio metodológico pode ser enfrentado em dois flancos; o primeiro seria enfatizar o papel da mediação por artefatos culturais e o segundo seria apoiar a investigação em uma unidade de análise construída de maneira consistente com os objetos de pesquisa. Uma unidade de análise que atenda a este critério pode estabelecer vínculos entre eventos temporalmente separados e, com isso, contribuir para uma redução significativa dos dados, selecionando episódios relevantes para a pesquisa. Isso não exclui a revisão sistemática dos dados primários, mas a busca por eventos relevantes deixa de ser aleatória.

A unidade de análise deve, portanto, ter características que permitam esse movimento no tempo, incorporando um caráter de recursividade e refletir os eventos considerando a totalidade contextual local. Esse cuidado na construção da unidade de análise assume um caráter descritivo, em termos epistemológicos. Além disso, ela também incorpora um caráter prescritivo em termos metodológicos, sugerindo quais características dos processos são importantes conforme o objeto de pesquisa (Matusov, 2007, p. 309). Pelas razões que expomos, não é difícil concluir que, em uma análise microgenética suportada pela teoria sociocultural, é desejável que a unidade de análise incorpore os dois caracteres. Cabe ainda reconhecer que a adoção de unidades de análise não é um procedimento teórico ou metodológico obrigatório nas Ciências Humanas. O que estamos tentando fazer é construir argumentos para defender que, nas pesquisas desenhadas sob os preceitos da análise microgenética, a construção de uma unidade de análise consistente possa contribuir de maneira eficiente no processo de transformação de dados primários em dados secundários. Assim, embora defendamos a construção de unidades de análise para abordagem das questões de pesquisa na análise microgenética, sabemos que sua adoção e

os critérios para sua definição não são ponto pacífico na teoria sociocultural (Matusov, 2007).

O primeiro preceito da análise microgenética, conforme Lavelli et al. (2005), define a unidade de análise como sendo a mudança individual (individual changing). A adoção dessa unidade de análise sem levar em conta o papel da cultura pode levar a uma compreensão do significado da mudança individual como uma tendência a um individualismo metodológico, o que é recusado pelos autores da teoria sociocultural. Para James Wertsch, por exemplo, não é possível compreender o pensamento dos sujeitos de forma isolada, se a relação deles com os artefatos culturais não for considerada na análise. Wertsch (1999, p. 50) considera que o pensamento de uma pessoa só pode ser investigado quando esta pessoa encontra-se em ação pela mediação de um artefato cultural. Segundo ele, há uma "tensão irreduzível" entre sujeito e artefato. Michael Cole (Cole, 1985, p. 158) também chama a atenção para o problema da construção da unidade de análise. Para ele, a unidade básica de análise deve levar em conta tanto os processos culturais quanto os processos psicológicos individuais. Esta unidade consistiria de um "indivíduo envolvido em uma atividade dirigida a objetivos" com restrições e facilitadores existentes no contexto cultural. A atividade, uma tarefa, ou um evento, são exemplos deste tipo de unidade de análise. Percebe-se claramente que os significados destes termos, que definem uma unidade de análise no contexto da teoria, não se referem unicamente ao sujeito da pesquisa.

Do ponto de vista da teoria sociocultural, uma unidade de análise deveria preservar a unidade do todo. Mas, o que é o todo? A resposta a esta pergunta não pode ser dada apenas para demarcar uma posição contrária a outros paradigmas de pesquisa, e tanto a pergunta quanto a resposta dada, não podem prescindir do contexto da cada pesquisa (Matusov, 2007). Assim, qualquer que seja a unidade de análise, ela não pode contemplar apenas uma "mudança individual", sem a participação de outros elementos do contexto. No caso da adoção da análise microgenética, uma unidade de análise mais complexa deve contemplar as relações do indivíduo com artefatos presentes no plano social-cultural da própria atividade que está se desenvolvendo (plano imediato), e também num segundo plano, o das interações sociais-culturais mediatas. Essa afirmação nos leva naturalmente ao conceito de mediação na teoria sociocultural, pois as relações dos sujeitos com a cultura são sempre mediadas por artefatos culturais (Cole, 1996; Tomasello, 2003; Wertsch, 1999). A Figura 1 foi concebida para representar os planos genéticos de desenvolvimento para um sujeito social-cultural. A unidade de análise deve ser construída de tal forma que possa contemplar as interações do indivíduo com elementos dos outros planos genéticos, dados pelo contexto cultural local (Barbosa, 2017, p. 77)

Este esquema pode, por exemplo, ser usado para compreender o caráter descritivo da unidade de análise em uma situação hipotética de estudantes interagindo em atividades colaborativas. Em atividades deste tipo, eles se relacionam, no plano imediato, com os colegas, com o professor, e com os artefatos culturais disponíveis na atividade. Do ponto de vista da análise microgenética, o plano cognitivo individual é aquele em que se espera que a comunicação do indivíduo com outros agentes sociais, revele as mudanças que virão a ser o ponto de partida da investigação. Nessas comunicações

podemos analisar os sentidos atribuídos pelos sujeitos aos artefatos culturais em uso, bem como às habilidades cognitivo-culturais desses sujeitos.

Do ponto de vista teórico, o plano das interações sociogenéticas evidencia os fluxos das relações e das interações que se constituem na sociogênese. Aqui ocorrem as objetivações e subjetivações com as quais os sujeitos operam seus processos de internalização do conhecimento. Para nós, objetivações e subjetivações são duas faces de um mesmo processo. Assumimos que ao objetivar suas ideias, um papel ativo no processo de construção de significados, uma pessoa necessariamente está também subjetivando sua própria manifestação. No plano das interações sociais mediatas estão as outras situações interativas que ocorrem fora do grupo. Ali estão outros artefatos culturais e sociais, como por exemplo, as normas da escola, os critérios de avaliação da disciplina, as intervenções gerais que o professor realiza, como fazer uma síntese ou dar um feedback aos estudantes. Estes artefatos culturais ou sociais podem facilitar ou restringir o desenvolvimento da atividade, influenciando as decisões que os estudantes precisam tomar.

