

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**CAMILA LITCHINA BRASIL**

**ATIVIDADES DE ENSINO DE QUÍMICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA SO-  
BRE ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE  
UTILIZANDO EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

**Bagé/RS**

**2016**



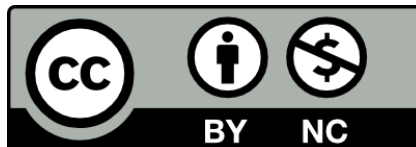
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**

**ATIVIDADES DE ENSINO DE QUÍMICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA SO-  
BRE ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E TRANSIÇÕES DE FASE UTILIZANDO  
EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL**

Camila Litchina Brasil

Proposta educacional associada à Dissertação de Mestrado realizada sob orientação do Prof. Dr. Paulo Henrique Guadagnini e apresentada à Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências, Área de Concentração: Ensino de Ciências, do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal do Pampa.

**Bagé/RS  
2016**



Esta obra está licenciada sob a Licença

[Creative Commons Atribuição Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

**Esta licença permite:**

- **Compartilhar:** copiar e distribuir o material em qualquer meio ou formato;
- **Adaptar:** remixar, transformar e construir com base neste material

O licenciante não pode revogar essas liberdades enquanto os termos desta licença forem seguidos.

**Sob estas condições:**

**Atribuição:** Você deve dar crédito adequado, fornecer um link para a licença, e indicar se mudanças foram feitas. Você pode fazê-lo de qualquer forma razoável, mas não em qualquer forma que sugira que o licenciante concorda com você ou seu uso.



**Uso Não Comercial:** Você não pode usar o material para fins comerciais.

**Não há restrições adicionais:** Você não pode aplicar termos legais ou medidas tecnológicas que legalmente restringem os outros de fazer qualquer coisa que a licença permite.

## 1. APRESENTAÇÃO

Prezado professor, este material é o produto educacional construído durante a minha pesquisa de mestrado profissional intitulada “Experimentação e Simulação Computacional no Ensino de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase na Educação Básica”.

Este trabalho foi desenvolvido em uma escola particular da cidade de Bagé, localizada no interior do Rio Grande do Sul, durante o primeiro semestre de 2015.

A proposta foi aplicada em uma turma de 1º ano do ensino médio e, nesta sequência de ensino constam atividades, voltadas para o ensino de Química, referente ao conteúdo Estados Físicos da Matéria e suas Transformações, com o uso de experimentação real e virtual ou seja, utilizando recursos tecnológicos como simulador adaptado, buscando proporcionar aos estudantes a construção de conceitos químicos, modelos, explorando a nível microscópico os estados físicos bem como suas transformações.

Confeccionada para servir de material de apoio ao professor, esta sequência didática, poderá ser livremente adaptada ou alterada de acordo com sua conveniência, uma vez que utiliza recursos de *hardware* e *software* livres, flexíveis e fáceis de se usar, sistematizados por procedimentos e técnicas baseados em referenciais educacionais consolidados. Detalhes da pesquisa que originou este trabalho encontram-se na dissertação de mestrado de Litchina Brasil (2016).

Bagé/ RS – Ano de 2016

Camila Litchina Brasil

## 2. DESCRIÇÃO GERAL

Esta sequência de ensino foi desenvolvida para o 1º ano do Ensino Médio e faz uso de simulação computacional, ou seja, de tecnologia. Tais recursos permitem a exploração de fenômenos químicos nos níveis macroscópicos e microscópico, permitindo um aprendizado ao mesmo tempo mais efetivo e motivador.

Propomos o desenvolvimento de atividades que serão compostas de simulações apoiada por computador e prática experimental em uma abordagem de laboratório aberto.

Foram previstos 6 encontros de 2 horas-aula para o desenvolvimento da proposta, totalizando 12 horas-aula.

O material instrucional referente aos simuladores (experimentos virtuais) foi desenvolvido a partir da construção de um hipertexto com simuladores. Os simuladores foram personalizados a partir de modelos de simuladores para mudança de estados físicos disponibilizados na página do Concord Consortium, Concord (2014). Foi utilizado o software Molecular Workbench como sistema de autoria para produzir as atividades contendo hipertexto e os simuladores.

A seleção dos simuladores obedeceu a critérios gerais de qualidade de conteúdo, usabilidade, e potencial como recurso de ensino. A qualidade de conteúdo se refere a clareza, a concisão, a relevância da informação, e a possibilidade de tratamento de conceitos básicos. Quanto a usabilidade, se refere a facilidade de uso do simulador, a apresentação de instruções claras ao usuário, a interatividade, a flexibilidade, a reusabilidade do simulador, e a qualidade da apresentação gráfica motivadora ao aluno.

A atividade com o experimento real utilizou a abordagem do laboratório aberto, no qual o aluno foi o responsável por delinear o projeto do experimento, sua execução e conclusões, seguindo as orientações da professora que apresentou a situação problema. Em uma aula anterior àquela em que o experimento foi realizado, os alunos, com auxílio da professora, trabalharam colaborativamente no sentido de construir de modo reflexivo um roteiro para o experimento.

## 2.1 Descrição Da Sequência De Ensino

Como sugestão, para cada uma das atividades propostas, indicamos que os professores realizem uma retomada do que foi abordado nas aulas anteriores. Esta pode ser feita através de questionamentos solicitando feedbacks constantes, com a construção de mapas conceituais, por exemplo. Oportunizando aos estudantes estabelecer relações com os tópicos estudados a fim de compreenderem o conteúdo de forma contextualizada e não fragmentada e, também, para realizar possíveis intervenções visando a correção, evitando assim, falhas no processo da aprendizagem. Após, que sejam esclarecidos os objetivos das atividades propostas, buscando estimular os alunos na execução das tarefas.

