

O USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE POLÍMEROS: PROPOSTAS PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Alterly Mikael Monte Rezende¹
Glaydson Francisco Barros de Oliveira²
Sanderlir Silva Dias³

RESUMO

A partir da percepção do grande volume de plásticos descartados dentro do ambiente escolar, principalmente no período de recreação ou pausas de aulas, e conseqüentemente dos questionamentos feitos aos estudantes sobre a problemática plásticos e polímeros. Notou-se a necessidade da inserção dessa temática em aulas de química tanto no nível fundamental quanto no médio. Fato que motivou a construção do presente trabalho, cujo objetivo geral é investigar como a temática polímeros pode ser inserida em aulas de química do ensino fundamental e médio a partir de atividades experimentais visando facilitar a construção de uma aprendizagem significativa. A pesquisa foi aplicada a alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências, e a alunos da 3ª série do Ensino médio na disciplina de Química, em uma escola da rede pública (Escola A) e uma escola da rede privada de ensino (Escola B), totalizando um público de 109 alunos, ambas localizadas na cidade de Pau dos Ferros/RN. A metodologia aplicada possui um caráter experimental, pois os alunos desenvolveram quatro atividades práticas, produzindo materiais poliméricos biodegradáveis termoplásticos e termorrígidos, confeccionaram uma representação da molécula do Politereftalato de Etileno (PET) e comprovaram o poder de absorção dos polímeros. Apesar do uso de metodologias já conhecidas e aplicadas por outros pesquisadores, também foi proposta uma atividade de experimentação que é a construção da molécula PET utilizando garrafas PET. Todos motivados pela escassez na abordagem sobre a temática em livros didáticos e nas questões do exame nacional do ensino médio. A partir da aplicação de questionários no início e após a aplicação do método, realizando também uma avaliação final solicitando a construção de mapas conceituais, pôde-se constatar que os alunos conseguiram desenvolver sua capacidade de argumentação sobre a temática e demonstraram maior grau de relevância nas associações realizadas. Comprovou-se por meio do aumento percentual nas respostas corretas a eficiência do método, mostrando-se também que independentemente do nível de ensino e da realidade socioeconômica dos alunos pode ser utilizado para a construção de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Química. Experimentação. Polímeros.

¹ Licenciado em Química pelo IFRN. Mestre em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/UERN, Brasil. BR 405, KM 3, Arizona, 59900-000, Pau dos Ferros/RN. E-mail: alterly@hotmail.com. ORCID: orcid.org/0000-0003-4976-6798.

² Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará, Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGE), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte/UERN, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, RN, Brasil. BR 405, KM 3, Arizona, 59900-000, Pau dos Ferros/RN, Professor Adjunto 4 da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Brasil. Rodovia BR-226, s/n, 59900-000, Pau dos Ferros/RN. E-mail: glaydson.barros@ufersa.edu.br. ORCID: orcid.org/0000-0001-6465-5637.

³ Doutora em Química com área de concentração em Físico-Química pela Universidade Federal do Ceará (2011). Professora de Físico-Química na Universidade Federal do Ceará e de disciplinas de Química Geral e seus laboratórios na Universidade Federal Rural do Semi-Árido. sanderlir.dias@ufersa.edu.br.

ABSTRACT

From the perception of the large volume of plastics discarded within the school environment, mainly during the period of recreation or between classes, and consequently of the questionings made to students about the problematic plastics and polymers. It was noted the need to insert this topic in chemistry class at both the fundamental and the middle level. This fact motivated the construction of the present work, whose general objective is to investigate how the thematic polymers can be inserted in chemistry class of primary and secondary education from experimental activities in order to facilitate the construction of a meaningful learning. The research was applied to students of the 9th Year of Elementary Education, in the discipline of Sciences, and to the students of the 3rd grade of the High School in the discipline of Chemistry, in a school of the public network (School A) and a school of the private network (School B), totalizing an audience of 109 students, both located in the city of Pau dos Ferros / RN. The applied methodology has an experimental character, since the students developed four practical activities, producing thermoplastic and thermoplastic biodegradable polymer materials, made a representation of the polyethylene terephthalate (PET) molecule and proved the absorption power of the polymers. Despite the use of methodologies already known and applied by other researchers, it was also proposed an experimental activity that is the construction of the PET molecule using PET bottles. All of them motivated by the scarcity of the approach to the subject in textbooks and national high school exam questions. From the application of questionnaires at the beginning and after the application of the method, also making a final evaluation requesting the construction of conceptual maps, it was verified that the students were able to develop their capacity of argumentation on the theme and demonstration of a greater degree of relevance in the associations. It was verified by means of the percentage increase in the correct answers the efficiency of the method, showing also that independently of the level of education and the socioeconomic reality of the students can be used to construct a meaningful learning.

Keywords: Chemistry teaching. Experimentation. Polymers.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Química representa uma prática que existe na sociedade há bastante tempo e vem ganhando novas dimensões didático-pedagógicas que, dentro do processo de ensino/aprendizagem, pode conduzir o educando a aprender através de situações cotidianas. Sendo assim, compreendemos que suas aplicações são importantes não somente para o contexto de sala de aula, mas também são indispensáveis para a vida.

Percebe-se que muitos estudantes da educação básica apresentam dificuldades em aprender conteúdos de Química. Por esta razão, profissionais da educação têm demonstrado preocupações, em tornar os conteúdos mais acessíveis, especialmente os que estão inseridos dentro do currículo desta disciplina.

Assim, corroborando com estes apontamentos, justificamos a ideia de realizar esta pesquisa, partindo da premissa de que o plástico é um dos materiais mais encontrados nos aterros sanitários e, que ajuda a potencializar as problemáticas ambientais por durarem séculos para serem decompostos, passamos na condição de professor pesquisador a observar o fato de que a quantidade de plástico que é utilizado e rapidamente descartado por dia tanto pelos alunos quanto pelos funcionários das escolas alvo da pesquisa, não poderiam ser ignorada. Por isso, fomos impulsionados a escolher o tema plástico/polímeros.

A partir dessas observações foram realizados alguns questionamentos como: vocês sabem a matéria-prima dos plásticos? Qual o tempo de decomposição na natureza? Como são produzidos?

