



08

# OBJETO DE APRENDIZAGEM PARA ABORDAR CONCEITOS DE CINÉTICA QUÍMICA POR MEIO DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

*LEARNING OBJECTS TO APPROACH THE CONCEPTS OF CHEMICAL KINETICS  
THROUGH PROBLEM SOLVING*

Geraldo Alexandre da Silva Júnior<sup>1</sup>  
([geraldoalexandrejr@yahoo.com.br](mailto:geraldoalexandrejr@yahoo.com.br))

Márcia Gorette Lima da Silva<sup>2</sup>

1. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
2. Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**Geraldo Alexandre da Silva Júnior :**

licenciado em Química e mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela UFRN. Atua como docente efetivo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Márcia Gorette Lima da Silva:**

licenciada em Química e doutora em Educação pela UFRN. Atua como docente do Instituto de Química e no mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFRN.



## RESUMO

Este estudo envolve a elaboração de um objeto de aprendizagem para abordar conteúdos relacionados à cinética química por meio da estratégia de ensino baseado na resolução de problemas. Para dar suporte teórico ao desenvolvimento deste produto foi realizado levantamento de pesquisas sobre a estratégia de ensino nos últimos 30 anos e das características, definições e aplicações dos objetos de aprendizagem. Elaboramos um aplicativo desenvolvido em Action Script no Macromedia Flash 8, tendo como cenário uma fazenda produtora de polpa de açaí. O produto foi aplicado e validado por licenciandos em química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A avaliação revelou inicialmente como aspecto negativo a linguagem utilizada nos textos, a qual foi reconstruída a partir destes argumentos e os aspectos positivos sinalizaram a própria acessibilidade e contextualização dos conceitos químicos.

**Palavras chaves:** Resolução de Problemas, Cinética Química, Objetos de Aprendizagem

## ABSTRACT

This study involves the development of a learning object approach to content related to chemical kinetics through the teaching strategy of problem solving. To support the theoretical developed of this product was conducted survey research on teaching strategy in the last 30 years and the characteristics and definitions of learning objects. We developed software in Action Script - Macromedia Flash 8 against the backboard of a farm açai pulp. This product was applied and validated by undergraduates in chemistry at the University Federal of Rio Grande do Norte. The evaluation showed negative aspect as the language used in texts, which was reconstructed from these arguments and the positives signaled the very accessibility and contextualization of chemical concepts.

**Key-words:** Problem Solving, Chemical Kinetics, Learning Objects



## INTRODUÇÃO

No campo da didática das Ciências temos vivenciado a produção e difusão de inúmeras propostas didático-pedagógicas tais como atividades experimentais, investigação dirigida, projetos escolares entre outros (CACHAPUZ et al., 2001; GIL-PEREZ 1993; CARRASCOSA 2005; FREIRE et al., 2011) que podem estruturar ações em sala de aula. No âmbito de tal diversidade de propostas, uma temática de interesse em nosso estudo dirige-se ao uso de metodologias ativas que auxiliem tanto ao planejamento de atividades como de elaboração de recursos didáticos (produtos educacionais) em sala de aula. Nesse sentido, foram iniciados estudos, no mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sobre as bases teóricas de diferentes estratégias didáticas (especialmente a resolução de problemas, problem-based learning) de forma a constituir um aporte teórico-metodológico para a proposição de um objeto de aprendizagem como ferramenta para auxiliar em abordagens inovadoras para o ensino-aprendizagem de ciências (SILVA JÚNIOR, 2010). Para dar suporte teórico ao desenvolvimento deste produto foi realizado levantamento de pesquisas sobre a estratégia de ensino nos últimos 30 anos e das características, definições e aplicações dos objetos de aprendizagem (FREIRE, SILVA JÚNIOR; SILVA, 2011).

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Entre as diferentes metodologias (ou estratégias de ensino) no campo da Didática das Ciências existe uma linha de propostas que trabalha baseada na resolução de problemas (RP) que corresponde ao universo de interesse deste estudo. Ainda que a orientação didática das investigações não seja uma questão atual no ensino de Ciências, entendemos a pertinência de sua implementação com fins didáticos, pois permite uma maior aproximação do estudante a uma metodologia científica e investigativa, sem considerá-lo como um cientista-mirim (SILVA et al., 2004). A investigação científica e sua projeção metodológica oferecem oportunidades educativas de inquestionáveis valores didáticos (LEYVA et al., 2005).

A velocidade com que cresce a informação no mundo cotidiano exige da escola e dos estudantes mais do que simplesmente assimilá-las, logo, um currículo baseado apenas na transmissão de informações pontuais já é visto como insuficiente para a necessidade do pensamento criativo. Tal relevância é sinalizada pela União Européia em 2009 ao chamar a atenção para a tríade imaginar, criar e inovar como competências-chave do desenvolvimento pessoal, social e econômico.

Entendemos que no processo de ensino e aprendizagem o aluno deverá mobilizar constantemente seu conhecimento relacionando teoria e prática e, o ensino baseado na resolução de problemas pode contribuir para a integração dos conhecimentos declarativos e procedimentais (POZO, 1998). Por outro lado, é importante destacar que, assim como qualquer estratégia de ensino, esta também possui limitações (NUÑEZ, 2004). Uma delas é o fato de exigir maior dedicação por parte do professor. De fato, a tarefa do professor não se reduz a selecionar problemas que possam ser mais ou menos compatíveis com determinados conteúdos teóricos. Da seleção e sequência dos problemas depende o interesse ou a disposição ou a motivação por parte do alunado e o grau de coerência interna que adquirem os conteúdos que compõem o componente curricular. Trata-se, de conseguir que o aluno considere como sendo seus os problemas propostos (ou não) pelo professor como ponto de partida do processo de aprendizagem. É evidente que esta estratégia exige prestar atenção aos aspectos motivacionais e atitudinais do ensino das ciências. Assim, em nosso caminhar sobre o tema, cabe uma rápida introdução sobre como e onde surgiu a abordagem em sala de aula do ensino baseado por problemas.

