



INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: ANÁLISE DO USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS EM UMA TURMA DE LABORATÓRIO BÁSICO I

SCIENTIFIC LITERACY INDICATORS: ANALYSIS OF THE USE OF INQUIRY BASED ACTIVITIES IN A UNDERGRATE LABORATORY CLASS

Isabela dos Santos Carvalho¹, Fátima Nazaré Baraúna Magno^{1,2}, Silvana Perez^{1,2}
isabela.carvalho@icen.ufpa.br , silperez@ufpa.br

¹ Universidade Federal do Pará (UFPA)

² Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

Resumo

O presente trabalho envolve uma pesquisa de iniciação científica PIBIC (2019-2020), a qual buscou identificar o desenvolvimento de habilidades relacionadas com a alfabetização científica através da transcrição dos diários de bordo e em diálogos dos estudantes, na tentativa de verificar se o uso de uma metodologia didática envolvendo atividades investigativas potencializaria o aparecimento de indicadores de alfabetização científica. Nesse sentido, realizou-se uma revisão da literatura acerca da relação entre o Ensino por investigação e a Alfabetização Científica, utilizando enfoque qualitativo e preocupando-se em analisar materiais produzidos pelos alunos a partir de sequências de ensino com propostas investigativas durante as aulas. Assim, os resultados indicam possíveis avanços e podem ser considerados como positivos, podendo abranger discussões importantes e relevantes para outros campos de investigação relacionados com atividades investigativas e alfabetização científica.

Palavras-Chave: Ensino por investigação; Alfabetização científica; Sequências de Ensino Investigativas; Laboratório Básico.

Abstract

The present work involves a research of scientific initiation PIBIC (2019-2020) which sought to identify, in the transcription of logbooks and in student dialogues, the development of skills related to scientific literacy. More specifically, the investigation aimed to verify whether the inquiry based didactic methodology would enhance the emergence of scientific literacy indicators. With this objective in mind, a literature review was carried out on the relationship between Inquiry Based Teaching and Scientific Literacy. The research methodology used had a qualitative focus and was concerned with analyzing the materials produced by the students from the inquiry-based teaching sequences proposed during the classes. The results indicated were positive, and their discussion could be extended to other fields of investigation related to investigative activities and scientific literacy.

Keywords: Teaching by Investigation; Scientific Literacy; Inquiry Based Teaching Sequence.

Introdução

Tradicionalmente os cursos de Ciências, sobretudo, os de Física, são voltados para o acúmulo de informações e o desenvolvimento de habilidades estritamente operacionais, nos quais os assuntos ministrados seguem um padrão de formalismo matemático, sem uma contextualização sobre o que está sendo estudado (CAPECCHI, 2004).



Nesse contexto, o Ensino por Investigação (EI) surge como alternativa pertinente, pois, segundo Sasseron (2015), configura-se como uma abordagem didática, podendo estar vinculado a qualquer recurso de ensino, desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor. Para Azevedo (2004) e Carvalho (2009), outras dimensões de aprendizagem aparecem no processo de ensino por investigação: conceitual, envolvendo os principais modelos e teorias da ciência; procedimental, relacionada com o conhecimento e o desenvolvimento de habilidades da prática científica (medir, calcular, construir dispositivos, questionar), e atitudinal, que envolve o desenvolvimento de posturas em relação ao conhecimento científico, à sala de aula e ao trabalho em equipe.

A Alfabetização Científica (AC) tem como objetivo a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas da vida (SASSERON e CARVALHO, 2011). Logo, está relacionada com os conhecimentos e habilidades ligados ao trabalho dos cientistas, bem como ao uso crítico do conhecimento científico na tomada de decisões na vida cidadã. Diante disso, a presente pesquisa busca responder ao seguinte questionamento: É possível promover a alfabetização científica em aulas que privilegiam atividades investigativas? Para tanto, buscou-se analisar as produções e participações dos alunos durante aulas de Laboratório Básico I, em um curso de licenciatura em Física, o qual aborda conteúdos referentes à Física Básica I.

1. Fundamentação Teórica

1.1 Alfabetização Científica

Para Chassot (2003), a alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. Chassot (2003) considera que “seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor”.

Para orientar o processo, Sasseron e Carvalho (2008) propuseram os “Indicadores de AC”, estando associados a um conjunto de habilidades desenvolvidas durante a investigação, que são próprias das ciências e do fazer científico para promoção da alfabetização científica. Além disso, foram propostos alguns eixos estruturantes para orientar o processo de AC. O primeiro eixo configura-se como a “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; o segundo trata da “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; o terceiro “compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Os indicadores são: seriação de informações, organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, raciocínio proporcional, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação.