Na escola, de acordo com Currículo Básico Comum CBC (2008), o aprendizado de Química pelos alunos do Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações recebidas e tomar decisões coerentes. O aluno deve ser capaz de entender os processos químicos e a construção de um conhecimento científico em sintonia com as aplicações tecnológicas e suas implicações na sociedade. Mas, a abordagem de Química na escola ainda segue o modelo essencialmente tradicional, utilizando apenas o quadro e o pincel, ocorrendo principalmente por meio da transmissão de informações para que o estudante as memorize e assim adquira o “conhecimento acumulado”. Além disso, são priorizadas informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e professores (NASCIMENTO, 2015). Neste sentido cabe ao professor contextualizar suas aulas realizando associações dos conhecimentos científicos com os existentes no cognitivo dos discentes. Dessa forma, a experimentação surge como uma alternativa que possa aproximar e conectar essas conhecimentos de maneira construtiva.

A experimentação pode ter um caráter indutivo ou dedutivo. No primeiro (indutivo), o aluno pode controlar variáveis e descobrir ou redescobrir relações funcionais entre elas. Porém é no caráter dedutivo que eles têm a oportunidade de testar o que é dito na teoria (ZIMMERMANN, 1993). A utilização de métodos diversificados com aulas práticas bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em química, como a inclusão de demonstrações feitas pelo professor e experimentos realizados pelo próprio aluno buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, cuja interpretação leve a elaboração de conceitos, sendo importantes na formação de ligações entre as

concepções prévias e os conceitos científicos, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar suas ideias iniciais ou então reestruturá-las.

Nesta perspectiva, muitos trabalhos reportados na literatura sugerem o uso de estratégias pedagógicas relacionadas com a Teoria da Aprendizagem de Ausubel (NOVAK, 1984). A principal estratégia proposta por Ausubel para manipular a estrutura cognitiva do aprendiz e facilitar ou criar condições para a aprendizagem é o uso de organizadores prévios, cuja principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender (MOREIRA, 1999). Como também trarham Costa, Schuhmacher e Schuhmacher (2016) ao obterem resultados que evidenciaram assimilação dos conceitos básicos de tópicos de uma disciplina, especificamente Física em sua estrutura cognitiva. Logo, os desafios contemporâneos que se colocam ao ensino dessa temática indicam a incorporação de outras variáveis, como a chamada “sustentabilidade ambiental”, de modo a orientar todas as suas práticas sociais, econômicas e políticas. E isso inclui as práticas químicas e pedagógicas, ligadas principalmente à formação teórica e prática de seus profissionais, também em processos de sua difusão em ambientes escolares, o que contribui para a Química (GAIE, 2002). Nesse contexto, o presente trabalho parte da seguinte questão norteadora: quais atividades didáticas podem ser desenvolvidos juntamente com professores de química em seus planejamentos, que proporcionem a abordagem nas aulas, de forma contextualizada e socioambiental da temática dos Polímeros?

Para isso o trabalho apresenta como objetivo geral: Investigar como a inserção da temática polímeros em aulas de química do ensino fundamental e médio por atividades experimentais facilita a construção de uma aprendizagem significativa.

Com relação à classificação da pesquisa é conveniente enquadrá-la como qualitativa. Conforme Gerhardt e Silveira (2009, p.32), “a pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

2 METODOLOGIA

Segundo Barreto e Honorato (1998) a metodologia pode ser compreendida como uma sequência detalhada de métodos e técnicas científicas a serem executadas com a finalidade de se atingir os objetivos delineados.

Quanto aos procedimentos técnicos foram utilizadas configurações da pesquisa-ação ao qual proporciona uma estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo onde os pesquisadores e participantes são figuras representativas da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLENT, 2009).

A pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa envolvendo dados para a análise de conteúdo, bem como de acordo com a interação do pesquisador com o objeto de estudo, destacando mais o processo que os resultados propriamente ditos. A metodologia possui um caráter experimental, pois os alunos participaram das atividades aqui propostas de cunho experimental. E quanto aos instrumentos de pesquisa foram utilizados questionários com questões subjetivas e associativas.

A pesquisa foi aplicada a 54 alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências, e a 55 alunos da 3ª série do Ensino Médio na disciplina de Química, em uma escola da rede pública (Escola A) e uma escola da rede privada de ensino (Escola B), ambas localizadas em Pau dos Ferros, cidade pertencente a região do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte (RN). O público alvo da pesquisa foi motivado devido aos alunos do 9º ano estarem neste momento, passando a conhecer a disciplina de química, enquanto os da 3ª série serem possíveis egressos deste nível de ensino. Desta forma podemos discutir se o assunto polímero pode ser perfeitamente abordados com alunos que nunca estudaram química ou com alunos mais experientes prestes à prestarem ENEM.

Neste sentido pode-se estabelecer as etapas de aplicação que ocorreram para o desenvolvimento e conclusão da pesquisa na seguinte sequência:

- 1º. Investigação da temática em Livros e Questões do ENEM;
- 2º. Participação nos planejamentos dos docentes para discussão da introdução do assunto a ser abordado e seleção das propostas experimentais;
- 3º. Levantamento das concepções prévias sobre os conhecimentos de Polímeros;
- 4º. Seleção dos vídeos sobre a temática polímeros e o meio ambiente;
- 5º. Aplicação das atividades experimentais 1 e 2 (Parte 1) para produção de um Polímero termoplástico e outro termorrígido;
- 6º. Aplicação das atividades experimentais 3 e 4 (Parte 2) para confecção da representação da molécula do PET e verificação da propriedade de absorção do Polímero PAS;
- 7º. Aplicação do questionário pós método;
- 8º. Aplicação da avaliação final.

Em relação as questões do ENEM é importante destacar que foi realizado um levantamento da quantidade de questões do exame que relacionavam as temáticas sobre polímeros, plásticos e biodegradação nos últimos anos, ou seja, de 2009 até o exame de 2017, elencados na Tabela 1.

Tabela 1 - Levantamento do quantitativo de questões do ENEM sobre a temática.