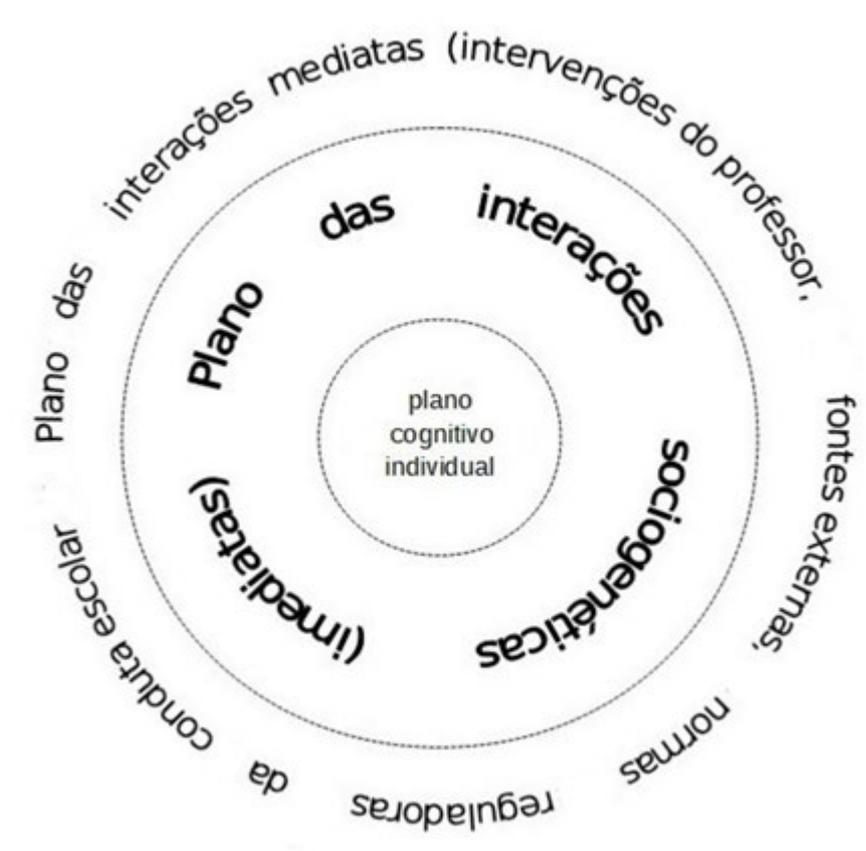


Figura 1.- Representação epistemológica da relação do sujeito com outros sujeitos por meio da mediação de artefatos culturais e sociais, (caráter descritivo da unidade de análise). (Adaptado de Barbosa (2017 p.77).

Vimos que esse caráter descritivo da unidade de análise necessariamente inclui, de maneira subliminar, a questão da mediação. Do ponto de vista da teoria sociocultural, a mediação assume uma importância fundamental nas interações intersubjetivas, assim como as habilidades cognitivas dos

sujeitos envolvidos nessas interações. A questão da mediação é central nos escritos de Vygotsky e tem sido desenvolvida por muitos pesquisadores desde a década de 1980 (Aguiar e Mortimer, 2005; Cole, 1996; Cole e Engestrom, 1993; Pereira e Ostermann, 2012; Scott, Mortimer e Aguiar, 2006; Sirgado, 2000; Wertsch, 1999; Wertsch e Tulviste, 1992). A mediação se dá pelo uso de artefatos culturais disponíveis para a realização de determinada atividade, ou de artefatos emergentes das relações intersubjetivas.

Pereira e Ostermann (2012, p. 26), com base na teoria da ação mediada de James Wertsch (Wertsch, 1999) destacam que agentes sociais e ferramentas (artefatos culturais para Michael Cole, 1996) são indissociáveis e irreduzíveis. Portanto, uma proposta de pesquisa que tem como estrutura teórico-metodológica a análise microgenética, do ponto de vista da teoria sociocultural, deve ter como prioridade a investigação daquelas intercorrências no domínio microgenético envolvendo as interações humanas e o uso dos artefatos culturais que medeiam as atividades. Além desse caráter descritivo, situado no plano epistemológico, a organização da pesquisa com base no esquema da Figura 1, também sinaliza ao pesquisador como a unidade de análise participa na estruturação da própria pesquisa no nível da análise, enfatizando, no campo metodológico, seu caráter prescritivo.

Acreditamos que a decisão de investigar processos de aprendizagem no domínio microgenético, considerando a teoria sociocultural, pode agregar valor à Pesquisa em Educação em Ciências, por construir conhecimento sobre as maneiras de agir de estudantes envolvidos nas atividades e também sobre aspectos facilitadores (*affordances*) ou limitadores (*constraints*) de suas ações, relacionados aos artefatos sociais e culturais disponibilizados para a realização das atividades.