1.2 Experimentação utilizando o Laboratório Aberto

Em um laboratório tradicional, o aluno comumente segue instruções contidas em roteiros experimentais, o que torna a solução pré-estabelecida e conhecida pelos alunos, que precisam na maioria das vezes, fazer medidas e análise de dados (CARVALHO, 2008). Podemos dizer que o Laboratório Aberto é um ambiente diferente do laboratório tradicional, pois, é onde os alunos podem reunirem-se em grupos para solucionar um problema experimental aberto, proposto pelo professor.

O laboratório aberto está inserido na abordagem investigativa, e seu objetivo é propor que o aluno seja capaz de solucionar problemas, a partir dos seus conhecimentos prévios. Ainda, sua aplicação procura potencializar habilidades e competências associadas com a AC dos alunos



(CARVALHO, 2008). Os Laboratórios Abertos são divididos em graus de liberdade: Grau I, Grau II, Grau III, Grau IV e Grau V. O que foi estudado ao longo deste trabalho se enquadra nos graus III e IV, nos quais o professor dirige um problema para os grupos previamente divididos em 4 ou 5 pessoas. Em seguida, os alunos respondem questões sobre o conteúdo e podem ao longo da atividade realizar diferentes etapas com auxílio e mediação da professora.

1.3 Sequências de Ensino Investigativas

Segundo Carvalho (2014), as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são conjuntos organizados e coerentes de atividades investigativas, integradas para trabalhar um tema, sendo que a diretriz principal de cada uma das atividades é o questionamento e o grau de liberdade intelectual dado ao aluno. As SEIs podem ser utilizadas de diferentes maneiras em sala de aula, sendo estratégias didáticas que não seguem um padrão de relatórios ou manuais de instrução de laboratórios tradicionais.

2. Métodos e Materiais

A metodologia de pesquisa utilizada teve enfoque qualitativo, no qual, segundo Moreira (2003), o pesquisador o pesquisador buscar entender interpretando uma realidade socialmente construída, na que ele se insere. No contexto do trabalho realizado, buscou-se interpretar, utilizando os indicadores de AC, o material escrito dos alunos, bem como os diálogos durante as aulas. As atividades ocorreram com uma turma de Laboratório Básico I do curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará durante o ano letivo de 2019. Também apresentamos alguns dados quantitativos, que serviram para ilustrar a quantidade de indicadores presentes nos diários de bordo dos alunos.

Ao serem propostas as SEIs, os alunos reunidos em grupos (A, B, C e D) deveriam executar as atividades experimentais contidas em cada uma, entregando no final da aula um diário de bordo para a professora. As SEIs abordavam conceitos de Mecânica Clássica Newtoniana e eram estruturadas da seguinte forma: sumário, objetivo, fundamentos teóricos, atividades teóricas, material utilizando, atividades experimentais e tratamento de dados.

2.1 Fases da Pesquisa e estrutura das SEIs:

Primeiro momento: Levantamento bibliográfico durante a Iniciação Científica, sobre AC, Ensino por investigação, SEIs e Laboratório aberto.

Segundo momento: Planejamento das SEIs desenvolvido em conjunto, abordando as atividades experimentais e assuntos previstos na ementa de Laboratório Básico I. Para melhor entendimento, descreve-se uma das SEIs, na qual existe um formato comum as demais.

Tabela 1- Etapas da SEI de coeficiente de dilatação linear dos sólidos.

Pergunta investigativa
“Por que um prato de vidro grosso, que não é feito de pirex, por exemplo, estala e pode se quebrar, quando colocamos água muito quente?”
Objetivos
<ul style="list-style-type: none">Relacionar a variação sofrida por uma barra em função da variação de temperatura experimentada pela mesma.Relacionar a variação do comprimento sofrida por uma barra em função do comprimento inicial da mesma.



<ul style="list-style-type: none">Determinar o coeficiente de dilatação linear de uma barra.
Fundamentos teóricos
<ul style="list-style-type: none">Dilatação térmicaDilatação Linear
Material utilizado
<ul style="list-style-type: none">Dilatômetro linear de precisãoBalão volumétrico de 300 mlManta aquecedoraPinça de 70 mm com mufaConjunto conector simplesRolha com junção em TTermômetros -10 a +100 °CBarra de cobreRolha com junção longitudinal
Atividades experimentais
<ul style="list-style-type: none">Dado o aparato experimental e de análise, observando o descrito no resumo teórico, diga quais medidas necessárias para determinação do coeficiente de dilatação linear da haste, estabelecendo a relação funcional entre as variáveis.Descreva o procedimento, destacando quais são as medidas iniciais, quais as finais e a partir de que condição deve-se fazer as medidas finais.
<ul style="list-style-type: none">De posse das medidas, calcule o coeficiente de dilatação linear do cobre, α_{cu}.Compare com o valor teórico, achando o erro relativo percentual.Qual é o significado físico da constante α? Qual a sua unidade dimensional no Sistema Internacional (SI)?