ENEM/ANO	Temática/Abordagem			Quantidade
	Plásticos	Polímeros	Biodegradação	
2009	Não	Não	Não	0
2010	Não	Não	Não	0
2011	Não	Não	Não	0
2012	Não	Sim	Não	1
2013	Sim	Sim	Não	3
2014	Sim	Sim	Sim	1
2015	Sim	Sim	Sim	3
2016	Sim	Não	Sim	1
2017	Não	Não	Não	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Com todo este levantamento realizado, iniciou-se as participações nos planejamentos escolares dos professores, realizando dois encontros, no qual foram sugeridas as propostas de intervenções para abordagem do assunto em sala de aula do conteúdo “Polímeros” utilizando a experimentação.

Foram aplicados questionários para verificação das concepções prévias dos discentes a respeito da temática polímeros. O quantitativo de alunos respondentes está representado na Tabela 2, bem como a porcentagem de participação nesta etapa inicial.

Tabela 2 – Número de alunos pesquisados inicialmente.

Turmas		Respondentes	Matriculados	% Participação
Escola A	9º Ano	10 alunos	17 alunos	59%
	3ª Série	31 alunos	38 alunos	81%
Escola B	9º Ano	41 alunos	42 alunos	98%
	3ª Série	27 alunos	27 alunos	100%
Total		109 alunos	124 alunos	88%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Junto ao questionário inicial foi solicitado aos alunos a visualização de 4 vídeos de no máximo 46 min, pré-selecionados pelo pesquisador na internet para os discentes construírem

algumas ideias sobre a temática dos Polímeros e a relação com o Meio Ambiente. No momento da solicitação foram realizadas discussões sobre polímeros, destacando a importância de sua reciclagem para o meio ambiente e a obtenção de produtos com natureza biodegradável.

As quatro atividades experimentais realizadas consistiam em: 2 (duas) com propostas de produção de materiais biodegradáveis sendo um termoplástico e o outro termorrígido (Parte1) dividida em dois momentos, um voltado para extração do amido encontrado na batata, e o segundo momento, na produção da caseína retirada do leite; 1 destacando a fórmula estrutural do polímero PET e a atividade prática da Parte 2 foi realizada o experimento 3, no qual os alunos construíram uma representação de uma molécula PET usando PET e o experimento 4 no qual foi verificado a propriedade física de absorção do polímero Poliacrilato de sódio (PAS). Todas contendo roteiros de prática, no qual destacou-se a parte teórica do experimentos e os procedimentos a serem seguidos para produção dos materiais desejados, realizadas em grupo.

3 RESULTADOS

O questionário inicial foi constituído por questões subjetivas e questões associativas. As Tabelas 3 e 4 apresentam o número de respostas apresentadas, respectivamente pelos alunos do 9º ano do fundamental II e pelos alunos do 3º ano do ensino médio.

Tabela 3 – Comparativo entre Pré e Pós teste dos 9º Anos das Escolas A e B.

Questões	Parâmetros	9º Ano Escola A		9º Ano Escola B	
		Pré teste	Pós teste	Pré teste	Pós teste
1. O que você entende sobre os Plásticos?	<i>Pré teste:</i> Demora a decomposição.	10%	31%	2%	31%
	<i>Pós teste:</i> Itens da natureza, moldáveis e resistentes.				
	Reciclagem e reutilização	40%	25%	37%	31%
	Presentes nos materiais	40%	37%	53%	34%
	Nada	10%	7%	7%	4%
2. Você já ouviu falar sobre “Polímeros”?	SIM	40%	94%	15%	84%
	NÃO	60%	6%	85%	16%
3. Na sua concepção, existe relação entre os Plásticos e os Polímeros?	SIM	60%	100%	54%	92%
	NÃO	40%	0%	46%	8%

4. Qual a importância da reciclagem dos plásticos para o meio ambiente?	Diminuir a poluição	80%	31%	54%	31%
	Tempo de decomposição	20%	25%	44%	42%
	<i>Pré teste:</i> Não sei. <i>Pós teste:</i> Meio ambiente e reciclagem.	0%	44%	2%	27%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Da Tabela 3, quanto à análise do pré-teste destacamos que o número de discentes que citaram o parâmetro da questão 1 “presentes nos materiais”, atingiram a maior porcentagem das respostas. Neste sentido percebe-se que os alunos fizeram relações com os tipos de materiais que estes utilizam diariamente mas, mesmo com essa utilização, os mesmos não conseguiram apresentar respostas consideradas relevantes e ao mesmo tempo com um grau maior de conhecimento científico para o questionamento. Uma das menores quantidade de respostas apresentadas foi em relação ao parâmetro “Demora para decomposição”, o que ficou em torno de 12% das argumentações, colocando a temática da pesquisa com maior importância, já que visa o desenvolvimento da preservação ambiental nos discentes. Por sua vez, resolveu-se escolher as respostas de 2 alunos da 3ª série do ensino médio da escola A, estes descreveram em suas respostas as propriedades físicas desses materiais como por exemplo a capacidade de ser aquecidos e conseqüente moldados, possuem alta resistência o que implica na dificuldade de quebrá-los. As respostas apresentadas pelos Alunos 1 e 2 estão destacadas abaixo:

Aluno 1 (Escola A/3ª S): “São materiais flexíveis ou mais rígidos podem ser pesados ou leves”.

Aluno 2 (Escola A/3ª S): “É um tipo de material que é mais resistente e são produzidos em alta temperatura como garrafas PET”.

Percebe-se nos argumentos dos discentes, conhecimentos iniciais ou até mesmo as ideias prévias citadas por Ausubel (1980), conhecimentos estes que poderão sofrer modificação ou relações com o novo. Quando os discentes falam das propriedades físicas dos plásticos afirmando possuírem flexibilidade ou rigidez, estão utilizando suas ideias para construção de significados. Uma vez que existem os termoplásticos quando aquecidos podem ser moldados e existem os termorrígidos que após serem produzidos não são moldáveis, adquirindo alta resistência e rigidez. Neste momento evidencia-se que os alunos apresentaram suas ideias iniciais sobre estes materiais mas não diferenciaram ou apresentaram alguma relação ambiental.

