



## **Reciclagem de Resíduos Sólidos como Tema Gerador para o Estudo da Densidade de Materiais.**

**Alterly Mikael Monte Rezende<sup>1\*</sup>, Edson Alves de Lima Júnior<sup>1</sup>, Acássio Simandro Maia Pereira<sup>1</sup>, Oberto Grangeiro da Silva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Graduandos do curso de Licenciatura plena em Química do IFRN – Campus Pau dos Ferros. \*e-mail: alterly@hotmail.com

\*Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência – PIBID/CAPES

<sup>2</sup>Doutor em Ciências e Prof. do Curso de Lic. Plena em Química do IFRN – Campus Pau dos Ferros

**Resumo:** Neste artigo, apresentamos uma prática de ensino direcionada a turmas de ensino fundamental abordando o estudo da densidade dos polímeros, e como separá-los através do método de flutuação, relacionando o conteúdo com a reciclagem. Foi realizada uma oficina de ensino numa escola de ensino fundamental sobre densidade, utilizando o método de flutuação na separação de polímeros. Após a oficina foi aplicado um questionário avaliativo aos alunos para avaliar a assimilação do conteúdo e a opinião destes, quanto ao método utilizado na oficina. A maioria dos alunos respondeu as questões de maneira correta, e todos elogiaram o método de ensino utilizado na oficina.

**Palavras-chave:** densidade, reciclagem, ensino de química

### **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de mecanismos para aprendizagem é crucial quando nos deparamos com o ambiente escolar e as diversas dificuldades encontradas pelos professores no tocante ao ensino-aprendizagem. Dentre as inúmeras barreiras encaradas pelos professores, pode-se citar a falta de interesse e a dificuldade de assimilação do conhecimento por parte dos alunos. As ciências exatas e naturais, em especial a Química, por diversos motivos se tornam abstrata e impossibilita a compreensão do conteúdo abordado em sala de aula. Entretanto, se faz essencial que o professor tenha a habilidade de relacionar as diversas áreas do conhecimento, aumentando a percepção dos alunos em relação às áreas dentro da sala de aula e a relação do conhecimento com seu dia a dia.

Baseando-se nesta perspectiva as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei 9.394 de 1996), preveem que o ensino médio deve propiciar o conhecimento e consolidação deste, adquirido no ensino fundamental, e assim deve ter como objetivo a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina, mas também deve adotar metodologias de ensino e avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes. Dentre as formas de estímulo quanto à participação dos alunos na disciplina de química, com aplicação de novas metodologias, podemos melhorar o interesse dos alunos realizando um duplo caráter, teórico e prático, e é por esse motivo que se faz necessária a aplicação de práticas para a elucidação dos conceitos abstratos que abrangem todo o Ensino de Química.

Nesta perspectiva o referido trabalho demonstra uma metodologia que utiliza o tema Reciclagem de Plásticos como tema gerador para o estudo das propriedades físicas de materiais, a exemplo a densidade, em uma turma do 9º Ano do Ensino Fundamental.

Os plásticos são amplamente utilizados em vários ramos da atividade humana moderna, mas o seu descarte constitui-se em um grande problema mundial na área ambiental e de sustentabilidade, pois o seu tempo de decomposição é de mais de cem anos (sítio LIXO.COM). A reciclagem dos plásticos é necessária e ao mesmo tempo adequada, tanto do ponto de vista econômico quanto em relação ao meio ambiente, resultando em menos gastos e diminuindo o impacto ambiental provocado por este tipo de material.

Um método de reciclagem que é utilizado para separar e identificar os diferentes materiais plásticos descartados é a separação dos mesmos, empregando uma propriedade física que é a densidade. O modo como o termo densidade costuma ser apresentado nas implicações cotidianas pode vir a produzir dificuldades na compreensão científica do termo o que poderá ser caracterizado como



um obstáculo epistemológico. O termo densidade, no sentido denotativo, segundo o dicionário, “é a relação entre a massa e o volume de um corpo” (FERREIRA, 1993, p.165). Porém, quando bem empregado, o conceito de densidade é um importante auxílio à aprendizagem de outras situações de estudos como pesquisar os tipos de plásticos através do método da flutuação. Este um dos métodos mais simples e práticos de separação e identificação dos diferentes polímeros plásticos (sítio MAST).