A análise microgenética na pesquisa em Educação em Ciências

Com o objetivo de conhecer como pesquisadores em Educação em Ciências vêm utilizando a análise microgenética, realizamos uma busca no Portal Periódicos Capes, por duas razões básicas; ele reúne os principais periódicos brasileiros e um bom número de periódicos internacionais na Pesquisa em Educação. Para limitar a abrangência da pesquisa e filtrar trabalhos relevantes impomos, como primeiro critério, a condição de que apenas periódicos classificados no qualis14 nas categorias A1 e A2, nas áreas de Ensino e/ou Educação, fossem considerados. O índice qualis14 foi proposto CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, instituição de fomento à pesquisa, no Brasil) para acompanhar a evolução qualitativa e quantitativa das publicações acadêmicas de professores e pesquisadores brasileiros, em várias áreas de conhecimento. Este índice tem sido usado para apontar periódicos de maior impacto, relacionando-o a outros índices como o h-index e o g-index, criados com base no Publish or Perish (Oliveira, Rodrigues, Blattmann e Pinto, 2015). Para incluir outros periódicos de reconhecido interesse na área de Educação em Ciências, com alto fator de impacto (atribuído pelo InCite Journal Citation Reports – ICJCR), mas não relacionados no qualis14, arbitramos um valor relativo, considerando tanto a classificação qualis14 quanto o fator de impacto. Esse valor foi obtido enumerando todos os periódicos

relacionados no qualis14, indexados nos estratos A1 e/ou A2, que também possuíam fator de impacto atribuído pelo ICJCR. Calculamos, para esses periódicos, uma média aritmética de seus fatores de impacto, obtendo o valor de 1,555. Este procedimento permitiu a inclusão de periódicos de alto fator de impacto, como o Cognitive Science e o Science Education, totalizando 82 periódicos com potencial para a busca.

Queremos chamar a atenção dos leitores para o fato de que esta seção não deve ser considerada como uma apresentação e discussão de resultados, no sentido canônico do termo. Este trabalho não é um trabalho de revisão de literatura. Consideramos os resultados dessa busca importantes, pois deram origem à questão de porque tão poucos trabalhos declaram explicitamente usar a análise microgenética na Pesquisa em Educação em Ciências. O resultado apontado nos motivou a construir toda argumentação que expomos até aqui. O foco do texto são as articulações que fazemos entre os preceitos da análise microgenética e a teoria sociocultural.

Características gerais dos periódicos e das pesquisas publicadas

A busca no Portal Periódicos Capes se deu com base nos termos de interesse (relacionados ao termo básico "microgenetic analysis", acompanhados dos termos "physics education", "science education", "science learning", "physics learning", "physics teaching", e variações) com filtros para atender ao primeiro critério (periódicos A1/A2, indexados no qualis14). Os termos de busca apontavam inicialmente para a área de ensino de Física pois este era o contexto da pesquisa no qual trabalhávamos. Portanto, o objetivo da busca era fundamentar uma estrutura teórico-metodológica para aquela pesquisa; os termos foram ampliados quando percebemos que o alcance da busca deveria se estender a outras áreas da Educação em Ciências.

PERIÓDICO (ISSN)	PAÍS	qualis14	FASCÍCULOS/ ANO	RESULTADO
Ciência & Educação (online) 1980-850X	Brasil	EDU A2 ENS A1	4	1
Cognitive Science 0364-0213	EUA	NC* IF 2,446	8	1
Science Education 1098-237X 0036-8326	EUA	NC* IF 3,393	6	1
Child Development 0009-3920	EUA	NC* IF 6,253	6	1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** 1806-5104	Brasil	EDU A2 ENS A2	3	1
*NC – não classificada pelo qualis14 ** Não disponível via Portal Periódicos Capes				

Quadro 1.- Ocorrência de publicações em periódicos da área de Educação em Ciências e ensino de Física, entre jan/2011 e dez/2015 com classificação qualis14 A1/A2 ou fator de impacto igual ou superior a 1,555.

A busca, realizada em dezembro de 2015, procurou publicações entre 01/01/11 a 31/12/15. O quadro 1 apresenta uma síntese da busca. Neste período foram publicados cerca de 1620 artigos, dos quais apenas 5 ($\approx 0,3\%$) foram considerados dentro dos critérios que estabelecemos. Embora a busca tenha sido feita em 82 periódicos, os dados do quadro 1 nos permite afirmar imediatamente que, nos últimos 5 anos, houve pouco interesse ou desconhecimento por parte da comunidade científica da Pesquisa em Educação em Ciências, da análise microgenética como estrutura teórico-metodológica.

Embora esse percentual seja muito baixo, o resultado não nos surpreendeu; há muitas pesquisas em Educação em Ciências, voltadas para a investigação de processos, que assumem compromissos com alguns dos preceitos dessa abordagem metodológica e, no entanto, não a reivindicam explicitamente. Por esse motivo, mesmo sabendo que o Portal Periódicos Capes é conveniado com várias bases bibliográficas internacionais, este resultado não deve ser considerado conclusivo. Por coincidência, percebemos que em um dos artigos selecionados, Andrea diSessa também chama a atenção para a ausência da análise microgenética como ferramenta de análise. Ele menciona como fonte de pesquisa uma rápida busca realizada entre autores que trabalham com mudança conceitual e em um Handbook sobre o mesmo tema (DiSessa, 2014, p. 797).

Ainda que o resultado da busca tenha apontado tão poucos trabalhos, acreditamos que essa abordagem, ancorada na teoria sociocultural, possa oferecer um suporte teórico-metodológico poderoso para a investigação de processos de aprendizagem em Educação em Ciências. De toda forma, nosso interesse nos resultados dessa busca, como já foi dito, é construir um diálogo com alguns desses trabalhos, a fim de fortalecer nossos argumentos para justificar uma readequação dos preceitos da análise microgenética para que fiquem em acordo com a teoria sociocultural. É o que faremos a seguir.