Com relação a turma do 9º Ano da Escola B destacamos algumas respostas dos alunos com respeito às mesmas propriedades físicas desses materiais, igual ao ocorrido com alunos da série final do ensino básico mas sendo estes de outra escola e principalmente de outra realidade. Nesta turma as respostas de 2 alunos estão representadas a seguir.

Aluno 3 (Escola B/9º A): “São materiais feitos a partir do petróleo, como por exemplo garrafas PET”.

Aluno 4 (Escola B/9º A): “São materiais que podem ser reciclados e são originados do petróleo”.

Os alunos 3 e 4 da Escola B do 9º ano apresentaram respostas mais relevantes dentro de um contexto científico, pois ao afirmarem que os plásticos são derivados do petróleo, estão de acordo como afirma os autores Usberco e Salvador (2002), colocando o petróleo como matéria-prima dos plásticos, sendo a nafta, um derivado do petróleo bruto que destina-se ao processo de produção deste material. Neste sentido, é importante destacar que nem todos os plásticos são produzidos utilizando a matéria-prima do petróleo, existem alguns que são considerados naturais e ainda existem os considerados biodegradáveis.

Tabela 4 – Comparativo entre Pré e Pós teste dos 3º Anos das Escolas A e B.

Questões	Parâmetros	3ª Série Escola A		3ª Série Escola B	
		Pré teste	Pós teste	Pré teste	Pós teste
1. O que você entende sobre os Plásticos?	<i>Pré teste:</i> Demora a decomposição. <i>Pós teste:</i> Itens da natureza, moldáveis e resistentes.	11%	32%	31%	46%
	Reciclagem e reutilização	22%	16%	6%	29%
	Presentes nos materiais	48%	39%	57%	25%
	Nada	19%	13%	6%	0%
2. Você já ouviu falar sobre “Polímeros”?	SIM	58%	87%	92%	96%
	NÃO	42%	13%	8%	4%
3. Na sua concepção, existe relação entre os Plásticos e os Polímeros?	SIM	80%	97%	68%	100%
	NÃO	20%	3%	32%	0%
4. Qual a importância da reciclagem dos plásticos para o meio ambiente?	Diminuir a poluição	71%	26%	44%	25%
	Tempo de decomposição	26%	19%	56%	67%
	<i>Pré teste:</i> Não sei. <i>Pós teste:</i> Meio ambiente e reciclagem.	3%	55%	0%	8%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Em relação a 3ª série da Escola B foram escolhidos 11 alunos que apresentaram respostas com uma clareza de ideias mais relevantes, no qual foram divididos de acordo com o sentido de seus argumentos como: 5 responderam que os plásticos são compostos derivado do petróleo; 3 citaram a

resistência e a rigidez desses materiais; e 3 descreveram que os plásticos são polímeros. As respostas dos 3 últimos alunos citados estão colocadas abaixo sendo colocadas respectivamente como aluno 5, 6 e 7 da Escola B da 3ª série.

Aluno 5 (Escola B/3ª S): “Plásticos são polímeros, poli que significa muitos e meros que significa partes. Ex: sacolas, garrafas PET e etc”.

Aluno 6 (Escola B/3ª S): “É também chamados de polímeros e sua matéria-prima é o petróleo”.

Aluno 7 (Escola B/3ª S): “São polímeros que são muito utilizados na indústria para compor nossos materiais e seu descarte de forma incorreta acaba por prejudicar o meio ambiente. PET é um exemplo”.

Nota-se neste momento que o número de alunos que apresentou em seu cognitivo a ideia dos plásticos são considerados polímeros foi de aproximadamente 3%, um número pequeno em relação ao quantitativo de alunos participantes da pesquisa. Outro fator relevante da primeira questão foi o fato de 8% dos alunos afirmarem que não sabem de nada em relação aos plásticos, sendo que com a realização das atividades da pesquisa essa porcentagem deve diminuir ou até mesmo chegar a zero, colocando todos os discentes pesquisados para apresentar algum conhecimento em relação a temática.

Quando analisamos o pós-teste para esta mesma questão percebe-se que os alunos não destacaram os plásticos como produtos presentes nos materiais em maior porcentagem pois, passaram a apresentar argumentos sobre a produção deste material a partir de itens da natureza, a importância da reciclagem e ainda a capacidade de serem moldados e possuírem alta resistência. Um fato positivo foi referente as respostas relacionadas a produção dos plásticos a partir de materiais da natureza, podendo ser moldados e resistentes, chegando a 35% das respostas. Os alunos substituíram a ideia inicial dos plásticos serem apenas materiais de difícil decomposição, por respostas de um caráter mais relevante pois destacaram a matéria-prima para produção desses materiais poliméricos e principalmente suas propriedades físicas e mecânicas.

Com essa alteração no número de argumentações, nota-se um desenvolvimento das respostas apresentadas no questionário quando comparado ao realizado na etapa inicial e ao mesmo tempo que os alunos conseguiram desenvolver uma maior clareza de suas ideias novas comparadas a suas já existentes. Pode-se afirmar que nesta situação houve uma **aprendizagem significativa subordinada** do tipo **diretiva**, ou seja, existiu a relação do novo conhecimento com a estrutura cognitiva do aprendiz de modo que este conseguiu interpretar aquilo que lhe foi colocado com algum conceito já existente.

Destaca-se ainda que 5% dos alunos afirmaram que nada sabiam sobre os plásticos mesmo com toda a abordagem realizada durante a pesquisa. O fato que explica esse número

foi que a aplicação do questionário pós método tiveram alunos que não participaram do início ou até durante toda a pesquisa.

Quanto a análise das respostas apresentadas para a segunda questão no pré-teste, apesar da existência de uma relação direta de polímeros com os plásticos, muitos alunos não conseguiram ou simplesmente não sabiam relacioná-los. Isso foi comprovado uma vez em que alguns alunos entraram em contradição afirmando que entendem sobre os plásticos mas que nunca ouviram falar sobre polímeros. Com os resultados para esta alternativa notou-se que as turmas do 9º ano das duas escolas A e B, apresentaram números menores sobre o conhecimento de polímeros. Fato este que pode ser justificado devido a própria organização dos livros didáticos de química tanto para o ensino médio quanto para o fundamental II, não existindo como tópico bem definido sobre a temática dos polímeros, principalmente no nível fundamental. Então neste caso, cabe ao professor abordá-lo em situações que envolvem a sustentabilidade ambiental ou até mesmo em reações químicas, conteúdos que estão presentes nos dois níveis de ensino. Destaca-se também a porcentagem de alunos que não ouviram falar sobre polímeros na turma do 9º ano da Escola B, com 85% dos alunos, um número expressivo diante da quantidade de materiais que utilizam essas macromoléculas em suas composições, tanto de origem natural ou artificial.