### 1. O ensino por problemas: características gerais

Há mais de duas décadas autores chamam a atenção para o fato de introduzir a resolução de problemas no currículo escolar como atividade central (GARRET, 1988). O ensino baseado na resolução de problemas começou a ser introduzido nos currículos das ciências da saúde em uma faculdade de medicina da Universidade McMaster no Canadá em 1968 não só como modelo específico de ensino (BARROWS e TAMBLYN, 1980), mas também como filosofia de ensino que requeria a reestruturação do currículo tradicional pressupondo uma educação multidisciplinar (LEITE, 2005).

Outros autores citam que a matemática talvez tenha sido a área onde tenha aparecido tradicionalmente a utilização dos problemas como atividades escolares (POZO et al., 1998). Trabalhos pioneiros como o de Polya, em 1945, na área da matemática se estenderam para o ensino de física, química, biologia e geologia. Na língua

inglesa é conhecido como Problem-Based Learning (WOODS, 2000) e recebeu em Portugal a designação de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas - ABRP (ESTEVEES et al., 2006). A proposta de resolução de problemas tinha como objetivo introduzir um ensino mais dinâmico e centrado no estudante visando contribuir para consolidar uma aprendizagem considerada útil, não só ao longo da vida profissional, mas também no dia-a-dia. O recurso a um ensino orientado para a ABRP modificava os processos de ensino e alterava a posição do professor, dando aos alunos uma maior liberdade e autonomia no seu aprendizado.

Entretanto, o uso da expressão “problema” é variado nos mais diferentes âmbitos de uma sociedade. Ao empregarmos essa expressão podemos estar nos referindo a um problema de caráter econômico, de saúde, social, etc. Na maioria das vezes o problema a que nos referimos denota o aspecto de uma situação ou questão por resolver e a resolução quase sempre implicará um processo de tomada de decisões, na seleção de procedimentos e na execução de um plano. Um aspecto importante que aparece nessa discussão é o caráter idiossincrático, ou seja, o que é um problema para um indivíduo pode não representar um problema para outro. Quer dizer, o termo “problema” é muito utilizado por todos e, talvez, seja necessário entendê-lo como uma categoria didática. Diferentemente ao que se atribui por problema no senso comum e, até mesmo em alguns livros didáticos, o sentido dado ao termo na perspectiva da didática das ciências é fundamentado na psicologia, epistemologia e filosofia da ciência.

No âmbito escolar, algumas investigações didáticas sinalizam que o entendimento dado ao termo pelos alunos não é muito diferente dos professores (CAMPANARIO e MOYA, 1999). Em geral, citam uma situação com dados numéricos que exige uma resposta e que, para obtê-la é necessário usar fórmulas ou expressões matemáticas ou ainda com uma situação quantitativa ou não que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos diretos para obtê-la. Entretanto, didaticamente o termo problema assume outra perspectiva no ensino de Ciências. O entendimento para vários autores é relacioná-lo a uma dificuldade, quer seja porque não se sabe a resposta ou por não possuir meios ou caminhos diretos para a solução, a ser enfrentada pelo indivíduo ou grupo. Quer dizer, é entendido como algo para o qual não se conhece a resposta nem se existe e, a resolução do problema refere-se ao processo mediante ao qual tal situação incerta é esclarecida implicando, em maior ou menor medida na mobilização e aplicação de conhecimentos e procedimentos por parte daquele que a soluciona (GAGNÉ, 1965; ASHMORE et al., 1979) levando a uma reorganização da estrutura cognitiva (NOVAK, 1977). Cabe esclarecer que, consideramos a ideia de reorganização da estrutura cognitiva como o processo pelo qual o indivíduo redefine seus esquemas prévios após resolver conflitos cognitivos para construção de novos conhecimentos (FARIA; NÚÑEZ, 2004).

A atividade de resolução necessita do estudante conhecimentos conceituais e procedimentais, no entanto, supõe-se que aquele que resolve pode fomentar a aprendizagem de novos conhecimentos e habilidades (LOPES, 1994). Uma definição clássica encontrada para o termo problema é identificá-lo como uma situação que um indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e, para a qual não dispõe de um caminho rápido e direto que leve à solução (LESTER, 1983).

Para a classificação de problemas ou situações-problema assumimos esta como sendo um estado psíquico de dificuldade intelectual, diante de uma tarefa que não pode explicar nem resolver com os meios que dispõem, embora estes meios sejam suficientes para compreender a situação (NÚÑEZ, 2004). Segundo Lopes (1994) pode-se considerar duas linhas: a classificação baseada no sujeito que resolve e no tipo de pensamento que irá desenvolver para tal ou de acordo com as características da tarefa.

