

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável

INVESTIGATIVE EXPERIMENTATION: Dialogic inquiry improvable object

Cezar Soares Motta

FURG - Universidade Federal do Rio Grande (Campus Carreiros: Av. Itália km 8 -
Rio Grande RS - CEP: 96203-900)
cezarsmott@gmail.com

Aline Machado Dorneles

FURG - Universidade Federal do Rio Grande (Campus Carreiros: Av. Itália km 8 -
Rio Grande RS - CEP: 96203-900) lidorneles@yahoo.com.br

Valmir Heckler

FURG - Universidade Federal do Rio Grande (Campus Carreiros: Av. Itália km 8 -
Rio Grande RS - CEP: 96203-900) prof.valmir@hotmail.com

Maria do Carmo Galiuzzi

FURG - Universidade Federal do Rio Grande (Campus Carreiros: Av. Itália km 8 -
Rio Grande RS - CEP: 96203-900)
mcgaliuzzi@gmail.com

Resumo

Neste texto, apresentam-se a partir da Análise Textual Discursiva - ATD, fundamentos teóricos para a proposição da experimentação investigativa. O texto é de cunho teórico com produção de metatexto a partir da produção de unidades de significado, categorização e produção textual. Ao assumir que aulas práticas, atividades experimentais e experiência não são sinônimos e significam propostas pedagógicas diferentes, propõe-se a experimentação investigativa no Ensino de Ciências como modo de operar os fenômenos da natureza em que a mediação ocorre por meio da indagação coletiva dos modelos explicativos a serem aperfeiçoados pelo uso de artefatos culturais principalmente com imersão na linguagem.

Palavras chave: experimentação investigativa, formação acadêmico-profissional de professores de Ciências, objeto aperfeiçoável

Abstract

Based on Discursive Textual Analysis, (DTA), this text presents theoretical principles to propose investigative experimentation. It is result of a research whose interlocutors were

empirical Science teachers that wrote a text and yielded a theoretical metatext based on units of meaning, categorization and textual production. Taking into account that practical classes, experiments and experience are not synonyms, but represent different pedagogical proposals, investigative experimentation in the teaching of Science, as a way to co-operate natural phenomena, has been proposed. Mediation occurs by collective inquiry of the models that were selected to explain the phenomenon under study and that may be improved by the use of cultural tools, mainly language.

Key words: investigative experimentation, academic-professional teacher education in Sciences; improvable object

A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável

As palavras carregam muitos significados e diferentes sentidos, alguns explícitos outros não. No Ensino de Ciências isso não é distinto, pois estamos imersos na linguagem. Os conceitos oriundos dos fenômenos naturais são objeto de ensino e aprendizagem. Estes fenômenos são operados, seja concretamente, seja em explanações mais expositivas, mas se tem, ao longo dos últimos duzentos anos defendido a intensificação da operação concreta do fenômeno em laboratório ou mesmo fora dele. Neste texto apresenta-se a experimentação investigativa no Ensino de Ciências como modo de operar o fenômeno em estudo em que a mediação ocorre por meio da indagação coletiva dos modelos explicativos a serem aperfeiçoados pelo uso de artefatos culturais com imersão na linguagem. O texto foi produzido a partir da Análise Textual Discursiva - ATD com produção de unidades de significado, categorização e produção textual. (MORAES, GALIAZZI, 2011)

A experimentação investigativa em ação

A organização da experimentação investigativa na escola envolve trabalhar a partir de perguntas dos alunos e professor sobre os fenômenos da natureza em estudo. Essas perguntas oportunizam a construção de objetos aperfeiçoáveis, que trazem neles modelos de funcionamento desses objetos, o que possibilita questionamentos e argumentos que podem levar a melhor compreender o fenômeno e, com isso, aperfeiçoar este objeto produzido.

A experimentação investigativa é espaço de sala de aula de dar sentido as palavras do coletivo, inerentes ao diálogo intenso em torno e com o experimento, das linguagens e do discurso das Ciências. Para tal, o grupo precisa ser de sujeitos ativos, responsáveis, abertos e a sala de aula espaço de acontecimentos.

De uma forma ampla, modelo é um esquema teórico que representa um fenômeno ou conjunto de fenômenos complexos que permite compreender e explicar e prever. Neste processo, é que as previsões iniciais são colocadas em discussão a partir do observável em uma conversa desorganizada, gerando aprendizagens mais complexas sobre o fenômeno da natureza em estudo. Esta proposição é desenvolvida a seguir considerando a articulação com o mundo dos estudantes e suas vivências, a importância do registro para a indagação dos modelos e a mediação como ação transformadora.