### Encontros 1 e 2: Levantamento de Conhecimentos Prévios e Discussão de Conceitos Básicos sobre Estados Físicos da Matéria

Para dar início a Sequência Didática proposta, aplicar o Pré-Teste de Conhecimentos que segue abaixo:

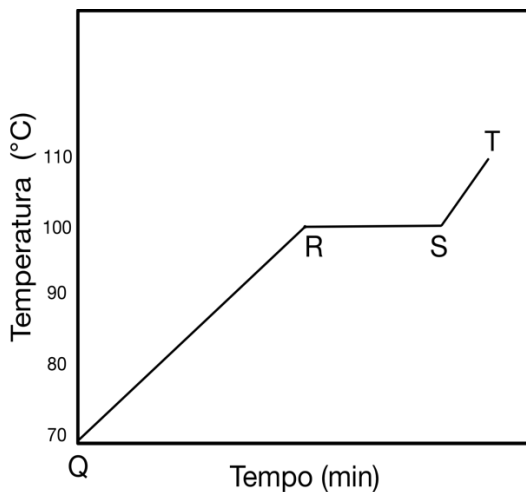
#### Teste de Conhecimentos para os Conceitos de Estados Físicos da Matéria e Transições de Fase

- 1) Na pressão atmosférica de 1 atm, o ponto de fusão da água é 0 °C e o ponto de ebulição da água é 100 °C. É correto afirmar que:
- as fases sólida e líquida da água podem existir num estado de equilíbrio a 1 atm de pressão quando a temperatura for 100 °C;
  - as fases sólida e líquida da água podem existir num estado de equilíbrio a 1 atm de pressão quando a temperatura for 0 °C;
  - as fases líquida e gasosa da água podem existir num estado de equilíbrio a 1 atm de pressão quando a temperatura for 0 °C;
  - a água não poderá se encontrar em mais de um estado físico em equilíbrio.
- 
- 2) Neste estado físico da matéria, as substâncias apresentam volume bem determinado e forma bem definida, sendo resistentes a deformações. Seus átomos ou moléculas encontram-se relativamente próximos uns dos outros, ligados por intensas forças intermoleculares, que os mantêm em posições bem definidas, mas mantendo sempre uma quantidade de movimento de vibração em torno de suas posições médias. A que estado físico o texto se refere?

- a) Sólido;
- b) Líquido;
- c) Vapor;
- d) Gás;
- e) Plasma.

**O texto e o gráfico abaixo se referem às questões 3 e 4.**

Uma amostra de água líquida é aquecida a partir de 70°C até 110°C através do fornecimento de energia térmica a uma taxa constante, conforme representado no gráfico abaixo:



**3)** No gráfico para a curva de aquecimento mostrado acima, pode-se identificar as regiões QR, RS e ST, respectivamente, como:

- a) Sólido, líquido, gás;
- b) Líquido, líquido, gás;
- c) Gás, sólido, líquido;
- d) Líquido, líquido e gás em equilíbrio, gás;
- e) Líquido e sólido em equilíbrio, líquido, gás.

**4)** No gráfico para a curva de aquecimento mostrado acima, à medida que a energia térmica é adicionada, é correto afirmar que:

- a) No segmento RS não há qualquer alteração nos níveis

de energia cinética e potencial da água;

b) No segmento QR as moléculas de água aumentam sua energia potencial com o rompimento de interações intermoleculares e no segmento RS as moléculas de água têm sua energia cinética elevada, com consequente aumento de temperatura da amostra;

c) No segmento QR as moléculas de água têm sua energia cinética elevada, com consequente aumento de temperatura da amostra e no segmento RS as moléculas de água aumentam sua energia potencial devido ao rompimento de interações intermoleculares;

d) Tanto no segmento QR quanto no RS há um aumento da energia cinética da água;

e) Tanto no segmento RS quanto no QR há um aumento da energia potencial da água.

**5)** Considere uma amostra de 100 mL de água líquida em um recipiente fechado e flexível. Esta amostra é aquecida até que toda água evapore e se transforme em gás. O recipiente aumenta de volume após a evaporação de toda a água. Considere as seguintes alternativas sobre este processo de mudança de fase:

- l) As moléculas de água na fase gasosa são maiores que as moléculas de água na fase líquida, o que explica o aumento no volume da amostra de água após a sua vaporização;

II) As moléculas de água na fase gasosa permanecerão uniformemente distribuídas no recipiente que as contém;

III) Não há qualquer espaço vazio entre as moléculas de água na fase líquida;

IV) As moléculas de água na fase líquida são mantidas próximas umas das outras por forças intermoleculares atrativas;

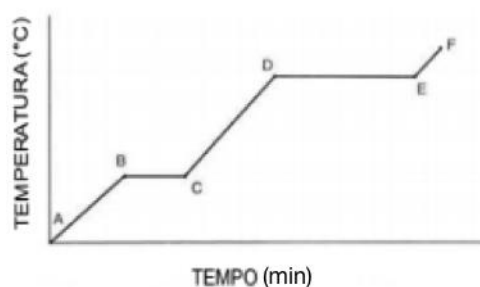
Está(ão) **correta(s)** a(s) afirmação(ões):

- a) I e IV
- b) I e II;
- c) I, II e III;
- d) III e IV;
- e) IV;

**6)** O ciclo da água é fundamental para a preservação da vida no planeta. As condições climáticas da Terra permitem que a água sofra mudanças de fase e a compreensão dessas transformações é fundamental para se entender o ciclo hidrológico. Numa dessas mudanças, a água ou a umidade da terra absorve o calor do sol e dos arredores. Quando já foi absorvido calor suficiente, algumas das moléculas do líquido podem ter energia necessária para começar a subir para a atmosfera. A transformação mencionada no texto é a:

- a) fusão;
- b) liquefação;
- c) vaporização;
- d) solidificação;
- e) condensação;

**7)** A curva de aquecimento abaixo foi obtida experimentalmente a partir do aquecimento do sólido de uma substância pura abaixo da sua temperatura de fusão através do fornecimento de energia térmica a uma taxa constante e a pressão constante.