A psicologia de Gestalt classifica as situações-problemas de acordo com o tipo de atividade a ser desenvolvida pela pessoa. Assim, os psicólogos desta perspectiva como Wertheimer (1945) distinguia com base no pensamento produtivo e reprodutivo. O primeiro era associado à produção de novas soluções pela organização ou reorganização dos elementos do problema enquanto que o segundo estaria relacionado à aplicação de métodos já conhecidos. Esta classificação se mostra bem próxima do que seria a diferença entre problema (pensamento produtivo) e exercício (pensamento reprodutivo) ou ainda denominados 'problemas bem ou mal definidos' (LOPES, 1994). Um 'problema bem definido' seria aquele em que é possível identificar a solução encontrada e o caminho desenvolvido no processo de resolução. Já o 'problema mal definido' tanto o ponto de partida como os passos a serem seguidos na resolução estão pouco claros podendo chegar a distintas soluções, sendo todas válidas como solução do problema. É importante destacar que, quando se fala de 'problemas bem' ou 'mal definidos' não é estabelecida uma dicotomia clara e evidente (LOPES, 1994). Assim, este autor propõe outra classificação baseado em dicotomias, a saber: aberto-fechado, formal-informal, curricular-não-curricular, livre-orientado, dado-apropriado, reais artificiais. Para a dicotomia aberto-fechado, o problema aberto permitiria chegar a várias soluções enquanto que o fechado só permite uma solução. No formal-informal, o problema formal teria sido previamente pensado e apresentado com uma formulação desejada, já no informal não teria uma formulação escrita, seria pouco claro sugerindo contextos e discussões. Na dicotomia curricular-não-curricular, o problema curricular seria aquele oriundo dos conteúdos da escola ou

de tarefas escolares, já o não-curricular não necessita de conteúdos estabelecidos pela escola para serem solucionados. Na dicotomia livre-orientado, o problema livre não permite nenhum tipo de ajuda durante a resolução, já o orientado teria assessoria de alguém mais experiente. Na dicotomia dado-apropriado, considera que no problema dado o estudante não participa da escolha e da formulação do problema, já no apropriado ele participa da sua gênese. Na dicotomia real-artificial, o problema real é aquele relacionado com as necessidades da sociedade, já o artificial responde a interesses acadêmicos, escolares, científicos ou uma curiosidade especulativa. Apesar de existir uma relação entre as diferentes dicotomias há como ponto inicial os problemas curriculares. Outra classificação é em termos de um caráter experimental ou teórico, por exemplo, os chamados 'problemas de lápis e papel'.

Os trabalhos que tratam do ensino baseado na resolução de problemas seguem diferentes vertentes (FREIRE, SILVA JÚNIOR; SILVA, 2011). Alguns propõem fazer uma análise das dificuldades apontadas por professores e alunos e as estratégias dos estudantes para resolver problemas (KEMPA, 1986; ESCUDERO 1996; OÑORBE, 2007; OÑORBE e SANCHEZ-JIMENEZ 1996a; 1996b; PERREN, 2004; GÓMEZ, 2007; SOLÁZ-PORTOLÉS e LOPES, 2007; CORONEL, 2008); sugerem propostas de trabalho para resolução de problemas experimentais (MARTINEZ, 1997; DE JONG, 1998; MERINO e HERRERO, 2007; CARMO e MARCONDES 2008, FRANCISCO JUNIOR, 2008) e aqueles que não fazem uso das atividades experimentais (GISBERT 1985; GÁRCIA, 2000; EICHLER e DEL PINO, 2000); os que analisam concepções acerca da resolução de problemas como estratégia didática (LEITE, 2005, ESTEVES, 2006); e artigos que exploram o uso da história da ciência como ferramenta no ensino por problemas (GONZÁLES e GÁTICA, 2008 entre outros). Ao mergulhar nos trabalhos publicados nos últimos 30 anos (desde 1980 a 2010) sobre a resolução de problemas como estratégia didática na educação química, observamos que os conteúdos químicos mais trabalhados foram: química quântica, soluções, meio ambiente, ácidos e bases, eletroquímica, polímeros, energia e suas transformações, tipos de reações químicas, modelos atômicos, gases, equilíbrio químico e estequiometria. A partir destes pontos, sinalizamos o fato de não identificarmos a partir do nosso levantamento trabalhos que utilizam no ensino do conceito de cinética química como estratégia didática a resolução de problemas.

## 2. Objetos de aprendizagem: ferramentas para o ensino

Nossa atenção se dirige aos produtos educacionais que possam ser utilizados didaticamente de modo a favorecer o ensino de conceitos químicos tendo como base teórica a abordagem por meio da resolução de problemas. Entre as diferentes ferramentas, particularmente, nosso foco foi dos objetos de aprendizagem computacionais.

Os objetos de aprendizagem apesar de serem considerados, por alguns como algo inovador, são propostas apresentadas a mais de uma década. Segundo Wiley (2000) podem considerados como elementos de um tipo de instrução com base em computador e no paradigma de orientação de objetos utilizados na computação, seja qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, re-utilizada ou referenciada durante a aprendizagem baseada em tecnologia. Uma característica desta definição é o fato de ser suficientemente estreita para caracterizar um conjunto razoavelmente homogêneo de possibilidades (recursos digitais reutilizáveis) e, ao mesmo tempo, ampla o suficiente para incluir um grande número de informações disponíveis na rede para acesso público (fotos, desenhos, hipertextos, vídeos, sons, animações, jogos, etc.). Para Souza et al., 2007, p.53,

objetos são representações de abstrações de entidades do mundo real. Tais representações podem ser implementadas usando-se a tecnologia de construção de software. No paradigma de orientação a objetos, objetos são componentes de software que podem ser reutilizados na construção de novos softwares. O objetivo principal do paradigma de orientação a objetos é facilitar a construção de software por meio do reuso de componentes. Dessa forma, sistemas mais complexos de software podem ser construídos por meio da organização de componentes menos complexos. Uma das consequências desse tipo de abordagem é a melhoria da produtividade no processo de trabalho uma vez que não é preciso a cada novo projeto recomeçar tudo do zero.