A análise microgenética nos trabalhos publicados

Para justificar uma readequação dos preceitos da análise microgenética, elencados por Lavelli et al. (opus cit), no que diz respeito à contradição apontada com relação à definição de uma unidade de análise e à ausência da mediação, vamos fazer uma análise crítica de dois trabalhos. Ambos reivindicam explicitamente a análise microgenética como estratégia de análise; o primeiro situa o trabalho numa perspectiva sociocultural, enquanto o segundo se insere em uma linha cognitivista. Queremos deixar claro que a análise, que ora implementamos, não tem a menor intenção de qualificar ou desqualificar quaisquer destes trabalhos; ela se impõe para nós como um exercício de compreensão e de esclarecimento acerca do nosso próprio referencial de pesquisa.

O contexto do primeiro desses trabalhos (Grimes e Schroeder, 2015) são aulas de Biologia, em que 45 estudantes do Ensino Médio, de uma escola pública no Brasil, estudaram o tema "origem da vida". Os autores fazem referência explícita à teoria sociocultural e à análise microgenética, esta última referenciada nos pressupostos da primeira. Eles enfatizam também que o texto é um recorte de uma dissertação de mestrado, o que nos leva a

supor que em outra circunstância possa ter havido um maior detalhamento dos eventos que levaram às mudanças conceituais referidas no texto. Os autores definem três categorias para diferenciar o pensamento conceitual dos estudantes: "(1) estudantes que não transformaram os seus conceitos relacionados à origem da vida; (2) estudantes que atribuem a origem da vida ao criacionismo, mas ainda possuem dúvidas; e (3) estudantes que transformaram os seus conceitos relacionados à origem da vida".

Os autores constroem a análise do desenvolvimento dos sujeitos com base nas transcrições dos depoimentos de cinco estudantes, tomados em entrevistas realizadas pelos pesquisadores após as aulas. Eles apresentam uma afirmativa dos estudantes antes da atividade de ensino e outra depois da atividade. O contexto da investigação é uma sala de aula tradicional e, portanto, não há uma quantidade muito grande de registros de interações discursivas, fato reconhecido pelos próprios autores. As transcrições são extratos de entrevistas realizadas com os estudantes após as aulas e não de ocorrências na sala de aula. Destacamos um desses momentos analisados pelos autores:

Alguns estudantes, apesar de permanecerem com seus conceitos espontâneos, apresentam, em seu discurso, elementos do conhecimento científico. A hipótese da evolução química, que explica a origem da vida, foi identificada nos dizeres de alguns estudantes, antes e depois do processo de ensino, conforme nos mostra o exemplo comparativo a seguir:

Conceitos de um estudante relacionados à origem da vida, antes do processo de ensino [grifo nosso] – Nível de Desenvolvimento Potencial: A vida se originou da evolução química, na união de compostos do planeta, para muitos um ser superior criou, mas não há provas para isso. [Estudante 40]

Após o processo de ensino [grifo nosso] – Nível de Desenvolvimento Real: Na minha opinião, a vida surgiu da evolução química, a vida é muito complexa para ser de um ser superior, a evolução química é a mais evidenciada, criacionismo foi um mito criado na cabeça das pessoas. [Estudante 40 – atividade de construção e de complemento]. (Grimes e Schroeder, 2015, p. 968).

Os autores relatam mudanças significativas nos conceitos, muito bem fundamentadas teoricamente, mas com poucas referências a eventos ocorridos na sala de aula, não havendo descrição ou transcrição de evidências empíricas neste ambiente, entre os estágios inicial e final dos episódios. Os diálogos entre os estudantes e entre estes e o professor, bem como o uso ou a referência a algum artefato mediador (os próprios conceitos envolvidos) são de fundamental importância na análise microgenética. Ou seja, não há descrição dos eventos microgenéticos que deveriam ter contribuído para a modificação do conceito dos estudantes. Esse fato limita a análise aos produtos da atividade pedagógica, excluindo-se os processos que de fato revelam a construção social do conhecimento. Como os autores descrevem o contexto da sala de aula como desfavorável às interações intersubjetivas, cabe questionar se os dados coletados da forma descrita realmente poderiam satisfazer as exigências de uma

abordagem por meio da análise microgenética. Os autores assumem essa dificuldade, pois segundo eles:

O professor, como mediador dos processos cognitivos, tem importante papel no processo de construção do conhecimento. Contudo, as interações discursivas, em grande parte, eram não dialogadas, ou seja, somente o professor falava, sendo que não promovia a discussão dos conteúdos em sala de aula e não estimulava questionamentos dos estudantes [...]. Desse modo, os processos de aprendizagem ficaram um pouco prejudicados em relação à generalização e construção de conceitos. (p. 970).

Eles assinalam que em apenas um momento o professor organizou a sala em grupos para que os estudantes interagissem e trocassem ideias sobre o tema, mas, ainda assim, impôs restrições:

Nesta aula, [o professor] solicitou que conversassem em grupos sobre as hipóteses da origem da vida e, após, ocorreu a socialização dos debates com a classe. Contudo, no momento de apresentação, somente questionou os estudantes se houve conflito nas concepções do grupo, mas solicitou que não falassem qual conflito havia ocorrido. (p. 965).

O referencial teórico adotado neste trabalho está ancorado na teoria sociocultural, mas sentimos falta das transcrições das interlocuções que poderiam caracterizar situações de construção dialética do conhecimento, com negociações de sentido e de significado no ambiente da sala de aula. Presume-se, com base no referencial teórico adotado, que essas interlocuções tenham existido, apesar de não serem apresentadas como evidência empírica. A seguinte passagem ilustra isso:

Percebemos que os conceitos apresentados após as aulas de Biologia se mostraram mais consistentes, do ponto de vista científico, além de os estudantes aparentarem maior confiança em seu discurso, em comparação com os seus conceitos originais. Possivelmente, isto decorreu como resultado dos processos interativos que aconteceram nas aulas. (Grimes e Schroeder, 2015, p. 968).