Em relação a 3ª série das escolas A e B foi verificado que as duas turmas afirmaram possuir alguma relação com a temática, em maior quantidade. Destaca-se que os alunos da série final do ensino médio já deviam ter trabalhados ou visto em algum momento das aulas de química ou em seus estudos extra sala sobre a temática em questão, sendo que a mesma é colocada nos livros didáticos como conteúdo que deverá ser abordado neste nível. A maior porcentagem de conhecimento sobre Polímeros entre as turmas pesquisadas, foi da turma da 3ª série da Escola B, no qual 92% dos alunos afirmaram ter visto falar sobre polímeros.

A análise do pós-teste mostra uma diminuição significativa do número de alunos que responderam “NÃO”, no qual inicialmente foi de 57% alunos e neste momento ficou em apenas 11% nas duas escolas pesquisadas. Com isso, pode-se afirmar que 89% dos alunos passaram a reconhecer o termo polímeros e estes foram capazes de realizar tal associação. Neste ponto pode-se observar que ocorreu uma **aprendizagem significativa superordenada** no qual os alunos conseguiram assimilar o conceito de Polímeros com o potencial mais significativo e percebe-se que este conceito passa para seu cognitivo e tornaram seus pensamentos pré existentes subordinados a este novo conceito. É importante destacar que o aumento mais expressivo ocorreu na turma do 9º Ano da Escola B, no qual inicialmente

apenas 14% dos alunos indicaram que já ouviram falar de polímeros, passando para 78% dos alunos após aplicação da pesquisa.

Quanto a terceira questão no pré-teste notamos que os alunos dos 9º anos tanto da Escola A quanto da Escola B afirmaram que existe relação entre plásticos e polímeros mas entraram em contradição com suas respostas. Os alunos desse nível afirmaram que nunca ouviram falar sobre polímeros e questiona-se: como nunca ouviu falar sobre polímeros e acha que o mesmo tem relação com os plásticos? Para esta situação é observado que os alunos apontaram a existência dessa relação em virtude de suas percepções iniciais, como: alguma informação obtida no seu meio social ou familiar, a proposta da pesquisa apresenta este termo no seu título, as perguntas são sequenciais, ou seja, como apareceu o termo polímeros e na sequência plásticos, então seguindo suas concepções devem existir relações entre esses termos.

A turma que apresentou maior divergência entre os valores foi o 9º ano da Escola B quando 54% dos alunos afirmaram a existência da relação entre plásticos e polímeros mas, na questão anterior, 85% alunos apontaram que nunca ouviram falar dos polímeros. Com a porcentagem de quase 68% dos alunos do público geral afirmando que existe relação entre os plásticos e polímeros adotou-se esta informação como um conhecimento prévio em relação ao assunto mesmo que por sua vez seja uma ideia com pouco grau de relevância ou contextualizada pelos discentes. Sendo que esta relação não foi caracterizada por eles em nenhum momento da aplicação inicial.

No pós-teste percebe-se mais uma vez um aumento significativo no número de associações corretas para esta mesma questão, mostrando que os alunos passaram a apresentar maior grau de relevância para esta associação. Também nota-se uma evolução nas respostas dos discentes quando perguntado inicialmente sobre a relação entre os plásticos e polímeros, visto que nota-se que nas quatro turmas, apenas 4% dos alunos afirmaram que não existe relação, sendo que todos os demais, 96%, afirmaram que existe essa relação. Percebe-se que nesta questão ocorreu uma **aprendizagem significativa subordinada** do tipo **correlativa** pois, os alunos criaram relação do novo conhecimento com a sua estrutura cognitiva de um modo que ocorreu uma extensão conceitual de algo que o discente já tinha aprendido.

As respostas apresentadas para a questão 4 foram selecionadas e ao mesmo tempo distribuídas em grupos por meio da comparação, interpretação e igualdade das respostas dos discentes. Embora as respostas aparentem pouca clareza de ideias e complexidade, ao mesmo tempo são consideradas positivas devido à preocupação apresentada pelos alunos no que diz

respeito a reciclagem desses materiais para o meio ambiente. Com os resultados para esta pergunta percebeu-se que das 4 turmas aplicadas, 3 afirmaram em sua maioria que a reciclagem dos plásticos serviria principalmente para diminuir a poluição do meio ambiente. Com esta análise, colocou-se suas respostas como importantes e adequadas, uma vez em os plásticos além de apresentarem uma poluição visual nos lixões das cidades, também provocam diversos tipos de poluição quando descartados de maneira inadequada como: entupimentos de bueiros, problemas digestivos nos animais, influencia na qualidade do solo quando soterrado de maneira incorreta, etc. E ainda em relação ao gráfico 6, nota-se que aproximadamente 2% dos alunos do público geral, afirmaram que não sabem qual seria a importância da reciclagem dos plásticos para o ambiente.

A única turma que descreveu o tempo de degradação desses materiais como fator que mais prejudica o meio ambiente do que a diminuição da poluição do ambiente foi a 3ª série da Escola B. A seguir são destacados dois relatos escolhidos de um aluno da 3ª série da Escola A e um aluno da 3ª série da Escola B.

Aluno 8 (Escola A/3ª S): “O plástico tem uma dificuldade em se decompor rápido, por isso sendo reaproveitado evita que ele contamine o ambiente”.

Aluno 9 (Escola B/3ª S): “O plástico pode demorar muito para se decompor, logo é necessário a reciclagem para impedir contaminação do ambiente”.