Os objetos de aprendizagem podem ser classificados considerando sua forma de apresentação como: fundamental (uma unidade de recurso digital para ajuda visual); combinado fechado (conjunto de pequeno número de recursos digitais combinados, por exemplo, vídeo); combinado aberto (mais recursos digitais combinados por um computador em tempo real, por exemplo, um blog de internet); gerador de apresentação

(construção lógica e estruturada para combinar ou gerar objetos, por exemplo, aplicativo Java); gerador de instrução (construção lógica e estruturada para combinar diferentes tipos de objetos e avaliar interações, por exemplo, aplicativo Shell). Dentre as propostas de objeto de aprendizagem, há aqueles desenvolvidos para uso do computador como (aplicativos, tutoriais, hipertextos, jogos, simuladores, exercícios entre outros).

Na internet é possível encontrar uma variedade de produtos com caráter dinâmico e interativo. Porém, não é qualquer material que poderá ser enquadrado como software educativo. Para Panqueva (1988) um software é considerado como todo conjunto de instruções que sirva para que o computador cumpra uma função ou realize uma tarefa. Neste sistema, o nível mais básico de software seria um sistema operacional ou um conjunto de programas que controla as operações do computador.

Na área de ensino, os softwares educativos são programas que permitem cumprir e apoiar funções educativas. Nesta categoria estão presentes tanto como ferramentas para o processo de investigação – por exemplo, programas para transcrição da fala e banco de dados de perguntas – como também os associados ao processo de ensino-aprendizagem – por exemplo, um sistema para ensinar alguma classe de conteúdo a partir de experiências do universo submicroscópico.

Uma proposta de classificação dos objetos de aprendizagem computacionais é apresentada como algorítmico ou heurístico. O material algorítmico é aquele que predomina a aprendizagem via transmissão de conhecimento de quem sabe até quem deseja aprender. Já o material heurístico é aquele que predomina a aprendizagem experiencial e por descoberta, onde o desenvolvedor do material cria ambiente rico em situações que o usuário deve explorar hipoteticamente. Podem ser simuladores, jogos educativos, linguagem sintônicas e alguns sistemas experientes (DWYER, 1974). Exemplos de objetos de aprendizagem disponíveis na rede são: trigonometria na ponte; futebol no país da matemática; trigonometria no parque (SOUZA JÚNIOR; LOPES, 2007); gangorra interativa (MACEDO et al., 2007); um dia de trabalho na fazenda; ábaco (LIMA et al. 2007); carbópolis (EICHLER; DEL PINO, 2006) entre outros.

## **METODOLOGIA**

### **1. Objetivo do estudo**

O objetivo deste artigo é relatar

- a) o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem (produto educacional) para abordar o conteúdo de cinética química baseado na estratégia de resolução de problemas;
- b) a avaliação da utilização do produto educacional por futuros professores de química com relação as limitações e vantagens do uso do objeto.

### **2. Definindo conceitos químicos a serem trabalhados**

O desenvolvimento do nosso objeto de aprendizagem se apoiou tanto no reconhecimento, a partir da literatura (FREIRE, SILVA JÚNIOR; SILVA, 2011) de poucos trabalhos baseados na resolução de problemas para o conteúdo de cinética química para o ensino médio como também na relevância do tema para a abordagem das transformações químicas.

Os conceitos relacionados à cinética química transitam entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico das transformações químicas. Pode-se trabalhar o nível macroscópico tanto o aspecto qualitativo como quantitativo a partir de fatos concretos, observáveis e mensuráveis. A abordagem pode contribuir com o reconhecimento e identificação de transformações químicas que ocorrem em diferentes intervalos de tempo e, a identificação de variáveis que possam modificar a rapidez de uma transformação química (concentração, temperatura, pressão, estado de agregação, catalisador, afinidade química e pressão - para reações no estado gasoso) e a proposição de procedimentos experimentais para determinar e controlar a rapidez de uma transformação. No nível submicroscópico tem como possibilidade relacionar os fatos macroscópicos para a proposição e utilização de modelos explicativos para compreender a rapidez das transformações químicas como, por exemplo, a teoria das colisões, a lei da velocidade entre outros. Com relação ao nível simbólico contribui para a compreensão e representação dos códigos, símbolos e das expressões próprias das transformações químicas (BRASIL, 2006).

Além disso, outros conteúdos estão relacionados com a cinética química como a termodinâmica e equilíbrio químico. Estes três conteúdos estão atrelados entre si pertencendo a uma mesma área de conhecimento, a Físico-Química. Nesta grande área a termodinâmica química propõe estudar as quantidades de energia envolvidas nas transformações discutindo a possibilidade destas ocorrerem ou não e sua espontaneidade (ATKINS; JONES, 2001). Entretanto, como não estima quão rápido ou lento será uma reação química surge à

necessidade da cinética química tendo como foco o tempo necessário para ocorrer uma transformação química e as condições que irão afetar este processo (MAHAN; MYERS, 1987). Para isso, faz uso das variáveis de estado termodinâmicas (pressão, temperatura e volume), além de estudos envolvendo as energias dos processos como, por exemplo, a relação entre a energia de ativação com a constante de velocidade.

No que se refere ao equilíbrio químico, a própria definição é atrelada ao conceito de velocidade (rapidez) de uma reação e, no âmbito energético, o equilíbrio está diretamente associado à energia livre (G), sendo definido energeticamente como a situação na qual  $\Delta G = 0$  (BRADY; HUMISTON, 1986).