Neste sentido o referido trabalho tem como objetivo desenvolver uma atividade didática, a ser apresentada em uma aula de ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Prof. José Pôrto de Queirós, localizada no Município de Itaú - RN, relacionando a propriedade física “Densidade” com a reciclagem dentro do ensino de química, que destaque a importância da separação de plásticos para a reciclagem e principalmente para o meio ambiente.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Seleção da Atividade Experimental

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de escolher uma atividade experimental tratando da propriedade física “densidade” e relacionando-a com a Química. Foi escolhido o artigo “A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem”, dos autores Sandra Mara M. Franchetti e José Carlos Marconato (FRANCHETTI e MARCONATO, 2003), que trata do processo de reciclagem de plásticos, através do método da flutuação, para separar plásticos de diferentes densidades. É um método simples e eficiente, utilizado na indústria da reciclagem. O método consiste na utilização de diferentes soluções, com diferentes valores de densidade, conforme apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Densidades das soluções

Solução	Densidade
1 – Etanol 52%	0,911 g/cm <sup>3</sup>
2 – Etanol 38%	0,9408 g/cm <sup>3</sup>
3 – Etanol 24%	0,9549 g/cm <sup>3</sup>
4 – CaCl <sub>2</sub> 6%	1,0505 g/cm <sup>3</sup>
5 – CaCl <sub>2</sub> 32%	1,3059 g/cm <sup>3</sup>
6 – CaCl <sub>2</sub> 40%	1,3982 g/cm <sup>3</sup>

Nessas soluções são mergulhados vários tipos de plástico, de densidade conhecida, um por vez, onde observa-se a distinção entre eles conformidade a sua capacidade de flutuar ou não nas soluções, ou seja através de sua densidade. Dessa forma é possível realizar a separação entre as frações mais leves e as mais pesadas em cada solução. Os valores teóricos das densidades dos vários materiais plásticos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Densidade dos Polímeros

Polímeros	Densidade / (g/cm <sup>3</sup> )
Poli(tereftalato de etileno) PET	1,29 – 1,40
Poli(etileno) de alta densidade – PEAD	0,952 – 0,965
Poli(cloreto de vinila) PVC (rígido)	1,30 – 1,58
Poli(cloreto de vinila) PVC (flexível)	1,16 – 1,35
Poli(etileno) de baixa densidade – PEBD	0,917 – 0,940
Polipropileno (PP)	0,900 – 0,910
Poliestireno (PS) (sólido)	1,04 – 1,05
Poliestireno (PS) (espuma)	Menor que 1,00



### 2.3. A Atividade experimental

A atividade experimental foi aplicada em uma aula de Ciências do 9º Ano do Ensino Fundamental, Turma “A”, composta por 35 alunos, da Escola Municipal Professor José Pôrto de Queirós, na cidade de Itaú-RN, sob a supervisão do Professor responsável, no dia 05/03/2012. Inicialmente ministrado uma aula onde explicou-se o conceito de densidade, como se observa maior densidade de um material em relação ao outro, com a finalidade de facilitar o entendimento do tema por parte dos alunos. Em seguida, foi abordado o conteúdo dos polímeros, como funciona a reciclagem dos plásticos, os benefícios da reciclagem dos mesmos para o meio ambiente e os símbolos que identificam os diferentes tipos de plásticos nas embalagens encontradas nos supermercados.

Após isso, foram explicados à turma os tipos de plásticos a serem utilizados na atividade prática, abordando suas características e sua utilização no cotidiano. Em um segundo momento, foi explicado como a atividade seria executada.

Durante a oficina os alunos receberam uma tabela para analisarem quais das amostras de plásticos flutuavam ou não em uma solução previamente preparadas de etanol e cloreto de cálcio,  $\text{CaCl}_2$ , nas concentrações apresentadas na Tabela 1. Como a turma foi dividida em seis grupos, cada grupo analisou um Becker contendo etanol ou  $\text{CaCl}_2$ , de diferentes concentrações.