A imersão na linguagem para compreender os fenômenos da natureza

O movimento construtivista de experimentação buscou a superação de interpretações de senso comum sobre os fenômenos da natureza. Foram denominadas de interpretações errôneas as

interpretações diferentes do modelo aceito pela ciência. Apesar das contribuições importantes da epistemologia construtivista para a compreensão da aprendizagem, esta questão da substituição de interpretações diferentes das produzidas pela ciência pela experimentação, como estava inicialmente proposto, mostrou não acontecer facilmente. É preciso tempo e imersão na linguagem para que a aprendizagem ocorra. Nessa epistemologia é que surgem os conflitos cognitivos:

algumas vezes, quando o professor consegue propor uma “boa” questão, as previsões, antecipações elaboradas pelos estudantes, a partir de seus esquemas conceituais espontâneos ou baseados em outros referenciais, são contrariados pelos resultados experimentais. Esses fatos podem criar conflitos cognitivos, isto é, quando as ideias espontâneas dos alunos ou as explicações deles sobre determinados fenômenos são colocados em conflito com o observável. É da superação destes conflitos cognitivos que nascem as aprendizagens efetivas e as demonstrações investigativas são as melhores atividades de ensino para que elas apareçam, em forma de hipótese dos alunos, sendo discutidos e superados pela visão da realidade do fenômeno. (CARVALHO, 2010, p. 65)

O modelo construtivista mostrou não dar conta da transformação a que se propunha. Para além dele, as atividades experimentais envolvem os estudantes à medida que passam a associar a observação com transformações de seu contexto ou que buscam explicações para o que ocorre nos fenômenos em estudo. Segundo a mesma autora, é por meio de um universo de percepções e significações que o indivíduo constrói e interpreta o mundo. (idem, p.114), assim não é a partir de uma explanação simples sobre um equívoco que um sujeito substitui uma interpretação. É preciso um envolvimento intenso com discussão entre pares para que favorecer transformações de interpretações.

Apoiamos-nos em Mjfad-Merino e Ferrero (2012) para pensar na experimentação investigativa como proposição que leva a projetar e avaliar os “objetos aperfeiçoáveis¹”, definido por Wells (2009, p. 289), a partir de perguntas, das informações que emergem no coletivo sobre o fenômeno em estudo, considerando e discutindo aspectos e possibilidades, apresentando propostas fundamentadas com uma hipótese, decidindo sobre os objetos e as mudanças a serem feitas, analisando e discutindo os resultados, tirando conclusões e refletindo a partir do registro e com isso favorecendo aprendizagens mais efetivas e duradouras. Aproxima-se assim a experimentação investigativa ao que Larrosa (2002) atribui à experiência: aquilo que acontece a quem dela participa e não apenas um conjunto de ações que demonstram e provam teorias estabelecidas.

A experimentação investigativa favorece a indagação e tomada de consciência de possíveis equívocos a partir de objetos aperfeiçoáveis que permitem produzir evidências e com elas argumentação a favor ou contra o modelo explicitado pelos sujeitos em atividade investigativa. Os propositores podem avançar na compreensão de um fenômeno pelo experimento ao operar, indagar, analisar evidências, socializar e escrever, fazendo desse exercício uma prática investigativa. Muitos pensam que o experimento *show* garante a aprendizagem, mas é na interação, na conversa, na argumentação, no falar sobre o modelo e sobre o fenômeno investigado, com imersão na linguagem que a aprendizagem é favorecida.

A mediação por meio da indagação na experimentação investigativa

A experimentação investigativa no ensino de Ciências rompe com a ilustração, a crença na motivação e comprovação das aulas teóricas tão presente nos modelos tradicionais de ensino

¹ Objeto aperfeiçoável – tradução livre do inglês para português de “*improvable object*” de Wells (2009, p. 289)

de Ciências. Ao contrário, a escola é um espaço de aprender sobre a natureza da Ciência e suas atividades, movimenta os conhecimentos no desenvolvimento de processos investigativos.

O operar sobre o fenômeno envolve os estudantes mais do que em uma atividade demonstrativa, pois a mediação ocorre pela fala, pelo diálogo, pelo registro escrito e uso de outros artefatos culturais, em movimento de indagação em torno da atividade experimental, em que o coletivo opera sobre e com o objeto aperfeiçoável/experimento desenvolvido pelo coletivo. A maioria das questões que surgem no grupo constitui mediação pedagógica do processo de ensinar e aprender no coletivo, sobre diferentes temáticas, linguagens da área de Ciências, relações com o contexto escolar e acadêmico, em torno de um fenômeno da natureza em diálogo investigativo.