Desta forma, o conceito de cinética química torna-se restrito se for abordado de forma isolada, sem dialogar com as demais áreas do conhecimento ou com pelo menos aquelas da mesma área. Estes conceitos químicos são os conceitos-foco do nosso produto que será abordado por meio de um objeto de aprendizagem, o qual assumimos como uma ferramenta para o ensino de química.

### 3. Material e métodos: o produto educacional

Para o desenvolvimento do produto era necessário definir o tipo de objeto de aprendizagem, os conteúdos químicos, o cenário, os problemas ou situações-problema para cada etapa, para, posteriormente, validá-lo. A partir deste panorama, nossa proposta é o desenvolvimento de um jogo virtual intitulado “Um passeio na fazenda de açaí” para simular um ambiente onde os alunos possam exercitar os conceitos relacionados com a cinética química dialogando com termodinâmica e equilíbrio químico cuja abordagem será baseada na aprendizagem por meio de resolução de problemas. A escolha do ambiente virtual surge como uma tentativa de construir um cenário com temática conhecida por muitos em função da divulgação e comercialização deste produto alimentício no país e no mundo.

A segunda etapa consiste na validação e avaliação do objeto de aprendizagem na opinião de futuros professores de química com relação a sua viabilidade e limitações. Para tanto, o produto foi apresentado para licenciandos do curso de química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte tanto na modalidade presencial como a distância.

Foi elaborado um roteiro com perguntas estruturadas como guia de uma entrevista coletiva a ser realizada durante a validação do produto. As sessões foram gravadas e as respostas transcritas e organizadas em termos de três pontos fundamentais: as limitações do produto; as vantagens e as sugestões para melhoria do produto.

A elaboração dos problemas e as etapas de cada ambiente do produto foram apresentadas e discutidas com diferentes colaboradores (professores e pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFRN e de colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina). Nestes encontros procuramos discutir as possíveis respostas aos problemas propostos, a viabilidade de resolução por parte de alunos do ensino médio e os pontos que deveriam ser modificados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Características do produto educacional

Nosso produto contém sete ambientes básicos por onde o estudante poderá circular, a saber: fazenda, casa, biblioteca, laboratório, sistemas de coleta, indústria e setor de entrega. O problema apresentado ao aluno considera que para o processamento e a distribuição deve-se considerar que o fruto possui um tempo de apodrecimento após colheita de aproximadamente 12 horas. A classificação deste problema à luz do referencial adotado é artificial, fechado, formal, orientado e dado, pois foi elaborado com interesse especulativo, permite apenas uma solução, foi previamente pensado e apresentado com uma formulação desejada, permite assessoria de pessoas mais experientes e o aluno não participa da escolha nem formulação do problema.

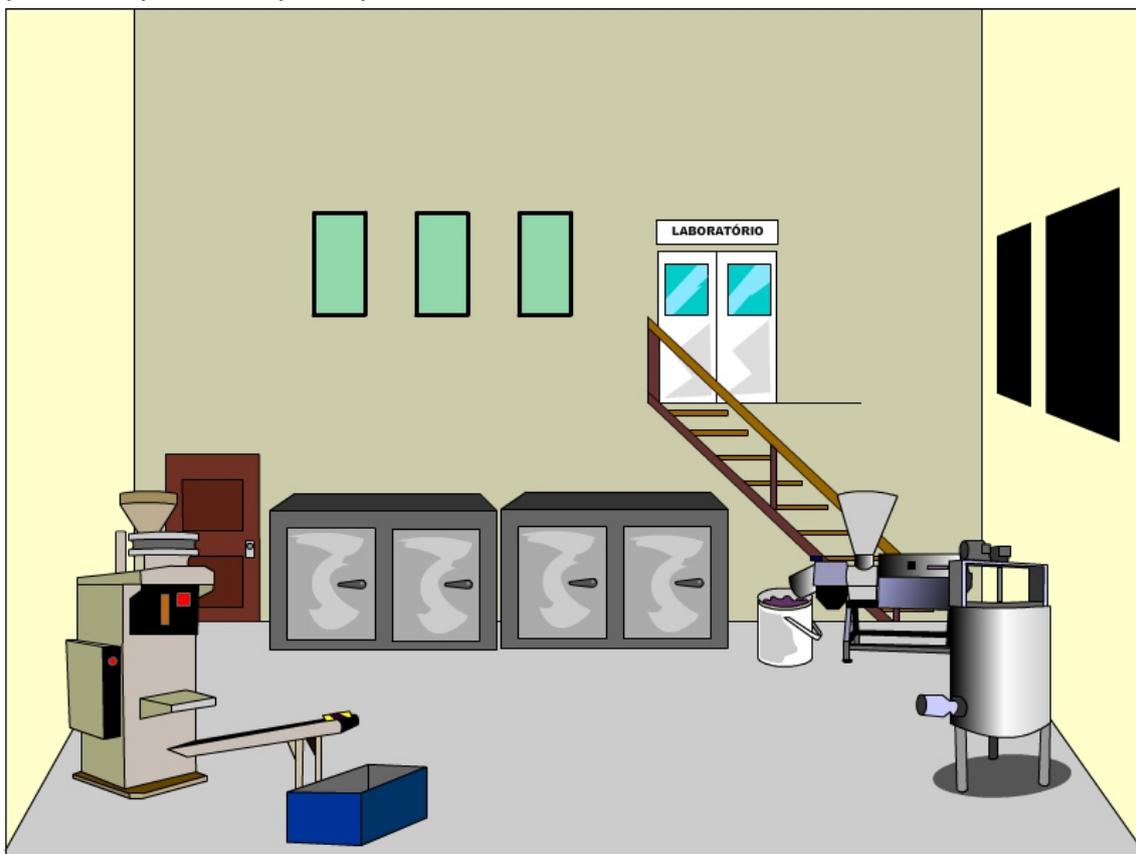
De uma forma geral, o programa funcionará de maneira que o estudante encontrará uma situação-problema e só poderá avançar na medida em que for propondo uma solução (que é inserida em sua ficha de acompanhamento). Por ser um problema fechado só permite uma única alternativa. Para impedir o avanço, uma tela (referenciada como momento de 'pausa para discussão') solicitando senha de acesso será colocada, sendo a senha fornecida pelo professor considerando o acompanhamento da atividade do aluno. Neste mesmo sistema, o aluno irá avançando no aplicativo diante de novas situações-problema.