Fonte: elaboração própria (2022)

Na atividade experimental, diferentemente de um manual de instruções, o aluno baseia-se por perguntas, as quais redige-se com as respectivas respostas nos diários de bordo. Para responder à essas perguntas e fazer o tratamento dos dados experimentais utiliza-se de diferentes ações: Levantamento de hipóteses, previsões, manuseio e tratamento das informações apresentadas e dos dados coletados, entre outras. Vale destacar que, também, envolve-se o teórico com o prático e correlaciona-se ambos.

Terceiro momento: Implementação e acompanhamento das aulas de laboratório, sob registros para análise e coleta dos diários de bordo.

Quarto momento: Análise dos materiais, com base nos indicadores de AC.

3. Resultados e Discussões

3.1 Análise dos diários de bordo em busca de Indicadores de Alfabetização Científica

A análise dos diários de bordo objetiva dados qualitativos acerca da produção do diário de bordo, além da avaliação da presença dos indícios de indicadores de AC durante diálogos que surgiam na atividade experimental. Como ilustração, apresenta-se o grupo, que quantitativamente possui um maior número de indicadores em seus diários de bordo, durante as atividades de laboratório. Apresenta-se quantitativamente esses resultados na tabela 2:



Tabela 2 - Análise geral dos indicadores contidos nos diários de bordo.

Indicadores	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Seriação de informações	4	1	1	1
Organização de informações	4	2	1	1
Classificação de informações	4	1	-	1
Raciocínio lógico	2	-	1	1
Raciocínio proporcional	-	-	-	-
Levantamento de hipóteses	5	1	2	-
Teste de hipóteses	2	-	1	-
Justificativa	3	1	-	-
Previsão	5	1	1	1
Explicação	4	2	1	1
Total	33	9	8	6

Fonte: elaboração própria (2022)

Estes dados dão um panorama geral sobre a participação ativa do grupo A, se dedicando ao desenvolvimento das atividades.

Destaca-se algumas SEIs para discussão e análise dos grupos:

SEI “Pêndulo Simples”

A atividade inicia com uma pergunta: "Que tipo de movimento executa um pêndulo simples?". Utilizando os conhecimentos prévios, dois alunos do grupo foram capazes de criar uma **explicação** direta para a pergunta.

A segunda pergunta: "Que medidas podemos usar para estudar o movimento do Pêndulo Simples?" A resposta deveria ser em relação às variáveis trabalhadas. Neste momento, o grupo A utilizou o indicador de **levantamento de hipóteses**, pois, em princípio, houve dúvidas, sobre como proceder. Então, a professora auxiliou o grupo, confirmando algumas ideias dos alunos e esclarecendo outras dúvidas que surgiram.

Outra indagação: "O que é um pêndulo simples?". Neste momento, utilizou-se um material didático fornecido pela docente, o livro de Física Básica II (RESNICK; HALLIDAY; WALKER). Um dos alunos apresentou suas ideias e expressões matemáticas em forma de **explicação** e utilizou o indicador de **justificativa** para embasar suas afirmações. Outro aluno ficou responsável por escrever alguns conceitos.



Na execução do experimento, os alunos utilizaram os indicadores de **seriação de informações** e **organização de informações**. Desse modo, coletaram as medidas pedidas em uma tabela contida na SEI e ordenaram os valores em seu respectivo lugar. O indicador de **classificação de informações** também foi utilizado ao relacionar variáveis para encontrar novas medidas, como a frequência.

Durante as perguntas foram feitos **levantamentos de hipóteses** acerca do movimento pendular, ao executarem o experimento para a coleta de dados, os alunos puderam **testar hipóteses** acerca do movimento e das características de um pêndulo simples. Por fim, os dados foram utilizados para criar um gráfico de dispersão no EXCEL.

Figura 1- Aula de laboratório Básico I



Fonte: Próprio autor (2022)

SEI “Movimento Retilíneo Uniforme”

No grupo A os alunos apresentaram a seguinte informação em seu diário de bordo:

“Nivelamos o instrumento a 15° , fizemos a média para várias medidas de tempo, entre o espaço igual a 400mm. Com os valores obtidos fizemos o cálculo da velocidade, posteriormente o da aceleração. Todos os resultados estão na tabela a ser entregue.”