Sobre a curva de aquecimento representada acima, é correto afirmar que:

- a) O processo que ocorre durante o segmento de linha DE é de vaporização;
- b) O processo que ocorre durante o segmento de linha AB é de fusão;
- c) O processo que ocorre durante o segmento CD é de vaporização;
- d) O processo que ocorre durante o segmento BC é de aquecimento do sólido;
- e) O processo que ocorre durante o segmento EF é de aquecimento do líquido;

**8)** Considere a tabela de pontos de fusão e ebulição das substâncias a seguir, a 1 atm de pressão:

Substância	Ponto de fusão (°C)	Ponto de ebulição (°C)
Cloro	-101,0	-34,6
Flúor	-219,6	-188,1



Bromo	-7,2	58,8
Mercúrio	-38,8	356,6
Iodo	113,5	184,0

A 50°C, encontram-se no estado líquido:

- cloro e flúor;
- bromo e mercúrio;
- cloro e iodo;
- flúor e bromo;
- mercúrio e iodo

9) Observe os fatos abaixo:

- Uma pedra de naftalina deixada no armário;
- Uma vasilha com água deixada no freezer;
- Uma vasilha com água deixada no sol;
- O derretimento de um pedaço de chumbo quando aquecido;

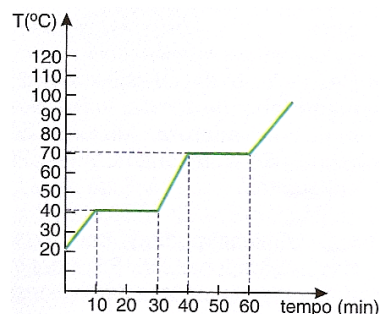
Nesses fatos estão relacionados corretamente os seguintes fenômenos:

- I. Fusão; II. Sublimação; III. Vaporização; IV. Solidificação.
- I. Sublimação; II. Sublimação; III. Vaporização; IV. Solidificação.
- I. Vaporização; II. Solidificação; III. Fusão; IV. Sublimação.
- I. Sublimação; II. Solidificação; III. Vaporização; IV. Fusão.
- I. Vaporização; II. Sublimação; III. Fusão; IV. Solidificação.

10) O comportamento dos gases, como a difusão de moléculas de um perfume em um ambiente, pode ser explicado se considerarmos que as moléculas constituintes dos gases:

- Tem movimento aleatório e livre;
- Tem movimento ordenado;
- Possui baixa velocidade;
- Possui energia cinética média inversamente proporcional à temperatura
- Estão muito próximas umas das outras.

11) Um cientista recebeu uma substância desconhecida, no estado sólido, para ser analisada. O gráfico abaixo representa o processo de aquecimento de uma amostra dessa substância:



Analisando o gráfico, podemos concluir que a amostra apresenta:

- duração da ebulição de 10 min;
- duração da fusão de 40 min;
- ponto de fusão de 40°C;
- ponto de fusão de 70°C;
- ponto de ebulição de 50°C;

12) Considere as seguintes afirmações sobre os estados físicos de uma substância:

I) No estado sólido não há qualquer espaço vazio entre as moléculas;

II) No estado sólido as moléculas permanecem perfeitamente estáticas;

III) No estado gasoso as moléculas estão muito próximas umas das outras;

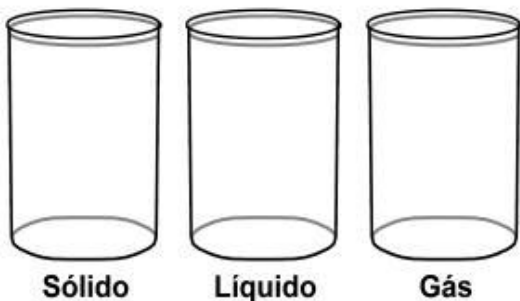
IV) A distância média entre as moléculas na fase líquida é muito menor que a distância média entre as moléculas na fase gasosa.

Está(ão) **correta(s)** a(s)  
afirmação(ões):

- a) I;
- b) I, II;
- c) I, II, III e IV;
- d) IV;
- e) I, II e IV;

---

**13)** Represente, no interior dos recipientes abaixo, modelos microscópicos para uma amostra de alumínio (Al) nos estados físicos indicados:



Após o desenvolvimento dos testes, esclarecer aos estudantes quais os objetivos das próximas aulas:

- Interpretar os estados físicos e transformações da água, empregando modelos microscópicos;
- Compreender as propriedades temperatura de fusão e de ebulição da água;
- Planejar como estudar o comportamento da água durante o aquecimento e caracterizar as transformações físicas que ocorrem.

Em seguida, questionar os alunos:

- Quais são os estados físicos da matéria?
- Como os átomos ficam organizados ou arranjados em cada um dos estados físicos?
- Quando dizemos que a água tem a fórmula química  $H_2O$  como acham que as moléculas se organizam no espaço em uma amostra de gelo, em uma amostra de água líquida e em uma amostra de água gasosa?

Ouvir as respostas dos estudantes, verificando quais são as concepções que trazem a respeito da organização das partículas.

Solicitar a participação dos alunos no quadro para:

- Desenhar a representação microscópica dos estados físicos da matéria;
- Usar modelos de bolas de isopor e palitos, ou kit de modelos moleculares, para que os alunos associem a representação dos átomos ou moléculas das substâncias em 3D à fórmula da água ( $H_2O$ ) nos diferentes estados físicos da matéria.

Discutir com os alunos o significado dessas representações, explicando o que representam.

### **Encontros 3 e 4: Refletindo sobre o Comportamento Microscópico da Molécula da Água em Diferentes Estados Físicos e, Previsão da Curva de Aquecimento da Água**

Solicitar que os alunos elaborem uma explicação para a existência da água nos três estados físicos, efetuando o registro em seus cadernos.

Estipular o tempo de 10 minutos para a realização da tarefa.

O professor deverá conduzir a correção através da leitura aleatória dos alunos efetuando intervenções sempre que necessário for.