Nas afirmações nota-se a preocupação com o tempo de decomposição na natureza, em virtude dessa dificuldade de degradação natural desses materiais. Dificuldade que poderá ser diminuída a partir do momento em que os alunos passarem a compreender que com a produção de materiais biodegradáveis mesmo descartados na natureza não irão prejudicar o meio ambiente, devido ao seu tempo de decomposição ser menor quando comparado aos plásticos derivados do petróleo. Outra fato curioso e controverso desta pergunta 4 foi em relação a quantidade de alunos que se mostraram preocupados com o tempo de decomposição desses materiais no meio ambiente, chegando a 39% mas, que ao mesmo tempo na primeira pergunta sobre o que entendiam sobre os plásticos apenas 9% afirmaram a demora na decomposição. O que nota-se um certo grau de inconsistência em suas argumentações, ou seja, falta um melhor direcionamento de seus conhecimentos para uma melhor estruturação de suas ideias.

No pós-teste ocorreu uma diminuição do número de alunos que relacionaram a reciclagem dos plásticos como único fator que diminuísse a poluição do meio ambiente. As respostas colocadas na etapa inicial não possuíam contextualizações mais profundas referentes a problemática, por sua vez, no pós método incluiu-se outra categoria “meio

ambiente e a reciclagem”, no qual um número significativo de alunos responderam utilizando esses argumentos e quanto as respostas referentes ao tempo de decomposição nota-se também uma relevância adotada pelos discentes da Escola B. Neste ponto, percebe-se que os alunos passaram a construir significados mais expressivos sobre os plásticos e polímeros, e essa construção de significados mais concretos influencia diretamente na aprendizagem com significados (TAVARES, 2004). Os alunos ainda demonstraram-se preocupados mais precisamente com o tempo de decomposição dos plásticos, em virtude da associação dos materiais utilizadas na atividade prática 3. Os alunos visualizaram a importância da retirada de uma quantidade expressiva de garrafas plásticas do meio ambiente e ao mesmo tempo notaram a aplicabilidade da proposta de atividade experimental que pode ser realizada em sala pelo professor utilizando materiais de fácil acesso.

Para questão 5, foi disponibilizado aos alunos a definição do que seria um plástico considerado Termoplásticos ou Termorrígidos para que identificassem qual o tipo de material plástico indicado na alternativas de acordo com esta propriedade física. Os materiais eram: botões, capacete, garrafas PET, telefone fixo, canos PVC, cabos de painelas, isopor e sacola respectivamente. Os alunos deveriam identificar com o número 1 os materiais considerados Termoplásticos e com o número 2, os materiais considerados Termorrígidos. A Tabela 5 apresenta o quantitativo das respostas colocadas pelos alunos das duas Escolas A e B, e os números destacados em negrito é a correta associação que deveriam ter realizado.

Tabela 5 – Respostas apresentadas pelos alunos para questão 5.

Material	Termoplásticos (1)		Termorrígidos (2)		Quantidade
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	
<i>Botões</i>	67	40	42	69	109 alunos
<i>Capacete</i>	22	17	87	92	
<i>Garrafas PET</i>	88	92	21	17	
<i>Telefone fixo</i>	19	16	90	93	
<i>Canos PVC</i>	73	67	36	42	
<i>Cabos de painela</i>	38	31	71	78	
<i>Sacola</i>	72	85	37	24	
Total	434	396	438	476	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Percebe-se que o único material que apresentou um número de respostas incorretas maiores do que as corretas foram os botões, no qual 67 dos 109 respondentes, cerca de 38%, consideraram estes materiais um termoplásticos sendo que este apresenta um caráter de ser considerado rígido. Ocorreu um equilíbrio entre os materiais “sacola, cabos de panela e canos PVC”, apresentando em média 66% das respostas corretas, e os materiais “capacete e garrafas PET” ficaram com 79,5% das respostas corretas. Nota-se que no pós-método o resultado melhorou destacando o “telefone fixo” que houve uma melhora nas respostas de 3%.

Para sexta e última questão, solicitava que os alunos identificassem com o “X” os materiais que consideravam biodegradáveis, sendo os materiais: batatas, leite, fraldas descartáveis, cadeira plástica, cola branca, pneus, algodão e garrafas PET. A Figura 1 apresenta o quantitativo porcentual das respostas colocadas pelos discentes das Escolas A e B, no qual verifica-se alguns erros de identificação entre os materiais que são ou não biodegradáveis.

Com a análise da Figura 1(a), observa-se que o material que apresentou maior quantidade de indicações foi a batata com 63 indicações o que corresponde a quase 16% das respostas apresentadas, fato este considerado adequado, uma vez que este material pode ser ingerido por microrganismos e com isso seu tempo de degradação torna-se menor no meio ambiente. Outro fato importante desse material ter sido colocado como biodegradável foi a sua relação com a atividade prática 1, no qual os discentes iriam realizar um experimentos utilizando o amido encontrado na batata para produzir um material termoplásticos. Já a cadeira apresentou apenas 9% das respostas, verificando-se a relação correta dos alunos, destacando que a imagem da colocada no questionário inicial era de uma cadeira plástica, produzida pelo derivado do petróleo, a nafta, e neste caso apresenta um tempo de decomposição na natureza superior a 100 anos, podendo ser considerado não biodegradável.

Dessa forma, considera-se o levantamento inicial um ponto positivo, tanto em relação ao material com maior porcentagem quanto ao material de menor, evidenciando que as concepções iniciais dos discentes se enquadram dentro da temática da pesquisa.

Após a aplicação deste questionário inicial os alunos participaram das 4 atividades práticas sobre polímeros e com isso desenvolveram produtos e principalmente seus conhecimentos sobre a temática da pesquisa.