No importante texto de Driver, Leach, Millar e Scott (1995, p.3) o papel da escola no ensino de Ciências:

é de contribuir efetivamente para a melhoria da compreensão pública da ciência e, para isso, precisa promover a compreensão dos alunos sobre a atividade científica em si, dos objetivos e propósitos do trabalho científico, e da natureza do conhecimento que ela produz. Isso, para os autores torna a ciência em si o foco de investigação, pois exigiria incluir uma apreciação dos propósitos da ciência, na busca de explicações sobre os acontecimentos do mundo natural, e das maneiras em que a ciência funciona como uma instituição social e interage com a cultura mais ampla, bem como a compreensão da natureza e estado do conhecimento científico. Este é o conhecimento sobre ciência, em oposição ao conhecimento científico.

Assim é que a mediação é entendida como processo de promoção da aprendizagem que:

não pode ser caracterizada nem pela aprendizagem dos conteúdos, nem pela aprendizagem dos processos, mas pela sua interação dinâmica em situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos mobilizar os seus saberes conceituais e processuais no desenvolvimento de processos investigativos e, deste modo, construir e reconstruir contínua e progressivamente a sua compreensão do mundo. (ALMEIDA, 2001. p. 54)

A mediação na experimentação investigativa constitui-se complexa e desafiadora, por estarmos imersos em uma cultura acadêmica e escolar no Ensino de Ciências que se apoia muitas vezes na resolução de exercícios sem discussão conceitual sobre o que é Ciências. Na experimentação investigativa é importante operar imerso na linguagem considerando sua componente social e interativa como ação de seres humanos que aprendem a partir do outro. E isso inclui operar no fenômeno investigado com o outro na conversa a provocar indagações a partir do que se sabe e, ao mesmo tempo, produzir e provocar inferências, conexões e interconexões que levam ao raciocínio e à aprendizagem de conceitos num processo ampliado de compreensões mais complexas do que as iniciais.

Wells (1998, p. 23) aposta na potência da previsão como modo de colocar em movimento a experimentação investigativa, pois ao fazer uma previsão em torno do experimento, o sujeito se concentra “num tipo de teorização”, analisa suas “próprias crenças sobre o fenômeno” envolvido no processo investigativo e as “relaciona com qualquer outro conhecimento que possui”, o qual considera importante para os possíveis resultados. Os processos de raciocínio que levam os sujeitos a fazer previsões são tão importantes como as próprias previsões, pois potencializam processos de transformação da argumentação, pelo conflito cognitivo, imersão na linguagem, comparação das formas de explicar do outro e por muitas vezes os dados empíricos do experimento refutar o modelo inicial.

Lemke (2006, p. 8) nos leva a reconhecer:

a importância da linguagem como meio de raciocínio primário e da conceituação nas Ciências, como também de ajuda aos estudantes a pensar de forma mais eficaz sobre assuntos científicos e tecnológicos de forma quantitativa, utilizando tanto ferramentas algébricas, como exemplos numéricos.

Aprender Ciências exige aprender o discurso das Ciências, por isso, a experimentação precisa promover essas diferentes linguagens da ciência, como são exemplos, a expressão dos resultados por produção de tabelas, gráficos, equações, entre outros. Se a previsão é um artefato a promover a mediação na cooperação também os objetos de visualização dos modelos oportunizam representações gráficas na Educação em Ciências, permitindo aos sujeitos processar de forma mais eficiente, organizar os conceitos-chave e as informações necessárias para gerar inferências, conexões e interconexões na resolução de problemas emergentes da indagação dos experimentos.

Diferentes linguagens e artefatos na Educação em Ciências são potência aos sujeitos para o operar investigativo de um fenômeno pela manifestação de uma pergunta sobre ele. Nesse sentido, as tabelas e os gráficos são expressões de uma linguagem que mede, por isso a experimentação precisa ser ampliada com o operar em diferentes linguagens. Uma experimentação tem teorias que a explicam, mas também metodologias que expressam o compromisso do professor seja com o desenvolver do conceito, em uma abordagem mais clássica, ou a aprendizagem de diversos conteúdos e discursos em uma compreensão mais contemporânea.