Os alunos deverão responder as seguintes questões:

- Qual é o comportamento das moléculas da água com o aumento da temperatura? Elabore um gráfico para representação.
- Qual é o comportamento das moléculas da água à medida que ocorre o resfriamento? Elabore um gráfico para representação.
- Como fariam para estudar o comportamento da água em função do aumento da temperatura?

Alguns alunos podem não utilizar a escrita para responder as questões propostas e sim representações, nestes casos a correção da tarefa poderá ser feita solicitando que os alunos se dirijam ao quadro, frente a classe, para expor seus posicionamentos, e o professor poderá intervir quando necessário.

Em seguida, os alunos deverão realizar o preenchimento da atividade relacionada a Fase Pré-Experimental: Predição sobre a Curva de Aquecimento da Água, que envolve a interpretação da situação problema proposta.

O Guia de Atividade Pré-Experimental pode ser consultado a seguir:

## Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da água. Fase Pré-Experimental: Predição sobre a Curva de Aquecimento da Água

Considere a seguinte situação-problema:

Em um experimento para estudar as mudanças de fase em substâncias puras, uma amostra de água sólida cujo ponto de fusão é  $0^{\circ}\text{C}$  é aquecida e sua temperatura é registrada em função do tempo por 10 min. Os dados/evidências são utilizados para construir um gráfico de temperatura, em  $^{\circ}\text{C}$ , em função do tempo em minutos.

1) Faça uma predição sobre qual dos gráficos abaixo melhor representa o resultado do experimento descrito acima para **a variação da temperatura de uma amostra de água sólida pura durante o seu aquecimento até uma temperatura acima de seu ponto de fusão?**

Acredito que o gráfico que melhor representa a curva de aquecimento da água é o

Gráfico \_\_\_\_\_.

Gráfico A

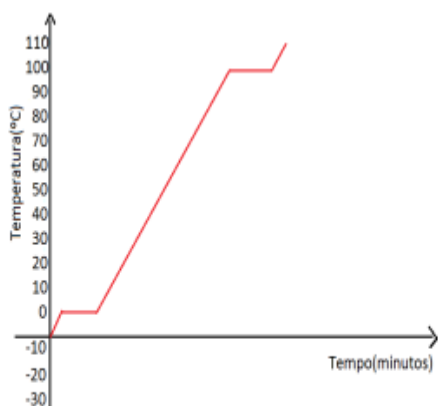
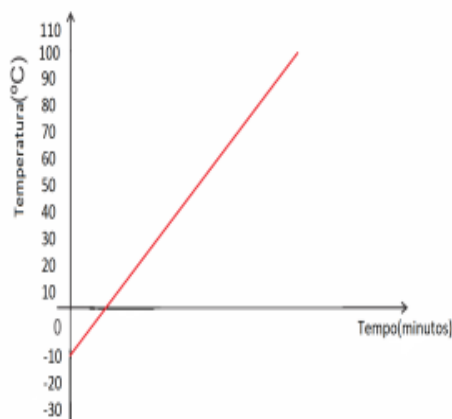


Gráfico B



Fonte: Fonte do Autor

2) Apresente por escrito uma evidência que está expressa no gráfico a qual levou você a fazer sua escolha.

3) A partir de seus conhecimentos de Química, explique porque essa evidência sustenta o gráfico escolhido.

4) A partir de seus conhecimentos de Química, explique porque você não escolheu o outro gráfico como sendo o resultado do experimento.

5) Se alguém apresentasse um contra-argumento discordando de sua escolha, este contra-argumento seria:

6) Se alguém discordasse de seu argumento, você o convenceria da seguinte maneira:

7) No seu argumento exposto acima, há uma proposta de explicação fundamentada para o comportamento da curva de aquecimento para o gráfico escolhido (hipótese). Sintetize-a:

Este guia utiliza como estratégia didática para a realização da experimentação a abordagem Predizer, Observar e Explicar (POE), proposta por Nedelsky (1961), por White e Gunstone (1992) e citada por Barros (1994). De acordo com Schwahn e Oigen (2008), nesta metodologia, é o aluno quem a partir

da predição sobre os resultados aos quais deve chegar da observação durante a realização de um experimento e da explicação feita entre o predito e o observado, reconstrói o seu conhecimento científico.

### **Encontros 5 e 6: Construção de Procedimento Experimental e Execução do Levantamento da Curva de Aquecimento da Água**

Iniciar a aula com os alunos dispostos em pequenos grupos (aproximadamente 5 componentes) para responderem a situação-problema descrita no Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água, em que, deverão elaborar um procedimento de uma prática a ser executada no laboratório sobre o comportamento da água com o aumento da temperatura. O Guia de Atividade para esta proposta esta disponível a seguir:

#### **Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água. Fase Experimental**

Apresentação da situação-problema:

Projete um experimento para estudar o **comportamento de uma amostra de água** (ponto de fusão de 0°C) **ao longo do processo de seu aquecimento, até a amostra atingir a temperatura ambiente**, com as seguintes condições:

- a amostra inicialmente se encontra na fase sólida a uma temperatura aproximada de -6 °C;
- a amostra será aquecida até próximo da temperatura ambiente;
- os equipamentos e reagentes são aqueles disponíveis no Laboratório de Ciências.