Foram utilizados 6 béqueres de 100 mL, numerados de 1 a 6, cada um para um grupo, dividindo a turma em seis grupos. Em cada béquer foram colocados 50 mL de uma solução, medidas com proveta, em ordem crescente de densidade, de acordo com a Tabela 1. A seguir em cada béquer foi colocada uma peça de cada tipo de plástico, Tabela 3, medindo aproximadamente  $1 \text{ cm}^2$ . A solução foi agitada com bastão de vidro e após o repouso da solução foi pedido aos alunos que anotassem quais tipos de plástico flutuavam e quais deles permaneciam no fundo do béquer. Foi construída uma tabela com estes resultados.

Tabela 3: Amostras dos plásticos utilizados na prática.

Tipos de plásticos	Amostra
PET	Garrafa de água mineral
PEAD	Embalagem de amaciante
PVC	Tubo de encanamento
PEBD	Sacola plástica
PP	Embalagem de margarina
PS	Copo descartável

Os plásticos mudavam de posicionamento dentro das soluções conforme sua densidade. Os alunos anotaram o comportamento de cada tipo de plástico; se o mesmo afundava (A), flutuava na solução (F), ou permanecia no meio da solução (E). As anotações foram usadas para fazer uma tabela comparativa com as faixas de densidade de cada tipo de plástico. Em seguida, foi explicado o que a prática representa que é mostrar a importância da densidade no processo de separação de plásticos durante a reciclagem dos mesmos.

No final da atividade foi distribuído um questionário avaliativo para cada aluno, composto de quatro questões. A primeira questão o aluno deveria marcar a alternativa que apresentava os materiais que flutuariam na água com densidade  $1 \text{ g/cm}^3$ , comparando com as densidades dos materiais (Gasolina, óleo comestível, vidro pirex e mercúrio) mostrados na questão, a segunda questão o aluno deveria marcar a alternativa que a partir das densidades dos plásticos apresentadas na questão, separava-os pelo método da flutuação, essas duas questões objetivas exigiam dos alunos conhecimentos sobre densidade. A terceira questão buscava do aluno um posicionamento sobre a importância da densidade na reciclagem dos plásticos, e a quarta e última questão o aluno avaliava o método de ensino aplicado em sala de aula apresentando sua opinião. Essas questões subjetivas que exigiam tanto a compreensão da relação da densidade com a reciclagem quanto o senso crítico para analisar a forma como a atividade foi aplicada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. A atividade experimental

A atividade foi aplicada em uma turma de 9º Ano da Escola Professor José Pôrto de Queirós, na cidade de Itaú-RN, após a realização, os resultados obtidos pelos alunos são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos pelos alunos no Método da Flutuação.

Amostras	Soluções	1	2	3	4	5	6
1 – PET		A	A	A	A	A	A
2 – PEAD		A	A	F	F	F	F
3 – PVC		A	A	A	A	A	A
4 – PEBD		E	E	F	F	F	F
5 – PP		A	F	F	F	F	F
6 – PS		A	A	A	A	F	F

A: afundou; F: flutuou; E: equilíbrio (permaneceu no meio da solução).

A análise dos dados na Tabela 4 mostram que na solução 1, de menor densidade ( $d = 0,911 \text{ g/cm}^3$ ) todos os tipos de plástico afundaram (Figura 1). Logo, não é possível obter qualquer separação entre os materiais, pois suas densidades são maiores que a densidade da solução. Na solução 2 observou-se que apenas o PP flutuou, e o PEBD permaneceu em equilíbrio na metade da solução (Figura 2). Com esta solução, é possível separar o PP dos demais materiais, pois sua densidade ( $d = 0,900 - 0,910 \text{ g/cm}^3$ ) é mais baixa que a densidade da solução 2 ( $d = 0,94 \text{ g/cm}^3$ ). Na solução 3 ( $d = 0,9549 \text{ g/cm}^3$ ) flutuaram as amostras de PP, PEAD ( $d = 0,952 - 0,965 \text{ g/cm}^3$ ) e PEBD ( $d = 0,917 - 0,940 \text{ g/cm}^3$ ). Assim, na solução 3, separa-se mais dois tipos de plásticos, além daquele já separado na solução 2 (Figura 3).

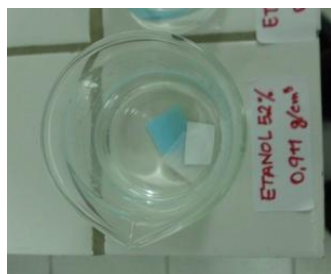


Figura 1. Solução 1.