No quadro a seguir são apresentados os ambientes do Passeio na fazenda de açaí com as respectivas características.

**Quadro 1: Síntese dos ambientes do objetivo de aprendizagem**

<b>Tela do ambiente</b>	<b>Cenário – Objetivo</b>	<b>Problema ou ação (cada tela)</b>
Fazenda	Três personagens devem assumir uma fazenda de açaí e ao visitar o local se deparam com alguns problemas. Fase exploratória e delimitação do problema.	A indústria está dando prejuízo porque os clientes estão devolvendo o produto porque chega ao destino final estragado.
Casa	Dá acesso a biblioteca e a plantação de açaí, tais como, as características da fazenda, etapas da industrialização.	Nesta tela permite ao aluno que possa ter uma visão geral dos setores na indústria que poderá acessar.
Plantação de açaí	Dá acesso a coleta do fruto, ao processamento e análise do produto no laboratório químico.	Apresentação do problema em termos da forma e tempo de coleta do fruto a ser enviado ao processamento na indústria, do combate as pragas naturais e se estas provocam ou não doenças nos seres humanos.
Sistemas de coleta	O aluno poderá acompanhar os passos iniciais da produção (colheita, transporte, lavagem e industrialização).	Apresentação do problema em termos de como coletar os frutos e distribuí-los de forma ágil para os demais setores, já que a produção nesta época excede a capacidade da indústria.
Indústria	Dá acesso ao processamento e ao setor de entrega.	Apresentação do problema em termos do tempo de processamento e armazenamento. O aluno deve definir as formas de armazenamento (nitrogênio, caixas plásticas, aço, refrigeração etc) e relacionar com o custo financeiro, a durabilidade e os impactos ambientais.
Setor de entrega	Concluído o processamento na indústria, em função da grande procura pelo produto e os novos clientes é necessário rever o processo de entrega e distribuição da polpa.	Apresentação do problema em termos de expansão da distribuição do produto ao consumidor, sem alterar o processo de logística.
Biblioteca	Informações técnicas sobre a planta, embalagem, contaminantes naturais como insetos etc.	Consiste em uma tela de apoio com textos, links para site na internet.
Laboratório	Realização de simulação do tempo que o fruto ou a polpa estragam (oxidam) em função da embalagem, tipo de transporte etc.	É o ambiente no qual o aluno testará suas hipóteses.
Pausa para discussão	Esta tela necessita de uma senha que pode ser dada pelo professor. É o momento para discussão dos dados coletados, das hipóteses levantadas e das estratégias para testá-las.	Acontece em cada uma das etapas: colheita do fruto, armazenamento e distribuição da polpa. A cada etapa uma nova situação (ou problema é apresentado)

Cabe ressaltar que o professor tem a possibilidade de pausar as atividades para discutir com os alunos, pois estes estão em um processo contínuo de delimitação do problema, levantamento de hipóteses, delimitação do plano de atuação ou estratégia, buscando informações que respaldem suas ações e relatando o que ocorreu. A figura a seguir ilustra uma das telas, neste caso a indústria, do nosso objeto de aprendizagem que contém os equipamentos previstos para a etapa do processamento do fruto.



*Figura 1: Ambiente do processamento do fruto na indústria.*

## 2. Aplicação e avaliação do produto educacional

A elaboração dos primeiros problemas foi no formato de lápis e papel. Participaram 7 bolsistas do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID-Química) da UFRN. Eram licenciandos que estavam desenvolvendo atividades em escolas públicas e haviam estudado e discutido a estratégia de ensino por meio de resolução de problemas. Assim, foram discutidos os princípios teóricos que estavam norteando a elaboração do objeto de aprendizagem e os problemas para as possíveis soluções. As atividades com os bolsistas foram organizadas em três etapas, a saber:

- apresentação da estratégia de ensino por meio de resolução de problemas incluindo uma breve discussão das características e focando na diferenciação entre o exercício e um problema acompanhada de um exemplo de cada situação;
- aplicação dos problemas em lápis e papel onde os licenciandos foram organizados em dois grupos para discutir as possíveis soluções;
- apresentação das propostas de solução: os licenciandos apresentaram suas propostas de solução elaborando cartazes justificando suas escolhas. Ainda nesta etapa, pediu-se a opinião dos alunos como futuros professores a respeito da viabilidade de aplicação da atividade junto a estudantes da educação básica.

A segunda situação de avaliação do nosso produto foi feita em uma atividade organizada pela Secretaria de Ensino a Distância (SEDIS), no município de Currais Novos com 13 alunos da licenciatura em química do ensino a distância da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Neste caso, o objeto de aprendizagem já tinha os ambientes prontos e a abordagem foi distinta da primeira avaliação, pois os participantes tiveram contato com o produto educacional.