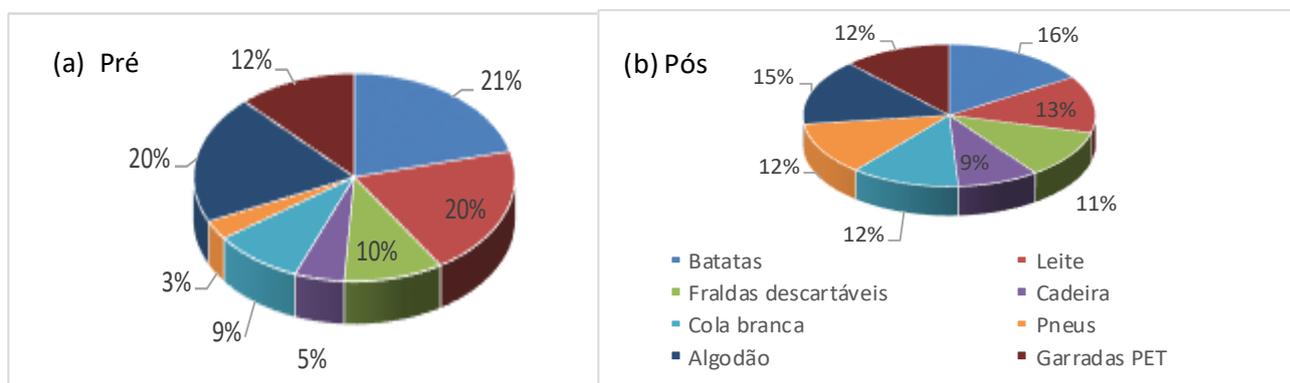
Com o número de respostas apresentadas pelos discentes para a questão 6 do questionário pós método (Figura 1(b)) pode-se verificar o aumento na compreensão do significado de biodegradação dos materiais. É importante destacar que os materiais abordados

na pesquisa como as Batatas e o Leite, foram os mais indicados pelos discentes como sendo biodegradáveis, apresentando 21% e 20% respectivamente das respostas possíveis.

Neste sentido percebe-se que os alunos construíram uma **aprendizagem significativa combinatória** pois os mesmos conseguiram relacionar suas ideias aprendidas durante a aplicação da pesquisa com o novo conceito científico, ou seja, os discentes conseguiram estabelecer um nova preposição.

Neste sentido, as indicações dos alunos estão adequadas, pois são polímeros derivados de produtos que podem ser degradado pela ação de microrganismos presentes na natureza, e em consequência o seu tempo de decomposição é menor, quando comparados com os derivados do petróleo, no qual utilizam a nafta como matéria-prima.

Figura 1 – Número de respostas apresentadas para questão 6 (a) no pré-teste e (b) no pós-método.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Destaca-se também os materiais menos indicados pelos alunos como não biodegradáveis foram a Cadeira Plástica com 5% das indicações e os Pneus com apenas 3%. Neste sentido, os alunos associaram corretamente estes materiais e mostraram a compreensão de importância desses materiais serem descartados corretamente. E justamente a este problema ambiental que causam, apresentam um tempo de degradação muito alto, o que prejudica todo o meio ambiente quando não realiza-se um destino adequado e um processo de reciclagem e reutilização desses materiais. Após a aplicação do questionário pós método foi aplicada a avaliação final com os discentes como uma forma de finalização da pesquisa.

Em relação a realização da Atividade Prática 1, no momento da aplicação os discentes mostraram-se muito participativos e realizaram todos os procedimentos solicitados no roteiro

de prática e ao mesmo tempo verificaram que alguns erros poderiam ocorrer para produzir o material desejado.

Os alunos inicialmente notaram que a quantidade de amido é muito relativa quando comparada as quantidades e o tipo das batatas utilizadas. As batatas inglesas apresentaram maior quantidade de amido ao serem trituradas mas, seu tamanho não era sinônimo de maior quantidade, uma vez que batatas menores, produziram quantidade maiores de amido, ou até mesmo o contrário, batatas maiores obtinham quantidades maiores de amido, provando ser realmente muito relativo. Outra dificuldade enfrentada pelos discentes foi em relação ao escoamento do líquido após o trituração da batata no liquidificador, que a partir do repouso o sólido branco depositado no fundo do recipiente (amido) deveria ser retirado, sendo que o líquido na parte superior ao ser escoado acabava se misturando com o sólido. Por isso, os alunos não poderiam fazer movimentos brutos com o recipiente. Com a transferência do amido para outro recipiente, a adição do vinagre, da glicerina, da água e do pigmento, os alunos notaram que o tempo de agitação também foi bem diferenciado, pois alguns grupos atingiram o ponto da mistura pastosa mais rápido que outros. Este fato deve-se a quantidade do amido adicionado ou a quantidade de água, e até mesmo a temperatura, intensidade da chama. Fatos que acabaram também interferindo no processo de secagem do material. A Figura 2 apresenta os produtos obtidos pelos discentes das duas Escolas A e B.

Figura 2 – Materiais produzidos pelos alunos do 9º Ano e 3ª Série das Escolas A e B, a partir da atividade 1



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Os produtos obtidos possuem a capacidade que os caracterizam como termoplásticos, ou seja, podem ser moldados de diversas maneiras e ainda apresentaram a propriedade de flexibilidade.

Em relação a atividade prática 2, os discentes notaram que com a adição do vinagre no leite, começam a surgir alguns grânulos brancos que se desprendem do leite, e este passar a formar uma mistura heterogênea. Os alunos perceberam também que o leite desnatado não

funcionou para o experimento, fato este que foi comprovado e que ocorreu em virtude desse tipo de leite não possuir gordura, e conseqüentemente não separou a caseína, material principal para realização da atividade prática.

Os discentes verificaram que os grânulos após filtrados, adicionados os pigmentos e transferidos para as fôrmas plásticas para secagem, apresentam dificuldade para ficar compactos nos recipientes e que o tempo de secagem é maior quando comparado a atividade prática 1. Os materiais desenvolvidos pelos discentes nesta atividade estão representados na Figura 3.

Figura 3 – Materiais produzidos pelos alunos do 9º Ano e 3ª Série das Escolas A e B, a partir da atividade 2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Estes materiais foram classificados como termorrígidos pelos discentes, uma vez que apresentaram boa rigidez após o processo de secagem total. Outra vantagem associada a rigidez foi a alta resistência apresentada por esses materiais, podendo ser tão resistentes quanto o gesso, e dessa forma substituir alguns utensílios de decoração feitos de gesso por uma resina de caseína retirada do leite.