Verifica-se que o grupo utilizou os três indicadores relacionados ao tratamento de dados: **Seriação de informações**, ao fazerem as medidas; **organização de informações** ao escreverem e organizarem os dados em tabelas; e **classificação de informações**, ao relacionarem alguns dados obtidos a outras variáveis, para o cálculo das mesmas. Também se observa que utilizaram o indicador de **raciocínio lógico** no planejamento das ações teóricas e experimentais.

Já o grupo B utiliza o indicador de **organização de informações** no tratamento das medidas, e nenhum outro indicador é perceptível, neste último. No grupo C realiza-se o experimento e responde-se as perguntas contidas na SEI, em seu diário de bordo, utilizam os indicadores de **seriação de informações** para tratar as medidas experimentais.

SEI Encontro de dois móveis em MRU com sentidos opostos

Para o grupo A distribuiu-se o material da aula anterior. Então, após algum tempo, fez-se as medidas, pois não havia um passo a passo a ser seguido na SEI. Um aluno do grupo A identificou o objeto que estava sendo referido na SEI, a bolha de ar. Ressalta-se que estas medidas, em relação a bolha de ar, faltavam para a conclusão das atividades.

Nas medidas e questões experimentais utilizou-se os três indicadores de tratamento de dados: **seriação de informações**, **organização de informações** e **classificação de informações**.



O grupo fez constantes indagações: *considerar a esfera ou a bolha na origem?* O que podem ser compreendidos como formas de **levantamento de hipóteses**. Destaca-se que no grupo B não houve indicadores perceptíveis.

O grupo C era de constante diálogo, utilizando constantemente indicadores de previsão e explicação. Um ou dois alunos explicavam conceitos aos demais do grupo. Durante o planejamento da execução do experimento fizeram **levantamento de hipóteses** e posteriormente um **teste de hipóteses**, coletando os dados relacionados ao movimento retilíneo uniforme dos dois objetos, porém não escreveram de forma organizada no diário de bordo, mas teoricamente, com o uso da ferramenta matemática e de manuseio de equações chegaram a um valor bem próximo do previsto. No grupo D não houve indicadores perceptíveis.

SEI “Densidade dos líquidos”

Em um primeiro momento, explicou-se o conteúdo contido na SEI de maneira geral. E fez-se uma indagação aos alunos do grupo B:

Quadro 1: Análise do diálogo no grupo B

Pergunta	Resposta	Indicador
O que acontece de diferente quando dois líquidos se misturam? Água e Coca-Cola, água e óleo, por exemplo.	"Líquidos são imiscíveis, pois não se misturam".	Explicação
Como é possível determinar a densidade de um líquido?	"É preciso lembrar sobre o Teorema de Stevin, é preciso encontrar a equação".	Levantamento de hipóteses

Fonte: elaboração própria (2022)

SEI “Condutividade Térmica de Sólidos”

A seguir, apresenta-se, nos Quadros 1 e 2, um resumo do desenvolvimento de outra SEI que aborda a condutividade térmica de sólidos, uma analisando o grupo A, e outra o grupo B. Nesta SEI, algumas perguntas constaram como forma de promover o envolvimento do aluno na atividade.

Quadro 2: Análise da SEI sobre condutibilidade térmica de sólidos do grupo A

Pergunta	Resposta	Indicador
O que acontece com as moléculas de um corpo, quando aquecido através da condução térmica?	"As moléculas com maior temperatura possuem maior amplitude de vibração e, com isso, acabam se chocando com as outras moléculas. Esses choques transferem energia, assim, transferindo calor do lado de maior temperatura para o de menor temperatura"	Explicação Justificativa
Explique por que os metais são, geralmente, bons condutores térmicos.	"Os metais são compostos por cátions, ou seja, possuem vários elétrons livres na sua constituição. Esses elétrons permitem o trânsito rápido de calor,	Explicação Justificativa



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

	pois podem se mover livremente em torno dos átomos"	
Explique o seguinte fenômeno: A Física da caminhada sobre as brasas	"É preciso entender que esse fenômeno se dá graças a dois fatores: A baixa condutividade térmica da madeira e das cinzas, e ao pouco tempo de contato dos pés com as chamas. A baixa condutividade permite que os pés possam permanecer mais tempo em contato com a brasa, já que pouco calor é transferido a cada momento. E como o tempo de contato e pequeno pouco calor é transferido, assim mantendo os pés saudáveis".	Raciocínio Lógico Levantamento de hipóteses Explicação
Explique, detalhadamente, quando podemos considerar um corpo em regime estacionário ou permanente.	"É quando não há alteração no fluxo térmico. Em um dos pontos do condutor a temperatura permanece constante, mesmo havendo corrente de calor".	Explicação