1) Em pequenos grupos, faça um planejamento de como você estudaria experimentalmente o processo de aquecimento da água, nas condições estabelecidas: (a) Identificar as variáveis a serem medidas; (b) Escolher os equipamentos e reagentes necessários, disponíveis no Laboratório de Ciências para executar o experimento; (c) Elaborar detalhadamente os procedimentos para coleta de dados/evidências explicando o que será observado e registrado durante o experimento e como será registrado; (d) Por quanto tempo e em que frequência serão feitas as medidas e as observações; (e) Descreva quais cuidados seriam necessários para evitar acidentes no laboratório; (f) Descrever as observações a partir dos dados/evidências coletados no experimento e representá-los na forma gráfica.

a) Identificar as variáveis a serem medidas:

b) Escolher os equipamentos e reagentes necessários, disponíveis no Laboratório de Ciências para executar o experimento:

c) Elaborar detalhadamente os procedimentos para coleta de dados/evidências explicando o que será observado e registrado durante o experimento e como será registrado:

d) Por quanto tempo e em que frequência serão feitas as medidas e as observações:

e) Descreva quais cuidados seriam necessários para evitar acidentes no laboratório:



f) Descrever as observações a partir dos dados/evidências coletados no experimento e representá-los na forma gráfica:

Esta atividade, possui caráter mais investigativo e ênfase na discussão dos resultados obtidos, busca diminuir o número de práticas que utilizam roteiros prontos, evitando a realização de atividades que não contribuem para a motivação dos estudantes.

Os alunos irão dirigir-se para a aula experimental no laboratório de ciências da escola sob supervisão do professor. Disponibilizar aos estudantes: termômetro, cronômetro, béquer e água no estado físico sólido.

### **Encontros 7 e 8: Análise e Reflexões Pós Experimental**

Iniciar a aula com uma síntese do que foi realizado no laboratório junto com os alunos.

Analisar o resultado obtido no aquecimento da água. Para isso, comparar os gráficos do Guia de Atividade da Fase Pré-Experimental, com o obtido no Guia de Atividade Pós-Experimental incluído a seguir:

#### **Guia de Atividade Experimental para Levantamento da Curva de Aquecimento da Água. Fase Pós-Experimental**

1) A partir de seus conhecimentos de Química, interpretar o resultado obtido experimentalmente para a curva de aquecimento da água:

2) Comparar o resultado obtido experimentalmente com o gráfico escolhido (sua predição) como resposta para a curva de aquecimento da água na fase pré-experimental, apresentando semelhanças e diferenças encontradas.

3) Concluir a respeito da escolha (sua predição) feita na fase pre-experimental para a curva de aquecimento da água, ou seja, se a experiência mostrou que o seu resultado predito é correto ou não (verificação experimental).

4) (a) Apresentar e discutir no grande grupo a sua explicação prévia (hipótese) para o fenômeno feita na fase pre-experimental;

(b) Reformular sua explicação prévia (hipótese), caso necessário, ou seja, caso sua interpretação inicial para o fenômeno não esteja de acordo com o conhecimento Químico.

5) Com base no seu conhecimento químico e nos resultados obtidos nesta atividade experimental, esboce em um gráfico a predição para a curva de resfriamento da água na forma líquida a 30°C até -10°C e justifique sua resposta.

Propor a discussão das comparações entre os gráficos, dividindo o quadro em duas partes e anotando as principais semelhanças e diferenças entre eles.

Efetuar a explicação bem como o esclarecimento de dúvidas, projetando o gráfico temperatura vs tempo de aquecimento da água, discutindo com os alunos as mudanças físicas que ocorrem em cada uma das suas partes.

Observações Durante a Discussão:

Solicitar a descrição das características comuns e diferenças entre os gráficos analisados.

Outros aspectos que também podem ser explorados: o tempo de aquecimento e volume da água aquecido, significado da inclinação das retas que compõem a curva e as retas horizontais, pontos fora da reta, o aspecto da água durante o aquecimento e a sua relação com os dados de temperatura na curva, se o volume da água era o mesmo em todo o experimento, se a chama usada no aquecimento da água era uniforme por exemplo.

Discutir sobre o que seria possível generalizar a partir dos dados sobre a curva de aquecimento da água, por exemplo, a temperatura de fusão e temperatura de ebulição da substância, e a possibilidade de que na mudança de estado da água, não há alteração da substância.

Abordar a definição da transformação física. Citar exemplos de transformações físicas e apresentar as propriedades deste fenômeno (como exemplo: rasgar uma folha de papel e ou dobrar ou esticar um material).

Finalizar a proposta, solicitando aos estudantes, que registrem no caderno uma lista com cinco exemplos de transformações físicas presentes no cotidiano deles com justificativa.

### **Encontros 9 e 10: Experimentação Virtual para Estudo dos Estados Físicos e Transformações em Escala Microscópica**

No laboratório de informática da escola, realizar o experimento simulado, utilizando o simulador Molecular Workbench preparado para simulação de uma amostra contendo átomos nos estados físicos sólido, líquido e gasoso e para simulação microscópica do processo de transição de fases desta amostra. Os alunos deverão utilizar os guias de atividades que deverão ser entregues aos estudantes para desenvolverem a argumentação direcionada pelos guias da etapa 1 que constam 4 questões dissertativas e, para etapa 2 com 2 questões dissertativas. Os guias de atividades para esta proposta podem ser consultados a seguir:

## Guia de Atividade de Experimentação Virtual: Estados Físicos e Mudanças de Fase. Etapa 1: Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos em Diferentes Estados Físicos da Matéria

### Introdução:

Nesta atividade você utilizará um simulador computacional e participará da exploração virtual do **comportamento microscópico** de átomos de uma amostra de uma substância nos estados físicos **sólido, líquido e gasoso** e, durante mudanças de fase. Os simuladores que você usará foram criados levando em conta **modelos físicos** para as interações entre os átomos da amostra e seus movimentos. Os modelos físicos são usados para representar o comportamento do sistema em estudo de modo **aproximado e simplificado**. Portanto, os simuladores que você utilizará não correspondem à vida real, mas sim a uma simplificação dela. Observe, por exemplo, que os átomos se moverão em duas dimensões, mas átomos reais se movem em três dimensões. Tais simplificações podem ser feitas pois não mudarão os aspectos mais importantes do sistema que estudaremos. Explore os simuladores na sequência sugerida neste guia, respondendo as questões solicitadas. Se necessário volte para o simulador anterior e repita a exploração.