Para a realização da segunda parte das atividades experimentais, os alunos sentiram dificuldades principalmente em três momentos referentes a esta atividade prática 3: o primeiro foi em relação a organização dos átomos de cada elemento, procurando atingir suas estabilidades e geometrias moleculares aceitáveis; o segundo momento foi a permanência das ligações entre as garrafas, no qual com o movimento de alguma parte da molécula, acarretava no desprendimento de alguma ligação, este problema foi solucionado com a fixação das ligações entre as garrafas e os palitos de madeira com fita gomada; e o terceiro foi o tamanho das garrafas PET que necessitavam de muito espaço e geravam dificuldades de organização, para solucionar os alunos acabaram cortando as garrafas ao meio e unindo a parte superior com a inferior da garrafa, deixando-as menores e ao mesmo tempo mais idênticas com uma esfera que representaria o átomo (Figura 4).

Figura 4 – Representação da molécula de PET produzidos pelos alunos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

Todos os grupos conseguiram realizar a representação da molécula do PET e que conseguiram compreender melhor a organização espacial dos átomos, principalmente os alunos do 9º ano, as possíveis geometrias do carbono e sua estabilidade eletrônica com outros elementos além do hidrogênio. Os alunos ainda notaram a existência de ligações múltiplas, simples, dupla e tripla para o elementos químicos que representavam. Ressalta-se ainda que os alunos da 3ª série apresentaram maior facilidade em organizar e montar a geometria da molécula, o que por sua vez os alunos do 9º ano sentiram um pouco de dificuldade mas que foi superada com o auxílio de imagens de algumas representações de moléculas.

Para a realização da atividade experimental 4, pertencente à parte 2 da aplicação da pesquisa, os discentes deveriam visualizar na prática a propriedade física de absorção do polímero PAS, no qual foi solicitado que montassem uma ordem crescente de absorção das diferentes soluções todos com 100 mL de água e com: no copo 1 só 100 mL de água, no copo 2 uma colher de sal, no copo 3 uma colher de açúcar e no copo 4 duas colheres de sal; todos com as mesmas quantidades de algodão contendo o polímero.

Com a realização das atividades de observações e comparações dos experimentos realizados, os alunos passaram a criar argumentos mais coerentes e apresentaram evoluções significativas em suas colocações quanto a capacidade de absorção desses materiais principalmente em relação a diferença causada em virtude do tipo de solução adicionada ao recipiente.

Para a realização de uma comparação mais detalhada em pontos característicos como o estabelecido no início da pesquisa com a aplicação do questionário 1 para verificação das concepções prévias dos alunos, o mesmo questionário foi reaplicado aos mesmos, mas em condição diferente da primeira, uma vez que estes acabaram de participar de uma série de quatro experimentos voltados a temática dos polímeros e verificaram na prática os aspectos teóricos referentes aos assuntos abordados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho visou criar uma metodologia de ensino que auxilie o professor no ensino do conteúdo polímeros, partindo da realização de aulas experimentais utilizando materiais de baixo e fácil acesso para os discentes.

A experimentação foi utilizada para comprovar como uma metodologia que influencia nos saberes dos alunos, além de estimular a observação, relacionar teoria e a prática proporciona o desenvolvimento de sua compreensão e, principalmente, manter o interesse na matéria. Sua eficácia mostrou que os objetivos propostos inicialmente foram alcançados, pois os resultados obtidos com a aplicação dos questionários e por último com a avaliação final, serviram para comprovar também o aumento do nível de compreensão sobre o assunto.

A experimentação foi utilizada para comprovar como uma técnica de ensino pode contribuir no desenvolvimento dos saberes dos discentes, podendo também estimular a observação, esclarecer a teoria e verificar sua compreensão, e principalmente motivar e manter o interesse na disciplina. Sua eficácia mostrou que os objetivos propostos inicialmente foram alcançados, pois os resultados obtidos com a aplicação dos questionários das concepções prévias quando confrontados com o questionário pós método e por último com a avaliação final, serviram para comprovar o aumento do nível de compreensão sobre o assunto dos alunos.

Esse aumento pôde ser comprovado por meio das evoluções nas taxas percentuais das respostas corretas, apresentando um maior grau de relevância e significado para os discentes. Dessa forma, os saberes antes colocados de forma descontextualizada, saberes tidos como prévios, tornaram-se mais contextualizados o que contribuiu efetivamente para o seu

desempenho e conseqüentemente a boa aceitação da metodologia aplicada tanto pelos alunos quanto pelo professor.

A partir da realização da construção da representação da molécula do PET ficou comprovado que os alunos conseguiram desenvolver suas fórmulas estruturais mesmo com níveis de ensino diferenciado, como ocorreu com as turmas dos 9º anos, que mesmo sem conhecer sobre geometria molecular, obtiveram êxitos em suas tarefas. É notado que a contextualização e interdisciplinaridade do assunto abordado em relação a sustentabilidade e ao meio ambiente facilitaram a compreensão das propriedades físicas dos polímeros como termoplásticos, termorrígidos e a absorção.

5 REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. NOVAK, J. D. HANESIAN, H. (1980). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução ao português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view. 623p.

BARRETO, Alcyrus Vieira Pinto. HONORATO, Cezar de Freitas. **Manual de sobrevivência na selva acadêmica**. Rio de Janeiro: Objeto Direto, 1998.

COSTA, L.M. C. L; SCHUHMACHER, E; SCHUHMACHER, V. R. N. **Contribuições da aprendizagem significativa na construção de uma proposta de um curso de nivelamento semipresencial de Física básica**. Acta Scientiae, v.18. n. 3, p.756-770, 2016.

GAIE, J. B. **The moral basis of green chemistry**. Green chemistry in Africa. *INCA (IT)*. n. 5, p. 11, 2002. Disponível em: <<http://ced.ufsc.br/qmc/gieq/gieq.html>>. Acesso em: jun. 2017.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Organizadoras); **Métodos de pesquisa**. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. –Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB. 1999.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. de. **O ensino de ciências no Brasil**: história, formação de professores e desafios atuais. Revista HISTEDBR. Campinas, 2015, n. 39, p. 225-249.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. **Aprender a aprender**. 1ª ed. em português. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 212p. 1984.

THIOLLENT, Michel. **Pesquisa-ação nas organizações**. Atlas, 2009.

ZIMERMAN, D. **Fundamentos Psicanalíticos**: teoria, técnica e clínica – uma abordagem didática. Porto Alegre: Artmed, 1993.