Os autores também não explicitam a unidade de análise por meio da qual analisam o desenvolvimento conceitual dos estudantes, mas as transcrições de pequenos trechos das entrevistas, antes e depois da atividade de ensino, sugerem implicitamente que o confronto de perspectivas científicas e conceitos espontâneos poderia incorporar esse papel. As intercorrências socioculturais envolvendo os sujeitos da pesquisa, as relações dos sujeitos com os artefatos culturais disponíveis, as mediações promovidas pelo professor, são detalhes fundamentais para uma análise microgenética do processo de aprendizagem que certamente existiram entre o "antes" e o "depois" da atividade. No entanto, a atitude do professor, descrita como centralizadora, prejudicou a obtenção de dados relevantes sobre os verdadeiros processos microgenéticos que ocorrem nos momentos de sociogênese. Esse fato ilustra muito bem as dificuldades encontradas pelos pesquisadores quando vão a campo, o que é comum ocorrer nas diversas áreas das Ciências Humanas.

Não obstante, o texto de Grimes e Schroeder (2015) apresenta uma argumentação teórica muito bem formulada e contribuiu com as nossas reflexões no sentido de ressaltar a importância das interações intersubjetivas mediadas pelos artefatos sociais e culturais.

O outro trabalho que analisamos, de perspectiva cognitivista pós-piagetiana de autoria de DiSessa (2014), apresenta a análise de dois casos e está sustentado pelos quatro fundamentos que estruturam uma análise microgenética. Os objetivos do autor com a investigação são: (1) o papel do conhecimento pré-instrucional do estudante na construção do conhecimento científico normativo, e (2) os mecanismos de aprendizagem que impulsionam a mudança conceitual. Observa-se que o autor declara explicitamente o objetivo em investigar “mecanismos de mudança”, que é o objetivo específico da análise microgenética, conforme apontamos no início deste texto. Para atingir os objetivos, o autor compara o conhecimento prévio dos estudantes (“concepções ingênuas”) acerca do tema a ser estudado e a construção de esquemas causais, os quais podem evoluir para um conhecimento normativo, ou continuar mais próximo das concepções ingênuas iniciais. O autor enfatiza que, para conseguir estudar os mecanismos de aprendizagem, é preciso reunir dados do processo que permitam a análise da mudança em tempo real, em quantidade abundante, de forma que seja possível uma triangulação a respeito das formas de conhecimento, e não apenas a presença ou a ausência daqueles mecanismos (DiSessa, 2014, p. 800). Essas estratégias são características metodológicas baseadas na análise microgenética.

A pesquisa apresenta uma narrativa descritiva de dois casos; um estudante de uma escola privada de ensino médio e outro de uma turma de um curso oferecido por uma universidade americana, para estudantes talentosos do ensino médio. As turmas são pequenas, cada uma com cerca de 12 alunos. O tópico do curso era “padrões de mudança e controle”, no qual eram trabalhados conceitos envolvendo o equilíbrio térmico.

Trata-se de um trabalho consistente, situado no campo dos estudos sobre mudança conceitual, desenvolvido com grande rigor metodológico, em que o autor analisa os eventos microgenéticos relacionados a cada turno de fala associado a um episódio central, apresentando uma narrativa detalhada dos eventos. Os eventos microgenéticos são descritos com base principalmente nas falas individuais dos estudantes, mas o autor descreve, em segundo plano, a prosódia, o ritmo, o olhar do estudante, seus desenhos ou gestos, como complementares à fala, mostrando uma análise intensiva. O autor cita explicitamente os pressupostos da análise microgenética de Robert Siegler, determinando o foco da análise na fala dos estudantes:

Estudos experimentais tradicionais são inadequados. Em vez disso, considere as orientações para estudos microgenéticos de Siegler (2006), que se dedicam à difícil tarefa de descobrir mecanismos de mudança: (1) episódios focais devem incluir alteração substancial; (2) deve haver múltiplas observações através de cada episódio; e (3) deve-se fazer uso oportunista de todos os dados disponíveis contra os quais gerar e testar hipóteses. [...] O trabalho descrito neste artigo é em essência, portanto, microgenético. Ele estuda notáveis mudanças

que ocorrem ao longo de alguns dias, separados em amostras com extensão de 15 minutos até uma hora. Os dados apresentados são principalmente na forma verbal e, com limite inferior de resolução de tempo de poucos segundos ou um pouco menos, durante os quais os alunos podem mostrar ou explicar uma mudança no pensamento. (DiSessa, 2014, p. 800).

Na configuração do estudo, o autor antecipa quatro categorias de análise voltadas para as ações do sujeito sobre o objeto, por ele denominadas "fragmentos de conhecimento". Essas categorias, por sua vez, estão relacionadas a "primitivos fenomenológicos (p-prims)", uma segunda categoria teórica, criada anteriormente pelo autor, na evolução de seu próprio programa de pesquisa. A descrição destas categorias foge ao objetivo da nossa análise, bastando dizer que eles são os menores elementos de organização do pensamento que podem ser isolados com o objetivo de analisar as ideias desenvolvidas pelos sujeitos observados. Embora o autor não os declare como unidades de análise, nós os identificamos como candidatos a assumir esse papel. Assim, os p-prims são utilizados metodologicamente como descritores elementares de uma dada maneira de como sujeitos organizam o pensamento em torno dos problemas enfrentados (DiSessa, 2014, p. 811). Há uma descrição pormenorizada, inferida com base nos "fragmentos de conhecimento" e nos p-prims, que emergem nos episódios observados.