**Questão 1) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado gasoso e observe cuidadosamente. As linhas tracejadas representam interações atrativas entre pares de átomos que se aproximaram.**

a) Pare o simulador e conte quantas interações entre dois átomos (linhas tracejadas) aparecem. Inicie novamente o simulador, deixe-o rodar por mais alguns instantes, pare-o e conte novamente o número de interações entre dois átomos registrando suas observações:

**Questão 2) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado líquido e observe cuidadosamente.**

a) Selecione a opção para marcar um átomo aleatório e observe o movimento deste átomo durante alguns instantes. Descreva o movimento deste átomo em comparação aos átomos ao redor dele.

b) Escolha três átomos da amostra e conte o número de interações atrativas (linhas tracejadas) que parecem para cada átomo:

Átomo 1: \_\_\_\_\_

Átomo 2: \_\_\_\_\_

Átomo 3: \_\_\_\_\_

c) Descreva quais diferenças você observou no comportamento dos átomos para as amostras gasosa e líquida. Retorne ao simulador da amostra gasosa, se necessário for.

**Questão 3) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado sólido e observe cuidadosamente.**

a) Escolha um átomo no centro da amostra e conte o número de interações atrativas (linhas tracejadas) que parecem para este átomo registrando-as posteriormente:

**Questão 4) Resuma suas observações a respeito do comportamento microscópico de átomos nos estados sólido, líquido e gasoso, enfatizando as principais características observadas e as diferenças entre os três estados físicos:**

**Guia de Atividade de Experimentação Virtual: Estados Físicos e Mudanças de Fase. Etapa 2: Explorando o Comportamento Microscópico de Átomos Durante Mudanças de Fase**

**Questão 1) Execute o simulador para uma amostra de átomos no estado sólido e observe cuidadosamente o que ocorre quando energia é adicionada ao sistema. As linhas tracejadas representam interações atrativas entre pares de átomos.**

a) Acione o botão para iniciar o fornecimento de energia para a amostra, registrando as alterações que você observa ao longo de alguns minutos:

b) Retorne o simulador ao estado inicial. Procure identificar os instantes em que você acredita que a amostra altera seu estado físico. Para auxiliar no seu registro, zere o cronômetro ao iniciar a introdução de energia e anote o tempo em que a amostra sofre fusão e depois a vaporização.

c) Descreva quais diferenças você observou no comportamento dos átomos durante a introdução de energia na amostra. Retorne ao simulador ao estado inicial, se necessário for.

**Questão 2) Resuma suas observações a respeito do comportamento microscópico de átomos durante as mudanças de fase, enfatizando as principais características observadas:**

## **Encontros 11 e 12: Finalização das atividades**

Com a mediação do professor, os alunos deverão compartilhar no grande grupo as argumentações feitas nos guias de atividades das aulas anteriores, para que assim, efetuem uma sistematização final.

As questões que constam nos Guias de Atividades, abordam o conteúdo: Estados Físicos da Matéria e suas Transformações e, espera-se que os estudantes compreendam o comportamento microscópico de cada um dos estados físicos da matéria e o comportamento dinâmico nas transições de fase.

Para finalizar a proposta, os estudantes deverão responder novamente ao Teste de Conhecimentos aplicado no início da proposta para verificar a compreensão dos estudantes em relação ao conteúdo abordado nesta Sequencia Didática e, para elaborar possíveis estratégias de intervenções.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, U.F. **A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social.** Educação Temática Digital. v. 12, n. 3, Campinas jan./abr. p. 31-48, 2011.

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view.** New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HÁNESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**, ed. New York, Holt Rinehart and Winston, 1978.

\_\_\_\_\_. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Adquisición y retencion del conocimiento: uma perspectiva cognitiva.** Buenos Aires: Paidós, 2002.

BARKER, V. **Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas,** 2000. Disponível em: <http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>. Acesso em: 19 jan 2016.

BARÃO, G.C. **Ensino de química em ambientes virtuais.** Universidade Federal do Paraná, 2006.

BARROS, D.M.; ANTONIO JÚNIOR, W. **O uso de objetos de aprendizagem virtuais na educação básica: subsídios para inovação na escola pública.** s/d. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/006tcc1.pdf>. Acesso em: 10 dez 2015.

BARROS, S.S. **Pontas de prova para o diagnóstico da aprendizagem de física na escola: Um desafio para o professor.** Apostila, Instituto de Física – UFRJ, 1994.

\_\_\_\_\_. **Objetos de Aprendizagem Virtuais: Material Didático para a Educação Básica.** 2005. Disponível em:



<http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/006tcc1.pdf>. Acesso em: 10 dez 2015.

BELTRAN, N.O.; CISCATO, C.A.M. **Química**. São Paulo: Cortez, p, 243, 1991.

BENITE, A.M.C.; BENITE, C.R.M. **O computador no ensino de química: impressões vesus realidade. Em foco as escolas da baixada fluminense**. Universidade Federal de Goiás, 2008.

BETTIO, R.W. de.; MARTINS, A. **Objetos de aprendizagem – um novo modelo direcionado ao ensino a distância**. Disponível em: <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=5938>. Acesso em : 15 mar 2016.

BEVIÁ, J.L. **Los trabajos prácticos de ciencias naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa**. Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales, n.2, p. 47-56, 1994.

BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.19, n.13, p.291-313, 2002.

BORGES, A.T. & GILBERT, J.K. **Modeis of magnetism**. International Journal of Science Education. v. 20, n. 3, p.361-378, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, Ministério da Educação, p.241, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+**. Brasília, 2002.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

COLL, R.K. **The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching**. In P.J. Aubusson, A.G. Harrisson & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and*

Analogy in Science Education. Dordrecht, The Netherlands: Springer, p.65-77, 2006.

CONCORD CONSORTIUM. Disponível em: <http://mw.concord.org/modeler/>  
Acesso em 11 dez 2014.

COSTA, S.S. **O uso das tecnologias da informação e comunicação no âmbito pedagógico e administrativo.** I Simpósio Regional de Educação/Comunicação. Anais Eletrônicos. Nov 2010. Disponível em: <http://www.ead.unit.br/simposioregional/index.php?link=arquivos>. Acesso em: 20 abr 2016.