As respostas dos participantes sobre a avaliação do produto educacional foram classificadas em termos de limitações do produto; as vantagens e as sugestões de melhoria. Identificamos, a partir das respostas, aspectos relacionados à elaboração dos problemas, melhoria dos textos utilizados na biblioteca e a abordagem didática do produto educacional. Assim, expressaram que entre as limitações do produto havia a necessidade

de rever os enunciados dos problemas, pois não estavam expressos com clareza. Outra limitação referia-se ao esclarecimento de determinadas terminologias utilizadas nos textos como, por exemplo, se o produto e a polpa de açaí eram ou não a mesma coisa. Como sugestão de utilização do produto educacional em sala de aula, os participantes citaram que o professor poderia estruturar sua sequência de atividades de modo a dar maior direcionamento para o conteúdo químico. Com relação as vantagens, os participantes consideraram o produto educacional como uma atividade viável, entretanto, sua utilização deveria considerar as condições físicas e de infraestrutura da escola. Tal observação não se dirigia ao nosso produto propriamente dito. Outras sugestões foram feitas na perspectiva de construir um objeto de aprendizagem que considerasse o contexto local, como por exemplo, o uso de frutas da região e a utilização de uma linguagem mais usual entre os jovens.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso relato sinaliza que o desenvolvimento de um objeto de aprendizagem deve ser apoiado em referenciais teóricos que sustentem os objetivos didático-pedagógicos propostos e não se apoiar em uma perspectiva ativista de realizar um jogo, vídeo etc. como uma panacéia de que os objetos tecnológicos por si só poderão contribuir com o ensino de química. A validação do nosso produto foi direcionada para esta perspectiva, de focar o objetivo pedagógico da formação do futuro professor de química.

Entendemos que o objeto de aprendizagem aqui apresentado se insere como sendo mais uma ferramenta que pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos químicos para o aluno do ensino médio. Pois, permite ao aluno vivenciar experiências onde irá fazer uso do conhecimento escolar para resolver problemas não escolares e o retorno (feedbacks) serão coerentes com a velocidade de ação daquele aluno. Propor problemas fechados os quais o aluno pode consultar a biblioteca, discutir com outros colegas e com o professor.

As fichas de acompanhamento presentes no próprio aplicativo proporcionam tal interação. Entretanto, cabe ao professor a sistematização e o planejamento do uso desta ferramenta na sala de aula.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores e colegas dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFRN e da Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC e aos licenciandos de química da UFRN.

## REFERÊNCIAS

- ASHMORE, A.D.; FRAZER, M.J.; CASEY, R.J. Problem solving and problem solving networks in chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 56, p. 377-379. 1979.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química Geral**. Rio de Janeiro: LTC, 1986.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ TERRADES, I. A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n.1, p. 155-195, 2001.
- CAMPANARIO, J.M.; MOYA, A. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17 n. 2, 179-192, 1999.
- CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I): Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. **Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 183-208, 2005.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das idéias dos alunos. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 37-41, 2008.
- CASTRO, J. L. R.; GIL-PÉREZ, D.; TORREGROSA, J. M. **La resolución de problemas de física y de química como investigación**. Madrid: CIDE, 1994.
- CORONEL, M. V.; CUROTTO, M. M. La resolución de problemas como estratégia de enseñanza y aprendizaje. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 463-479, 2008.
- DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas e soluciones. **Enseñanza de las ciencias**, v. 16, n. 2, p.305-314, 1998.
- EICHLER, M.; DEL PINO J. C. Carbópolis, um software para educação química. **Química Nova da Escola**, n. 11, p.10-12, 2000.

- ESCUADERO, C. Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3º año: caracterización através de entrevistas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 3, p. 241-256, 1996.
- ESCUADERO, C.; FLORES, S. G. Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 2 p. 155-175, 1996.
- ESTEVES, E.; COIMBRA, M.; MARTINS, P. A Aprendizagem da Física e Química Baseada na Resolução de Problemas: Um estudo centrado na sub-unidade temática "Ozono na estratosfera". **Boletín das Ciências**. 10º ano, n. 61, 2006. Disponível em: <[http://www.enciga.org/boletim/61/resumo\\_a\\_aprendizagem\\_da\\_fq.pdf](http://www.enciga.org/boletim/61/resumo_a_aprendizagem_da_fq.pdf)>. Acesso em: 29 abril 2011
- ESTEVES, E. **O ensino da física e da química através da aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo com futuros professores sobre concepções e viabilidade**. In: Congreso Internacional Aprendizaje basado en problemas, Peru, 2006. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5539>>. Acesso em: 29 abril 2011.
- FARIA, T. C. L.; NUÑEZ, I. B. A aprendizagem na perspectiva de Jean Piaget. In: NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L (Orgs.) **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: um novo ensino médio**. Porto Alegre, 2004. p. 43-50.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. **Química Nova na Escola**, n. 29, pp. 20-23, 2008.
- FREIRE, M. S. **A estratégia didática de resolução de problemas na formação de professores de Química**. 2010. 177f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2010.
- FREIRE, M.S.; SILVA JÚNIOR, G. A.; SILVA, M.G.L. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. **Acta Scientiae**, v. 13, n. 1, p.106-120, 2011.
- GARCÍA, G.; JOAQUÍN, J. La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. **Enseñanza de las ciencias**, v. 18, n. 1, p. 113-129, 2000.
- GARRET, R. M. Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 3, p. 224-23, 1988.
- GIL-PÉREZ, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.
- GISBERT, M. B. Metodo de resolución de problemas de física e química. **Enseñanza de las ciencias**, p. 213-215, 1985.
- GÓMEZ-MOLINÉ, M. R. Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química. **Enseñanza de las ciencias**, v. 25, n. 1, pp. 59-72, 2007.
- GONÇALVES, S. M.; MOSQUERA, M.S.; SEGURA, A.F. **La resolución de problemas en ciencias naturales: un modelo de enseñanza alternativa y superador**. Buenos Aires: Editorial SB, 2007.
- GONZÁLEZ, J. P. C., GÁTICA, M. Q. Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos e desafios para promover competencias cognitivo-lingüísticas en la química escolar. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 2, p. 197-212, 2008.
- JESSUP, M. N.; OVIEDO, P. E.; CASTELLANOS, R. P. La resolución de problemas y la educación en ciencias naturales. **Pedagogia e saberes**, n. 15, 2000.
- KEMPA, R. F. Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. **Enseñanza de las ciencias**, V. 4, n. 2 p. 99-110, 1986.
- LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de física e química**. In: Actas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia, 8, Braga, Portugal, 2005. Braga: Centro de Investigação em Educação do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2005. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/5537>>. Acesso em 29 de abril de 2011.
- LEYVA, A. L., ROQUE, D. F. e MARTÍNEZ, C. C.. La enseñanza problémica y sus potencialidades didácticas. **Revista Cubana de Educación Superior**. v. 25, n. 3, p. 17-22, 2005.
- LIMA, I.S.L. et al. Criando interfaces para objetos de aprendizagem. In: In: PRATA, C.L.; NASCIMENTO, A.C.A. (Orgs.) **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, p. 39-48, 2007.
- LOPES, J. B.; COSTA, N. Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 1, p. 45-61, 1996.
- LOPES, J. B. **Resolução de problemas em física e química: modelo para estratégia de ensino-aprendizagem**. Lisboa: Texto Editora, 1994.