É desnecessário fazer uma longa descrição da pesquisa, mas como exemplo citamos algumas categorias utilizadas pelo autor e por ele denominadas de primitivos fenomenológicos (p-prims) com as quais ele identifica o nível de conhecimento causal que o estudante apresenta. Estas categorias, associadas ao conceito de equilíbrio térmico, se caracterizam como descritores elementares dos esquemas causais: equilíbrio abstrato, desequilíbrio abstrato, equilibração lenta, superação do equilíbrio. Esta estratégia metodológica de dividir o contexto cultural local em partes para proceder a análise, é contrária às abordagens socioculturais dos objetos de pesquisa. A estratégia do autor é identificar esses primitivos fenomenológicos em várias etapas do processo, o que permitiria uma análise recursiva em que se procura descrever os tipos de esquemas causais e de mecanismos de aprendizagem (learning mechanisms) que cada sujeito desenvolveu. Segundo ele, o procedimento permite identificar os modelos causais prévios dos estudantes:

A forma específica de análise aqui pode ser caracterizada aproximadamente como "rastreamento de esquemas". Ou seja, primeiro são identificados os esquemas de conhecimento que os estudantes estão usando, procurando entender suas idas e vindas, e que tipo de mudança acontece, incluindo mudanças nos [próprios] esquemas e na sua composição (DiSessa, 2014, p. 801).

Ele resume a estratégia metodológica da seguinte maneira:

A principal e primeira tarefa aqui foi identificar episódios durante os quais foram desenvolvidos esquemas causais. Os critérios utilizados foram os seguintes: (a) os estudantes consideravam o esquema esclarecedor; (b) o esquema era estável e usado de forma consistente em vários contextos; (c) os alunos estavam familiarizados com o

esquema, conscientes dele, e eram capazes de explicá-lo e defendê-lo; e (d) o esquema foi socialmente compartilhado - todos ou a maioria dos alunos da turma deu provas de que entenderam e aplicaram o esquema da mesma forma. Estas condições rigorosas implicam em uma grande quantidade de dados verificados na fala e na ação dos estudantes e, no nosso caso, promoveram facilmente a detecção de esquemas causais (DiSessa, 2014, p. 808).

O autor constrói a análise de forma unidirecional, inferindo os modelos causais dos estudantes a partir das categorias citadas. Cada turno de fala pode ser associado a um daqueles primitivos fenomenológicos. A unidade de análise é a mudança individual, sustentada pelos primitivos fenomenológicos, que são os indicadores da mudança, e são próprios do indivíduo. Dessa forma, vemos que o foco da observação e da análise está voltado para o indivíduo, diferentemente da teoria sociocultural, cujo foco está na totalidade local, envolvendo sujeito, artefatos culturais mediadores e contexto.

Embora os compromissos ontológicos e epistemológicos de uma abordagem cognitivista não correspondam àqueles da teoria sociocultural, esse trabalho nos conduziu a uma reflexão importante sobre o primeiro preceito, que propõe como unidade de análise a "mudança individual". Esta abordagem metodológica deve atender aos fundamentos da perspectiva cognitivista, mas do ponto de vista da teoria sociocultural, isso é uma contradição, uma vez que o sujeito do conhecimento (sujeito epistêmico) não existe de forma independente da cultura do meio social do qual é integrante, e com o qual está em constante interação. A aprendizagem não se dá apenas pelas destrezas cognitivas do sujeito; os processos de aprendizagem não ocorrem independentemente dos artefatos culturais presentes no contexto. Por causa disso, do ponto de vista da teoria sociocultural, a unidade de análise não poderia ser a mudança individual vista de forma isolada. De qualquer forma, a utilização de indicadores longitudinais como os primitivos fenomenológicos nos chama a atenção como elemento de ligação entre eventos microgenéticos que podem estar afastados temporalmente.

Nossa análise não tem por objetivo discutir a validade de paradigmas de pesquisa nem mesmo compará-los, mas sim construir argumentação a favor da adoção da análise microgenética em acordo com os fundamentos da teoria sociocultural. O que queremos enfatizar com a análise deste trabalho é que os preceitos apresentados de forma concisa por Lavelli e colaboradores não devem ser entendidos independentemente das perspectivas teóricas que orientam as pesquisas. Aliás, no próprio texto desses autores, essa contradição aparece de forma subliminar, quando destacam as "Abordagens microgenéticas atuais guiadas pela teoria sociocultural" (Lavelli et al., 2005, p. 44). Para a teoria sociocultural, a unidade de análise deve permitir estudar as interações do indivíduo com o meio como um fluxo bidirecional entre sujeitos, incluindo a mediação exercida pelos artefatos culturais presentes no contexto.

Conclusões e considerações finais

As reflexões apresentadas neste artigo começaram a emergir a partir da leitura de alguns trabalhos encontrados quando iniciamos a imersão na literatura específica, cujo objetivo inicial era conhecer o estado da arte da análise microgenética na Pesquisa em Educação em Ciências. Os primeiros resultados já indicavam que não haveria muitos trabalhos identificados com a análise microgenética, o que nos levou a consultar as obras de referência citadas nestes trabalhos. Este percurso recursivo de investigação nos levou a perceber algumas inconsistências com relação à teoria sociocultural, verificadas nos preceitos que definem a análise microgenética. A forma de conduzir este estudo permitiu vislumbrar uma proposta de readequação daqueles preceitos para que a abordagem microgenética na pesquisa em Educação em Ciências guardasse uma relação de maior coerência com a teoria sociocultural, e que apontasse caminhos alternativos ao estudo de produtos de aprendizagem, conforme mostramos a seguir.