A indagação dos modelos explicitados é um princípio no desenvolvimento da experimentação e acontece por meio do diálogo intenso e desordenado na sala de aula sobre o experimento, nas diferentes linguagens das Ciências, o que exige diálogo crítico, escuta atenta ao outro, acolhimento. Assim, em um coletivo com projeto investigativo na experimentação pode partir de objetos aperfeiçoáveis que permitem produzir evidências e com elas argumentação que levam a indagar o modelo inicial, modelar novamente o fenômeno, produzindo assim um modelo mais complexo. Esse operar é a modelagem (JUSTI, 2010). É uma forma de superar o caráter ilustrativo de conhecimentos teóricos, sendo a indagação, a reflexão que alguém exerce sobre um conteúdo, fruto de um ato, ou sobre o próprio ato, para agir melhor, com os demais na realidade.

Com isso se reconhece como uma das potências da experimentação investigativa a sua capacidade de transformar os sujeitos envolvidos, modificando, reconstruindo e construindo representações sobre a realidade em que se encontram situados os sujeitos que a desenvolvem ao investigar um fenômeno, estando o diálogo, a escrita e o operar sobre a realidade, permeando este espaço.

A conversa, o registro, a teoria no operar o objeto aperfeiçoável

A experimentação investigativa, a partir de uma pergunta inicial, mesmo que implícita, gera um objeto aperfeiçoável e a partir dele registros do processo e de aprendizagens em diferentes linguagens. Para todo operar, existe um modelo, que no coletivo, na conversa, pode ser discutido, indagado e ressignificado. Assim são fundamentais os artefatos culturais: conversa, registro, busca de interlocutores teóricos a fim de indagar estes modelos, produzindo modelos mais validados teoricamente. Neste contexto a experimentação é um discurso das Ciências em que são construídos modelos da realidade investigada, mas é importante diferenciar o fenômeno dos conceitos que o explicam. O registro em diferentes modos, fotografias, filmes,

escritas sobre o que acontece aos sujeitos na experimentação investigativa favorecem a indagação de modo a construir aprendizagens.

Uma experimentação investigativa é aquela que tem uma pergunta que guia as ações, pergunta que gera o objeto aperfeiçoável e coloca à prova os modelos sobre um fenômeno da natureza. São esses conhecimentos expressos nos modelos o foco da mediação por artefatos e instrumentos. Nenhum experimento por si só é suficiente para a construção e ressignificação de modelos. Ao modelar no coletivo, processo de negociação entre os participantes, oportuniza-se a elaboração de um modelo mais consistente e com isso se dá sentido à experiência.

Objeto aperfeiçoável está aqui sendo considerado como estratégia didática em escolas de Educação Básica em que é produzido um artefato/experimento que oportuniza a obtenção dados empíricos, evidências, para expressar modelos sobre determinado fenômeno da natureza, orientando o processo da aula e sendo mediado no coletivo de sujeitos aprendentes.

E isso acontece quando os alunos e o professor atuam juntos e em grupo na linguagem não só oral para compreender e operar sobre um fenômeno, mas ao relacionar teoria e prática com o experimento proposto, processo de construir modelos que modificam o referido experimento. Solicitar aos estudantes explicações para os fenômenos observados num experimento é um meio de envolvê-los e, de certa forma, de explicitar o conhecimento que possuem sobre o fenômeno. A experimentação proporciona investigação a partir do momento em que se questiona o que acontece e por quê acontece, promovendo a busca de explicações para o fenômeno.

Mesmo apostando na demonstração investigativa, que é diferente da proposição da experimentação investigativa que exige o operar em seu experimento, aproximam-se as duas ideias porque tanto a demonstração investigativa quanto à experimentação investigativa devem “apresentar não só o fenômeno em si, mas criar oportunidade para a construção científica de um dado conceito ligado a esse fenômeno e esse deve ser o primeiro cuidado que temos que tomar quando preparamos uma demonstração investigativa: estar consciente da epistemologia das Ciências e saber diferenciar entre um fenômeno e o(s) conceito(s) que o envolvem(m).” (CARVALHO, 2010, p.64).

Para Hofstein e Lunetta (2003) as explicações sobre os fenômenos da natureza próprios de estudo da educação em Ciências na escola e, em seguida, as justificativas das explicações, com os dados recolhidos nas investigações dentro e fora das paredes da sala de aula de Ciências são consideradas cada vez mais elementos importantes da aprendizagem da ciência no contexto escolar.

Nesse sentido, durante a experimentação é necessário atenção e registro aos comentários e perguntas dos estudantes, pois é nesse momento que os estudantes explicitam o conhecimento sobre determinado tema. A experimentação investigativa envolve a indagação dos objetos aperfeiçoáveis no coletivo de estudantes. Para tal, o grupo constrói, desenvolve, modela, opera com artefatos/instrumentos, em busca de evidências, interlocutores e argumentos. A experimentação investigativa é processo de colocar-se em movimento de transformação de pensamentos, sentimentos e ações, de (re) significar a natureza das Ciências e o ensino de Ciências.