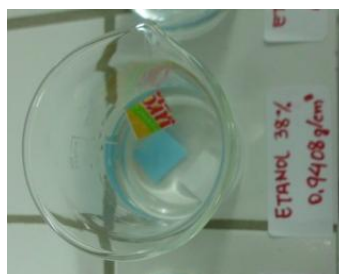


Figura 2. Solução 2.

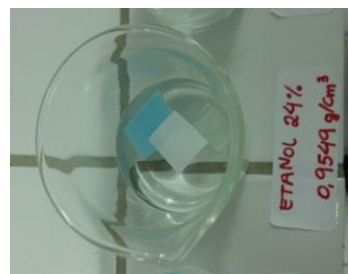


Figura 3. Solução 3.

Com a solução 4 os resultados foram iguais aos obtidos com a solução 3 (Figura 4). Na solução 5 ( $d = 1,0505 \text{ g/cm}^3$ ) flutuaram os materiais que já tinham flutuado na solução 3 e o PS ( $d = 1,04 - 1,05 \text{ g/cm}^3$ ). Logo, o PS pode ser separado dos demais materiais com esta solução (Figura 5). Os resultados obtidos com a solução 6 ( $d = 1,3982 \text{ g/cm}^3$ ) foram iguais aos obtidos com a solução 5 (Figura 6). Logo, no final do processo permaneceram afundados o PET ( $d = 1,29 - 1,40 \text{ g/cm}^3$ ) e o PVC ( $d = 1,30 - 1,58 \text{ g/cm}^3$ ).

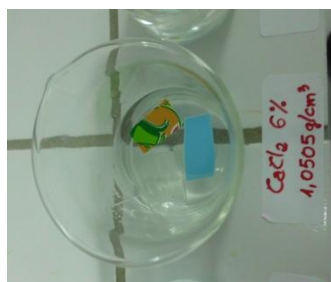


Figura 4. Solução 4.



Figura 5. Solução 5.



Figura 6. Solução 6.

De posse desses resultados foi pedido aos alunos que montassem um esquema de separação para os vários materiais plásticos utilizados. Com a confecção desse esquema os alunos entenderam o principal conceito de densidade, entendendo como materiais com densidade maiores que a solução afunda e materiais com densidade menores que da solução flutuam. Isto ficou concretizado nos alunos, onde os mesmos entenderam o porquê que materiais pesados flutuavam em certos lugares e às vezes outros tão leves afundavam e dessa forma fazendo uma relação com o seu cotidiano. O esquema é apresentado na Figura 7.