Fonte: elaboração própria (2022)

Percebe-se que os alunos do grupo A usam o indicador de **raciocínio lógico** para construir e organizar o pensamento, relacionando dois fatores para este fenômeno. A **explicação** foi feita a partir de **levantamento de hipóteses**, como a questão do pouco tempo de contato. O grupo B realizou os seguintes procedimentos:

Primeiro, mediu as massas das três diferentes barras, com o auxílio da professora, os alunos iniciaram o experimento aquecendo a água em um bquer por meio de uma manta térmica. Este experimento foi realizado para descobrir o coeficiente de condutividade do alumínio.

Quadro 3: Análise da SEI Condutibilidade térmica de sólidos do grupo B

Pergunta	Resposta	Indicador
Quais considerações podem ser feitas?	"Considerar o objeto de estudo em regime estacionário".	Previsão
Por que se deve colocar as barras na mesma profundidade	"Diminuir o erro, pois as barras estariam na mesma situação".	Justificativa
Para que serve a parafina?	"Para haver um ponto de temperatura que é o ponto de liquefação da parafina".	Explicação



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

Qual material a parafina irá derreter primeiro?	“Cobre. Porque o cobre é um melhor condutor”	Previsão Explicação
---	--	--------------------------------

Fonte: elaboração própria (2022)

Diante disso, verifica-se que, as SEIs apresentam uma estrutura que permite ao aluno manusear os experimentos tradicionais com uma perspectiva diferente, muitas perguntas instigam os alunos a darem explicações e a demonstrarem conhecimento sobre o assunto. O momento de tratamento de dados proposto também permite uma maior abertura para discussão e debate dos assuntos já vistos, anteriormente, ou paralelamente no curso. Portanto, considera-se como válida a forma apresentada, com perspectivas de adaptações em futuras aplicações.

Considerações Finais

Neste trabalho, buscou-se analisar a existências de indicadores de AC em aulas de laboratório de um curso de Licenciatura em Física. Os resultados encontrados indicam alguns comportamentos. Pode-se perceber que os grupos mais participativos e curiosos possuem maior variedade de indicadores nas suas produções e atitudes em sala de aula.

Em alguns dos diários de bordo escritos pelo Grupo A, notou-se que a preocupação em detalhar os procedimentos (medidas, cálculos, ações) de forma clara e organizada, por diferentes integrantes do grupo. Observou-se também que quando os alunos possuíam algum conhecimento prévio sobre os assuntos, estes alunos, tinham maior facilidade que os demais no desenvolvimento das atividades, seja na realização de cálculos, seja explicando fisicamente o conteúdo para os seus colegas. Com relação ao campo atitudinal, de fato, houve um trabalho mútuo, que expandia o conhecimento dos integrantes do grupo, principalmente em decorrência da necessidade de ajudar ao seu grupo e a outros grupos que apresentavam dificuldades.

Em relação aos indicadores de AC, pode-se evidenciar que a prática de atividades investigativas potencializou o seu aparecimento, principalmente no grupo A. O grupo B apresentou o segundo maior quantitativo de indicadores, com momentos de diálogo com a professora, indicando que estavam se acostumando a ter maior autonomia nas atividades e comunicar dúvidas persistentes.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Pará e a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPESP) pelo apoio logístico e financeiro. À profa. Dra. Fátima Magno (*in memoriam*) pela sua trajetória profissional construída ao longo de 40 anos de dedicação à Faculdade de Física.

Referências

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

CHASSOT, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Bras. Educ. [online]**. 2003, n.22, p.89-100.



Encontros Integrados em Física e seu Ensino 2022

II Encontro do MNPEF (En-MNPEF)
VIII Escola Brasileira de Ensino de Física (EBEF)
XI Escola de Física Roberto A. Salmeron (EFRAS)

Universidade de Brasília
Instituto de Física
12 a 16 de dezembro de 2022

100 anos de Darcy Ribeiro

CAPECCHI, M. C. V. M. **Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação nas aulas de Física**. 2004. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, SP.

MOREIRA, M. A. (2003). **Pesquisa em Ensino**: aspectos metodológicos. Universidad de Burgos. Departamento de Didácticas Específicas. Texto de Apoyo nº 19. Burgos, Espanha.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.