A experimentação investigativa acontece pelo intercâmbio de significados iniciais, entre sujeitos com diferentes experiências envolvidos na investigação de fenômeno da natureza. Momento de expressar conhecimentos iniciais; indicativos importantes para as estratégias a serem assumidas no processo investigativo, ponto de partida, de aventurar-se, de ser pirata, pois ainda não se sabem nem os caminhos a seguir, nem resultados a encontrar.

Considerações Finais

A ATD pela construção de unidades de significado, categorização e produção de metatextos teóricos possibilitou a construção de argumentos que sustentam que a experimentação investigativa acontece pelo intercâmbio de significados iniciais, no qual sujeitos com diferentes experiências investigam os fenômenos da natureza. Constitui espaço de por em movimento os sentidos e experiências ao participar da ação coletiva.

Na experimentação investigativa, os estudantes, ao apresentarem suas explicações sobre o fenômeno da natureza ao coletivo, favorecem o surgimento de novas questões, dúvidas e explicações referentes a esse fenômeno, pondo em movimento seus modelos. A busca por explicações teóricas sobre o que é observado favorece o surgimento de uma rede de conexões entre o conhecimento dos estudantes e a teoria. O coletivo da experimentação é instigado a desenvolver o seu conhecimento expresso em torno do objeto aperfeiçoável, um sistema empírico (realidade que está em investigação), para as relações intrínsecas dos modelos, estabelecendo correspondências entre o sistema empírico, a teoria e a prática, as simulações e os questionamentos, que podem ser respondidas no avançar do projeto investigativo pela modelagem.

Uma experimentação investigativa exige a interação a partir dos significados e sentidos iniciais atribuídos ao fenômeno, os modelos iniciais, para, na indagação buscar compreensões mais complexas sobre o fenômeno. A indagação favorece construir novos significados por meio dos artefatos, instrumentos, exposição de pensamento, sentimentos e ações intensamente registradas pelos sujeitos participantes.

O coletivo da experimentação precisa ser tocado pelas ideias, experiências e conflitos expressos no grupo. Embora a percepção dos fenômenos seja individual, sua construção é social, e a experimentação investigativa é um modo de por em movimento um modelo inicial e permitir sua reconstrução, melhor compreensão e validação pela comunicação alicerçada na sustentação teórica. É na construção da pergunta, na conversa, no registro dos modelos explicitados e no estudo da teoria que a aprendizagem acontece permeada pelo diálogo na mediação coletiva.

Referências

- ALMEIDA, A. M. F. G. Educação em Ciência e Trabalho Experimental: Emergência de uma nova concepção. In: VERÍSSIMO, António. et. al. *Ensino Experimental das Ciências: (Re)pensar o Ensino das Ciências. Departamento do Ensino Secundário – Ministério da Educação - Portugal 3ºv.:* - 2001.
- CARVALHO, A. M. P. As Práticas Experimentais no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. et. al. *Ensino de Física.* Cengage Learning, São Paulo, 2010.
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R.; SCOTT, P. *Young people's images of science.* Buckingham- Philadelphia. 1995
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, n. 88, p 28 – 54, 2003.
- JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. *Ensino de Química em Foco.* Ijuí : Ed. UNIJUÍ, 2010, p. 209-229
- LARROSA, J. B. Notas sobre a experiência e o saber da experiência. *Revista Brasileira de Educação.* Jan-abr, n. 19, p. 20-28, 2002.

LEMKE, J. L. Investigar para El Futuro de la Educación Científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las Ciencias, 2006, 24(1), 5–12 5.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise Textual Discursiva. Ijuí: ed. Unijuí, 2011

MJFAD - MERINO, J. M.; FERRERO, F. Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.6, n.3, 2007. p. 630-648. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART9_Vol6_N3.pdf>. Acesso em: 04 set. 2012.

SÁ. E. F. Discursos de Professores Sobre Ensino de Ciências por Investigação. Tese. Belo Horizonte: UFGM/FAE, 2009.

SILVA, R. R., MACHADO, P. F. L., TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. Ensino de Química em Foco. Ijuí : Ed. UNIJUÍ, 2010, p. 231-261.

WELLS, G. The Meaning Makers: Learning to Talk and a Talking to Learn. 2nd edition. Bristol, U.K., 2009.

WELLS, G. Dialogic Inquiry: towards a sociocultural practice and theory of education. Cambridge University Press, 1999.