A análise crítica que fizemos dos dois trabalhos aqui mencionados, contribuiu significativamente para essa proposta de readequação, principalmente com relação a três aspectos: (1) necessidade de caracterizar o sujeito epistêmico de pesquisa (sujeito cultural), (2) inclusão dos artefatos culturais como mediadores das relações intersubjetivas, e (3) construção cuidadosa de unidades de análise consistentes com o objeto de pesquisa. Esses aspectos estão relacionados à lei genética geral do desenvolvimento cultural, um dos principais suportes da teoria sociocultural. Esta forma de compreender as relações culturais, apresentada por Vygotsky (Vygotsky, 2008, p. 57-58), diz que o acesso aos significados das coisas é primeiro mediado interpsicologicamente e depois se transforma em processos intrapsicológicos. Esse aspecto é importante porque distingue ontologicamente o sujeito de pesquisa conforme a perspectiva teórica adotada pelo pesquisador. Do ponto de vista da teoria sociocultural, estudantes em atividade são sujeitos culturais, que se constituem pela cultura do seu grupo social, cujas relações intersubjetivas são mediadas por artefatos culturais e sociais.

A nosso ver, cinco pontos são necessários para uma readequação dos preceitos que orientam a análise microgenética, a fim de enfrentar as inconsistências apontadas:

- (1) os sujeitos devem ser observados em processos de negociação de significados e de sentidos, nos quais estão presentes além de outras pessoas, os artefatos culturais que medeiam suas ações;
- (2) os dados primários devem ser obtidos de fontes diferentes, como gravações, caderno de campo, produções dos sujeitos e entrevistas;
- (3) os dados secundários devem ser construídos a partir da identificação de um evento em que se observa um processo de mudança no comportamento do sujeito, investigando, no domínio microgenético, eventos anteriores e posteriores a esse evento central;
- (4) as unidades de análise devem ser construídas levando em conta os artefatos mediadores disponíveis ou emergentes no contexto cultural local;

(5) as interações sociogenéticas intersubjetivas, que ocorrem nos planos imediatos e mediatos, que caracterizam uma mudança em desenvolvimento, devem ser exploradas intensivamente e de forma recursiva, com o objetivo de identificar mecanismos cognitivo-culturais que possam ajudar a compreender os processos de aprendizagem.

A despeito do potencial teórico-metodológico que a análise microgenética oferece, algumas razões de ordem prática podem ser apontadas para seu abandono. A primeira diz respeito ao tempo dedicado à análise, muito longo devido às necessárias recorrências aos registros para a construção dos dados. Entretanto, atualmente já se dispõe de softwares, como o Nvivo, ou o webQDA, cujos recursos prometem agilizar o trabalho com os registros, ou a plataforma ANOVA, para o tratamento de dados estatísticos, no caso de pesquisas quantitativas ou semiquantitativas (DiSessa, 2014). De forma ainda precária, um aplicativo para celulares que ajuda na transcrição de textos ditados oralmente permite ganhar tempo com as transcrições, ainda que seja necessário efetuar correções no texto obtido.

Do ponto de vista teórico, em termos hipotéticos, uma segunda razão para a pouca penetração da análise microgenética na pesquisa em Educação em Ciências, decorrente das nossas reflexões, se deve à dificuldade de encontrar unidades de análise adequadas e consistentes com o objeto de estudo, ou ao pouco crédito que se dá ao seu valor para a metodologia da pesquisa. Unidades de análise bem construídas podem se constituir em um artefato cultural fundamental para o pesquisador, um instrumento de mediação para a constituição de dados relevantes, incorporando um caráter prescritivo. Nesta linha, Castorina e Baquero (2008, p. 122) afirmam que a unidade de análise deve permitir levar em consideração não somente as mudanças progressivas e contínuas, mas principalmente as variações radicais que podem ocorrer entre planos paralelos de desenvolvimento. Acreditamos que a construção de unidades de análise que apontem conexões entre eventos microgenéticos, localizados em planos paralelos, temporais ou genéticos, possam também tornar mais eficiente a necessária transformação dos dados primários em secundários (primeiro nível da análise) sem perda da qualidade da análise dos processos de desenvolvimento identificados. O esquema que apresentamos na figura 1 ajuda a compreender tanto o caráter prescritivo (no plano metodológico) quanto o caráter descritivo (no plano epistemológico).

Embora a análise microgenética não venha sendo utilizada como estrutura teórico-metodológica na pesquisa em Educação em Ciências, sua utilização no escopo de pesquisas qualitativas é um argumento favorável à investigação de processos de aprendizagem, pelo detalhamento que se exige da descrição de episódios relevantes. Mesmo diante das dificuldades apresentadas, a análise microgenética pode ser uma opção interessante para pesquisadores cujo objeto de estudo seja a formação de conceitos, e pode contribuir para aprofundar o amplo conhecimento que a pesquisa em Educação em Ciências já produziu sobre o ensino e sobre a aprendizagem conceitual.

Os cinco pontos que elencamos para a abordagem microgenética ao problema de pesquisa, que acabamos de apresentar, foi empregada por nós em outro trabalho (Barbosa, 2017). Eles foram considerados em uma

investigação dos processos de ensino-aprendizagem no contexto do ensino de eletromagnetismo para uma turma de ensino médio técnico. A estrutura teórico-metodológica daquela pesquisa foi elaborada com três níveis de análise.