CRESPO, M.Á.G. **Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química.** Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales, n.7, p.37-44, 1996.

DÁMORE, B. **Elementos de didática da matemática.** São Paulo: Cortez, 2007.

DELCIN, R.C.A. **A metamorfose da sala de aula para o ciberespaço.** In: Assmann, Hugo. (Org.). Redes Digitais e Metamorfose do Aprender. Petrópolis, RJ, Vozes, p.55-83, 2005.

DOWNES, S. **An Introduction to Connective Knowledge.** 2005. Disponível em: <http://www.downes.ca/cgi-bin/page.cgi?post=33034>. Acesso em: 07 abr 2016.

\_\_\_\_\_. **Connectivism and connective knowledge.** 2012. Disponível em: <http://online.upaep.mx/campusTest/ebooks/CONNECTIVEKNOWLEDGE.pdf>. Acesso em: 07 abr 2016.

EBENEZER, J.V.; ERICKSON, L.G. **Chemistry students' conception of solubility: A phenomenography.** Science Education, v.80, n.2, p.181-201, 1996.

EDUCATION.COM, I. Education.com. Disponível em: <  
<http://www.education.com/reference/article/item-analysis/>>. Acesso em: 23 maio.2015.

EICHLER, M.L.; DEL PINO, J.C. **Modelagem e implementação de ambientes virtuais de aprendizagem em ciências.** In: CONGRESSO RIBIE, 4, 1998,

Brasília, DF. Disponível em: < <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/resumos/RIBIE.pdf>>. Acesso em: 16 mar 2016.

ERTMER, P.; NEWBY, T. **Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective.** Performance Improvement Quarterly, v.6, n.4, p.50-72, 1993. Disponível em: <http://rirvan.wikispaces.com/file/view/Ertmer+%26+Newby+1993.pdf>. Acesso em: 08 abr 2016.

FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J.; MUJICA, E. **Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud “olvidada” en la enseñanza de la química: la cantidad de sustância.** Enseñanza de las Ciencias, v. 11, n. 2, p. 107-114, 1993.

GENTLE, P.; BENCINI, R. **Construindo competências** - Entrevista com Philippe Perrenoud, Universidade de Genebra. In Nova Escola (Brasil), p.19-31, 2000.

GILBERT, J.K. **Visualization: A metacognitive Skill in Science and Science Education**, In Gilbert, J.K. (ed), Visualization in Science Education, Netherlands: Springer, p.9-27, 2005.

GRAU, R. **Qué es lo que hace difícil una investigación?** Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales, n.2, p.27-35,1994.

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Draft Standard for Learning Object Metadata. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. LTSC. (2000). **Learning technology standards committee website**. Disponível em: <https://iee-SA.imeetcentral.com/ltsc/> Acesso em: 29 jul 2016.

JUSTI, R.S.; GILBERT, J. **The role of analog models in the understanding of nature of models in chemistry.** In: P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Eds.), Metaphor and Analogy in Science Education, Dordrecht, The Netherlands: Springer, p.119-130, 2006.

KONRATH, M.L.P.; CARNEIRO, M.L.F.; TAROUÇO, L.M.R. **Estratégias pedagógicas, planejamento e construção de objetos de aprendizagem para uso pedagógico.** Novas Tecnologias na Educação, v.7, n.1, 2009.

KHINE, M.S.; SALEH, I.M. **Modeling: COGNITIVE TOOLS for Scientific Enquiry**. Dordrecht. Springer, 2011.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 1998.

LIMA, E.R.P.O.; MOITA, F.M.G.S.C. **A tecnologia e o ensino de química: jogos digitais como interface metodológica**. Campina Grande: EDUEPB, p.279, 2011. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/6pdyn/06>. Acesso em: 14 mai 2016.

LOGUERCIO, R.Q.; SAMRSLA, V.E.; DEL PINO, J.C. **A Dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de Química**. Química Nova, São Paulo, v.24, n.4, p.557- 562, 2001.

MACHADO, A.H.; ARAGÃO, R.M.R. **Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico**. Química Nova na Escola, v.4, p.18-20, 1996.

MASETTO, M.T. **Mediação pedagógica e o uso da tecnologia**. In: MORAN, J. M.;

MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. – 10. ed. Campinas: Papirus, p.133-173, 2010.

MCKINNEY, K. **Active Learning**. Center for Teaching, Learning & Technology, 2010.

MERRIL, M.D. **Components of Instruction: Toward a Theoretical Tool for Instructional Design**. Instructional Science, 2000. Disponível em: <http://www.id2.usu.edu/Papers/Components.PDF>. Acesso em: 12 dez 2015.

MERLOT: **Multimedia Educational Resource for Learning and online Teaching**. Disponível em: <https://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Acesso em: 12 dez 2015.

MEYER, C.; JONES, T.B. **Promoting active learning: Strategies for the college classroom**. San Francisco: Jossey-Bass. 1993.

MONTEIRO, I.V.; JUSTI, R. **Analogias em livros didáticos de química destinados ao ensino médio.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v.5, n.2, p.67-91, 2000.

MORTIMER, E.F. **A evolução dos Livros Didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário.** Em aberto, Ano 7, n.40, p.25-41, out/dez. 1988.

MORAN COSTAS, J. M. **O Uso das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação na EAD - uma leitura crítica dos meios.** Palestra no evento "Programa TV Escola - Capacitação de Gerentes", COPEAD/SEED/ MEC, Belo Horizonte e Fortaleza, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/T6%20TextoMoran.pdf>. Acesso em: 27 ago 2016.

MOREIRA, M. A. **Modelos mentais. Investigações em Ensino de Ciências,** Porto Alegre, v.1, n.3, p. 196-206, 1996.

\_\_\_\_\_. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo, Editora EPU, 1999.