- MACEDO, L. N.; CASTRO FILHO, J. A.; MACÊDO, A. A. M.; SIQUEIRA, D. M. B.; OLIVEIRA, E. M.; SALES, G. L.; FREIRE, R. S. Desenvolvendo o pensamento proporcional com o uso de um objeto de aprendizagem. In: PRATA, C.L.; NASCIMENTO, A.C.A. (Orgs.) **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, p. 17-26, 2007.
- MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química: um curso universitário**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1997.
- MARTIN, J. V. R. **La resolución de problemas de química como investigación: una propuesta didáctica basada en el cambio metodológico**. 1991, 411 f. Tese (Doutorado em ciencias químicas) – Facultad de ciencias, Departamento de Química Física, Universidad del país Vasco, 1991.
- MARTÍNEZ, A. M. M.; OVEJERO, M. P. Resolver el problema abierto: teñirlas a partir de productos colorantes naturales. Una actividade investigativa para la enseñanza secundaria obligatoria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 401-422, 1997.
- MERINO, J. M.; HERRERO, F. Resolución de problemas experimentales de química: una alternativa a las prácticas tradicionales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 3, pp. 630-648, 2007.
- METTES, C.T.C; PILOT, A. ROOSSINK, H.J.; KRAMERS-PALS, H. et al. Teaching and learning problem solving in science Part I: A general strategy. **Journal of Chemical Education**, v. 57 n.12, p. 882- 885. 1980.
- METTES, C.T.C; PILOT, A. ROOSSINK, H.J.; KRAMERS-PALS, H. et al. Teaching and learning problem solving in science Part II: Learning Problem Solving in a Thermodynamics Course. **Journal of Chemical Education**, v. 58, p. 51-55. 1981.
- NUÑEZ, I. B. et al. O uso de situações-problema no ensino de ciências. In: NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Orgs.) **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: um novo ensino médio**. Porto Alegre: Suína, 2004. p. 145-171.
- OÑORBE, A. Resolución de problemas. In: ALEIXANDRE, M. P. J. (Coord.). **Enseñar ciencias**. 2 ed. Madrid: Graó 2007, p. 73-93.
- OÑORBE, A.T.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J. M. Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química I. Opiniones del alumno. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, p. 165-170, 1996a.
- OÑORBE, A.T.; SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J. M. Dificultades en la enseñanza-aprendizaje de los problemas de física y química II. Opiniones del profesor. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n.3, p. 251-260, 1996b.
- PANQUEVA, A. H. G. Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje Enriquecidos con Computador. **Boletín de Informática Educativa**, v. 1, n. 2, p.117-145, 1988.
- PERALES, F. J. P., CAÑAL, P. (Orgs.) **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona: Marfil, 2000.
- PERALES, F. J. P. La resolución de problemas: una revision estructurada. **Enseñanza de las ciencias**, v. 11, n. 2, p.170-178, 1993.
- PERREN, M. A.; BOTTANI, E. J.; ODETTI, M. S. Problemas quantitativos y comprensión de conceptos. **Enseñanza de las ciencias**, v. 22, n. 1, p. 105-114, 2004.
- POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.
- POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. A. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recursos pedagógicos**. Brasília: MEC, SEED, 2007.
- SILVA JÚNIOR, G. A. **Objetos de aprendizagem na abordagem de conceitos químicos por meio de problemas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2010.
- SOLAZ-PORTOLÉS, J. J.; LÓPEZ, V. S. Resolución de problemas, modelos mentales e instrucción. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 1, pp. 70-89, 2007.
- SOUZA JÚNIOR, A. J.; LOPES, C.R. Saberes docentes e o desenvolvimento de objetos de aprendizagem. In: PRATA, C.L.; NASCIMENTO, A.C.A. (Orgs.) **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, p. 7-16, 2007.
- WILEY, D. The instructional use of learning objects. 2000. On-line version. Disponível em: <<http://reusability.org/read/>>. Acesso em: 15 de novembro de 2011.