O primeiro nível de análise propõe a identificação de eventos microgenéticos com potencial para a investigação, dentro do universo investigado e conforme o objeto de pesquisa. Estes eventos devem estar fortemente identificados com a unidade de análise adotada e atrelados ao uso de um artefato cultural específico (artefato cultural primário), o qual estaria presente também nos outros níveis de análise.

O segundo nível de análise funciona metodologicamente para refinar os dados selecionados em primeiro nível. Para realizar esse refinamento, deve-se necessariamente, atribuir novos critérios de análise, associando um evento microgenético à identificação necessária de alguma condição de mudança de comportamento dos sujeitos envolvidos em relação ao mesmo artefato cultural primário. Tais mudanças de comportamento podem ser reconhecidas como possíveis instrumentos cognitivos de compartilhamento de conhecimento.

O terceiro nível de análise tem como objetivo consolidar, ou não, os instrumentos de compartilhamento de conhecimento como descritores confiáveis de processos de aprendizagem socialmente construídos; discutir, por exemplo, se eles podem ou não ser elencados como categorias de construção de conhecimento.

A condução de uma pesquisa em Educação em Ciências com base na análise microgenética pode, portanto, investigar a contribuição de artefatos culturais específicos na compreensão conceitual dos estudantes, indicando aprimoramentos ou modificações nesses artefatos, ou na maneira como estes são introduzidos como mediadores nas atividades de ensino.

Os detalhes das interações dos sujeitos com os artefatos culturais, descritos a partir de uma estrutura teórico-metodológica como a que acabamos de descrever, poderiam servir de suporte para tomadas de decisão ao se propor atividades de ensino de Ciências. Tais detalhes, descritos via análise microgenética, não podem ser percebidos em estudos cujo foco sejam os produtos e não os processos de aprendizagem.

Referências bibliográficas

Aguiar, O., e Mortimer, E. F. (2005). Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 179–207.

Barbosa, J. P. V. (2017). *Análise de processos de ensino-aprendizagem em aulas de Física conduzidas em ambientes de aprendizagem colaborativa*. Tese Doutorado em Educação. Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Branco, A. U. (1993) Sociogênese e canalização cultural: contribuições à análise do contexto das salas de aula. *Temas em psicologia*, 1(3), 9–17.

Castorina, J. A., e Baquero, R. J. (2008). *Dialética e psicologia do desenvolvimento: o pensamento de Piaget e Vygotsky* (pp. 121–134). Porto Alegre: Artmed.

Cole, M. (1985). The zone of proximal development: where culture and cognition create each other. Em J. V. Wertsch (Ed.), *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives* (pp. 146–161). Cambridge: Harvard University Press.

Cole, M. (1996). *Cultural Psychology: A once and future discipline*. Cambridge: Harvard University Press.

Cole, M., e Engestrom, Y. (1993). A cultural historical approach to distributed cognition. Em G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 1-46) New York: Cambridge University Press.

DiSessa, A. A. (2014). The construction of causal schemes: Learning mechanisms at the knowledge level. *Cognitive Science*, 38(5), 795–850.

Góes, M. C. R. (2000). A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. *Cadernos Cedes*, 50, 9–25.

Grimes, C., e Schroeder, E. (2015). Os conceitos científicos dos estudantes do Ensino Médio no estudo do tema "origem da vida". *Ciência & Educação*, 21(4), 959–976.

Lavelli, M., Pantoja, A. P., Hsu, H., Messinger, D., e Fogel, A. (2005). Using microgenetic designs to study change processes. Em D. M. Teti (Ed.), *Handbook of research methods in developmental science* (pp. 40–65). Oxford: Blackwell.

Matusov, E. (2007). In Search of "the Appropriate" Unit of Analysis for Sociocultural Research. *Culture & Psychology*, 13(3), 307–333.

Molon, S. I. (2008). Questões metodológicas de pesquisa na abordagem sócio-histórica. *Informática na Educação: Teoria e Prática*, 11(1), 56–68.

Oliveira, A. B., Rodrigues, R. S., Blattmann, U., e Pinto, A. L. (2015). Comparação entre o qualis-capes e os índices H e G: O caso do portal de periódicos UFSC. *Informação e Informação*, 20(1), 70-91.

Pereira, A. P. de, e Ostermann, F. (2012). A aproximação sociocultural à mente de James V. Wertsch e implicações para a Educação em Ciências. *Ciência & Educação*, 18, 23–39.

Rossetti-Ferreira, M. C., Amorim, K. S., e Silva, A. P. S. (2000). Uma perspectiva teórico-metodológica para análise do desenvolvimento humano e do processo de investigação. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 13(2), 281–293.

Scott, P. H., Mortimer, E. F. e Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school. *Science Education*, v. 90(4), pp. 605–631.

Siegler, R. S., e Crowley, K. (1991). The Microgenetic Method. A Direct Means for Studying Cognitive Development. *American Psychologist*, 46(6), 606–620.

Sirgado, A. P. (2000). O social e o cultural na obra de Vigotski. *Educação & Sociedade*, 21(71), 45–78.

Strauss, A. L., e Corbin, J., (2008). *Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada*. Porto Alegre: Artmed.

Tomasello, M. (2003). *Origens culturais da aquisição do conhecimento humano*. São Paulo: Martins Fontes.

Vygotsky, L. S. (2001). *Obras escogidas - tomo III* (pp. 45–97). Madrid: Antonio Machado Libros.

Vygotsky, L. (2008). *A formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. São Paulo: Martins Fontes.

Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press.

Wertsch, J. V. (1999). *La mente en acción*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Wertsch, J. V., e Tulviste, P. L. S. (1992). Vygotsky and contemporary developmental psychology. *Developmental Psychology*, 28(4), 548–557.