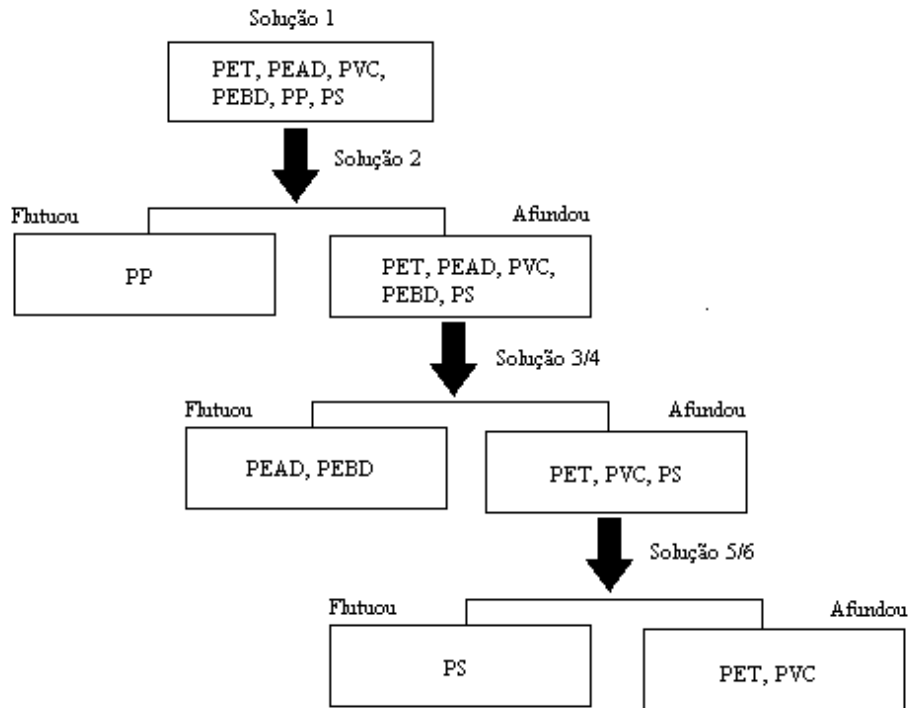


Figura 7. Esquema de separação de Plásticos baseado no método de Flutuação.

### 3.2.1. Resultados da Avaliação

Com a realização do esquema de separação de plásticos descrevendo o processo ocorrido em cada solução, os alunos tiveram que responder um questionário no final da atividade. A partir desses dados podemos ter uma idéia do método de ensino utilizado em sala de aula foi positivo ou não. Os resultados do questionário São apresentados pela porcentagem de acertos e erros de cada questão nas figuras 8 – 10. As duas primeiras questões exigiam dos alunos conhecimentos sobre densidade e método de flutuação, ambas relacionavam a densidade de alguns materiais com a da água, questionando qual material flutuava ou não. Os resultados são mostrados a seguir:

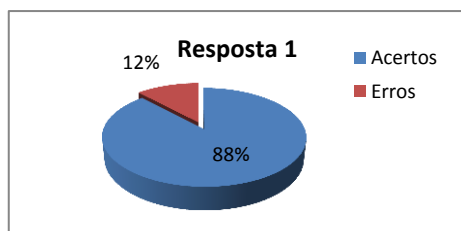


Figura 8. Resultados Avaliativos da Questão 1.

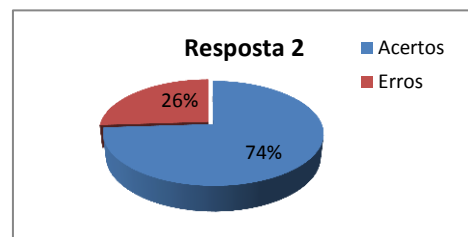


Figura 9. Resultados Avaliativos da Questão 2.

A terceira questão perguntava aos alunos sobre a importância da densidade na reciclagem dos plásticos.

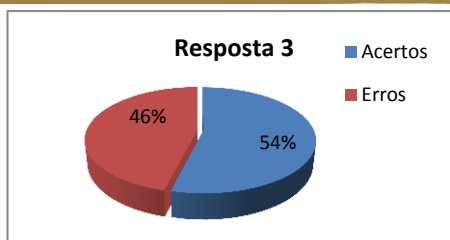


Figura 10. Resultados Avaliativos da Questão 3.

Inicialmente observou-se que a atividade proposta foi facilmente executada pelos alunos, auxiliados pelos autores do projeto e pelo professor. Os alunos demonstraram um grande interesse na realização das experiências e na discussão dos temas envolvidos: densidade e reciclagem de plásticos. A concordância dos resultados obtidos pelos alunos com o que era esperado comprova isso.

O alto nível de assimilação do conteúdo teórico apresentado é demonstrado pelos altos índices de acertos nas respostas do questionário, conforme Figuras 8, 9 e 10, mostrando que, a forma de abordagem do conceito densidade foi aceita e concretizada e comprovadamente melhor do que apresentar apenas a fórmula e os cálculos, deixando uma abstração na mente dos alunos. As questões objetivas (1 e 2) apresentaram maior índice de acertos ( $> 70\%$ ), essas questões os analisavam a densidade de materiais e a partir dela comparava se o mesmo afunda ou não, através do método da flutuação. Enquanto que na questão subjetiva (3) o índice foi menor, mas mesmo assim superior a 50%, além de ser uma questão discursiva os alunos demonstraram uma definição basicamente certa e ao mesmo tempo próxima da realidade.

A última questão consistia de uma análise do método e todos os alunos fizeram comentários positivos do método de ensino empregado. Dentre todas as respostas colhidas foram escolhidas apenas duas para mostrar a opinião dos alunos.