\_\_\_\_\_. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS.** Aprendizagem Significativa em Revista. Porto Alegre, v.1, n.2, p.43-63, 2011.

MOREIRA, M.A.; ROSA, P.R.S. **Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos.** In: Actas del PIDEDEC: Textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ciências da Universidade de Burgos. Porto Alegre: UFRGS, v.9, p.3-55, 2007.

MOREIRA, M.A.; VEIT, E.Â.; **Ensino superior: bases teóricas e metodológicas.** São Paulo: E.P.U., 2010.

MORTIMER, E.F. **Concepções atomísticas dos estudantes.** Química Nova da escola, p.23-26, 1995.

MORTIMET, E. F. **A evolução dos Livros Didáticos de Química destinados ao Ensino Secundário.** Em aberto, Ano 7, n.40, p. 25-41, dez. 1988.

\_\_\_\_\_ e MIRANDA, L.C.; **Transformações e Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas**. Química Nova na Escola, n.2, p. 23-26, nov. 1995.

MUZIO, J.; HEINS, T.; MUNDELL, R. **Experiences with reusable e learning objects: From Theory to Practice**. Victoria, Canada. 2001.

NAHUM, L.T.; HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R.; BAR-DOV. Z. **Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry?** Chemistry Education: Research and Practice, v.5, n.3, p.301-325, 2004.

NEDELSKY, L. **Science Teaching and science testing**. Chicago University Press, 1961.

NEVES, E.R.C.; BORUCHOVITCH, E. **Escala de avaliação da motivação para aprender de alunos do Ensino Fundamental (EMA)**. Psicologia: Reflexão e Crítica, v.20, p.406-413, 2007.

PAIS, L.C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PECOTCHE, C.B.G. **Logosofia: ciência e método**. São Paulo: Ed. Logosófica, 2011.

PEIXOTO, J.; ARAUJO, C.H.S. **Tecnologia e Educação: Algumas Considerações Sobre o Discurso Pedagógico Contemporâneo**. Educ. Soc. v.33, n.118 Campinas Jan./Mar.2012, p.4. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010173302012000100016&script=sci\\_artt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010173302012000100016&script=sci_artt) ext. Acesso em: 13 jan 2016.

PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências**. Pátio, Ano V, n.17, p.8-12, mai/jul. 2001.

PERRENOUD, P. **Construir competências desde a escola**. Porto Alegre: ArtMed, 2002.

POZO, J.I., CRESPO, M.A.G. **Aprender y Enseñar ciencia**. Madrid: Morata, p.331, 1998.

ROSA, M.I.F.P, SCHNETZLER, R.P.; **Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico.** Química Nova na Escola, n.8, p.31-35, nov. 1998.

ROSA, P.R.D.S.; MOREIRA, M.A. **Uma introdução a pesquisa quantitativa em ensino.** Campo Grande: Ed. UFMS, 2013.

RIBEIRO, R.C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia.** Tese (Doutorado) – UFSC, Florianópolis, 2005.

SAMULSKI, D. **Psicologia do Esporte.** Barueri: Manole, 2002.

SCARAMELLO, J.M. **Atlas digitais escolares: proposta de avaliação e estudos de caso.** In: I Simpósio ibero-americano de Cartografia para criança: Pesquisa e perspectiva em Cartografia para escolares. Rio de Janeiro: Mundo Virtual Informática, 2002.

SCHWAHN, M.C.A.; OAIGEN, E.R. **O Uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE).** Canoas: Acta Scientiae, 2008.

SIEMENS, G. **Conectivismo: Uma teoria de Aprendizagem para a idade digital.** 2004.

\_\_\_\_\_ **Knowing knowledge,** 2006. Disponível em: [http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism\\_self-amused.htm](http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism_self-amused.htm). Acesso em: 07 abr 2016.

\_\_\_\_\_ **What is the unique idea in connectivism? Elearnspace.** 2008. Disponível em: [http://www.masternewmedia.org/news/2008/08/09/educational\\_models\\_and\\_learning\\_in/](http://www.masternewmedia.org/news/2008/08/09/educational_models_and_learning_in/). Acesso em: 07 abr 2016.

SOUZA, M. P. de; et al. **Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química.** Rio de Janeiro: UERJ, 2004.

SPINELLI, W. **Os Objetos Virtuais de Aprendizagem: ação, criação e conhecimento.** Disponível em: <http://www.lapef.fe.usp.br/rived/textoscomplementares/texto1modulo5.pdf>. Acesso em 20 jan 2016.

SPOHRER, J. **Educational authoring tools and the educational object economy: Introduction to the special issue from the East/West Group.** Journal of Interactive Media In Education. In: <http://www.jime.open.ac.uk/2000/10/sphrer-2000-10-paper.html>. 2001. Acesso em: 05 mai 2016.

TABER, K.S. **Chemistry lessons for universities?: a review of constructivist ideas.** University Chemistry Education, v.4, n.2, p.63-72, 2000.

TAROUCO, L.M.R.; FABRE, M.C.J.M.; TAMUSIUNAS, F.R. **Reusabilidade de objetos educacionais.** 2003. Artigo. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

TORREZZAN, C.A.W.; BEHAR, P.A. **Design pedagógico: um olhar na construção de materiais educacionais digitais.** RENOUE. Revista Novas Tecnologias na Educação, v.7, p.1-7, 2009.

VALENTE, J.A. **Diferentes usos do computador na educação.** 2001. Disponível em: [www.mrherondomingues.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/1470/14/arquivos/File/PPP/Diferentesusosdocomputadoreducacao.PDF](http://www.mrherondomingues.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/1470/14/arquivos/File/PPP/Diferentesusosdocomputadoreducacao.PDF)>. Acesso em: 12 jan 2016.

ZAIONTZ, C. **Real Statistics Using Excel.** Disponível em: [www.real-statistics.com](http://www.real-statistics.com) 2015. Acesso em: 10 abr 2015.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. **Probing Understanding.** NY: The Falmer Press, 1992.