- “A aula foi bastante útil para o nosso aprendizado sobre densidade, pois os professores deveriam fazer as aulas assim com experimentos, tabelas, entre outros, valeu a pena e eu adorei a aula.”
- “O assunto, conteúdo e a forma de como eles ensinaram foram muito interessante, e ao mesmo tempo, divertido”. “Reciclar é uma boa forma de ajudar o meio ambiente”.

## 6. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste projeto de pesquisa orientada ficou demonstrado que o uso de temas geradores traz muitos benefícios na formação da base científica dos alunos do 9º ano do ensino fundamental, na disciplina de Ciências, preparando-os mais adequadamente para a etapa seguinte que é o Ensino Médio. Comprovou-se que a utilização do método de flutuação é eficiente no processo de separação de diferentes plásticos a serem reciclados, com base nas suas diferentes densidades.

Demonstrou-se a importância do conteúdo abordado na preservação do meio ambiente e no processo de reciclagem. Ficou também evidente que é possível utilizar materiais simples e baratos, de uso no cotidiano, em combinação com soluções de reagentes químicos de fácil aquisição podem originar uma atividade experimental criativa, interessante do ponto de vista do aluno e importante cientificamente. Despertou também nos alunos o interesse pelos aspectos de deposição do lixo em seu município e o impacto ambiental causado pelos vários tipos de plásticos presentes nos lixões.

Conclui-se que a abordagem pelo modelo de ensino por pesquisa orientada fica como um modelo positivo e interessante de ser aplicado como uma nova metodologia do professor, que procura melhorar sua aula e atrair os alunos para o conteúdo que pensa em trabalhar ou está trabalhando.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) e a CAPES pelas bolsas concedidas.



## REFERÊNCIAS

ABNT - **Associação Brasileira de Norma Técnicas**. Projeto de revisão NBR 13230: simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, p.8. (2006).

BRASIL. 1997. **Parâmetros Curriculares Nacionais** - Ciências Naturais Brasília/DF: MEC/SEF.

CANTO, Eduardo leite. **Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?** São Paulo: Moderna, 1995.

COLTRO, L.; GASPARINO, B. F.; QUEIROZ, G. C. **Reciclagem de Materiais Plásticos: A Importância da Identificação Correta**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 18, nº 2, p. 119-25, 2008.

**Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, editora do Brasil S/A. Dezembro de 2006, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

Disponível na Internet via URL: <<http://www.abiquim.org.br/>> Acesso em: 04 mar. 2012.

Disponível na Internet via URL: <[http://www.lixo.com.br](http://www.lixo.com.br/)> Acesso em: 06 mar. 2012.

FERREIRA, A, B. de H. **Dicionário de Língua Portuguesa**. 3 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1993.

FRANCHETTI, S. M. M. e MARCONATO, J. C. A Importância das Propriedades Físicas dos Polímeros na Reciclagem. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, nº 18, p. 42-45, novembro 2003.

MAST- **Material, Science and Technology**-University of Illinois EUA: [S.I], [s.n], [s.d]. Disponível em: <<http://matse1.mse.uiuc.edu/~tw/polymers/h.html>>. Acesso em: 06 mar. 2012.

NERY, Rosane. **O Estudo dos Plásticos Como Forma de Inserir o Cotidiano no Ensino da Química**. Passo Fundo, jan. 2004.

ROSA, Persiely Pires; LEITE, Aline Ignês Debolêto; SILVA, José Luiz da; FILHO, Edegar Benedetti; NUNES, Daniel Mendes; OLIVEIRA, Noé de; PRADO, José Artur Cavalcante. **O uso de jogos aplicados em atividades escolares**. Anais do encontro de ensino de graduação – EGRAD. São Paulo, 2011.

SANTOS, A. S. F. *et al.* **Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, vol. 14, n. 5, p. 307-312, 2004.

SILVA, Márcia Gorette Lima; Silva, Antonia Francimar da; NUÑEZ, Isauro Beltrán. Dos modelos de mudança conceitual à aprendizagem como pesquisa orientada. In: NUÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite (org.). **Fundamentos do Ensino-aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: o Novo Ensino Médio**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

SPINACÉ, M. A. da S. e DE PAOLI. M. A. A Tecnologia da Reciclagem de Polímeros. **Química Nova**, São Paulo, Vol. 28, n. 1, 65-72, 2005.