



## ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE JOGO DIDÁTICO PARA DISCUSSÃO E COMPREENSÃO DO CONCEITO DE SUBSTÂNCIA EM AULAS DE QUÍMICA

*Designing and playing a didactic game to discuss and to learn on substance in Chemistry lessons*

*Preparación y enseñanza de juego educativo a la discusión y entendimiento del concepto sustancia en clases Químicas*

### Resumo

Neste trabalho, tivemos o objetivo de analisar a elaboração e aplicação de um jogo didático a partir de diferentes modos de pensar sobre substância, buscando avaliar contribuições do jogo para o processo de conceitualização vivenciados por licenciandos em aulas de Química. Pressupostos da teoria do perfil conceitual subsidiaram a elaboração e aplicação do jogo, uma vez que foram considerados diferentes modos de pensar sobre um conceito, que encontram sentido em contextos diversos, e têm papel importante no processo de conceitualização dos estudantes. Participaram da pesquisa 42 licenciandos de química, que vivenciaram o jogo e responderam a dois questionários. As atividades foram gravadas em áudio e vídeo, e foram analisadas as respostas dos licenciandos aos questionários e transcrições de discussões feitas por um dos grupos. O jogo elaborado apresentou predominantemente características de sistema linguístico, com regras, e materializado em tabuleiro, cartas e livreto de texto. Os licenciandos se mostraram motivados com o jogo, que proporcionou discussões sobre substâncias em diferentes cenários, contribuindo para ampliar o repertório de ideias no processo de conceitualização.

**Palavras-Chave:** substância; perfil conceitual; jogo didático; conceitualização

### Abstract

This work aimed to analyze the design and implementation of a didactic game taking into account different modes of thinking about substance, and to evaluate contributions of the game to the process of conceptualization for undergraduates in Chemistry lessons. The theory of conceptual profile supported the elaboration and implementation of the game, since it deal with different modes of thinking about a concept, which acquires meaning in different contexts, and play an important role in the process of conceptualization of the students. 42 undergraduates of the Course for Chemistry Teachers participated in the research, played the game and answered two questionnaires. Activities were video recorded and we analyzed responses to the questionnaires, and transcripts from the discussions carried out by undergraduates, when playing the game in a small group. The didactic game presented predominantly features of linguistic system, with rules, and materialized in a board, cards and text booklet. The undergraduates were motivated in playing the game, which promoted discussions on substances in different scenarios, helping to expand the repertoire of ideas in the process of conceptualization.

**Keywords:** substance; conceptual profile; didactic game; conceptualization

### Resumen

En este trabajo, teníamos intención de analizar el desarrollo e implementación de un juego didático propuesto teniendo en cuenta diferentes formas de pensar acerca de sustancias y evaluar las contribuciones del juego para el proceso de conceptualización vividos por estudiantes en las clases de Química. Supuestos de la teoría de perfil conceptual apoyaron el desarrollo y ejecución del juego, ya que se consideraron diferentes formas de pensar sobre un concepto, que tienen significado en diferentes contextos, y que juega un papel importante en el proceso de conceptualización de los estudiantes. Los participantes fueron 42 estudiantes para profesor de química, que experimentó el juego y respondió a dos cuestionarios. Las actividades fueron grabadas en audio y vídeo, y se analizaron las respuestas a los cuestionarios y transcripciones de discusiones realizados por uno de los grupos. El juego presenta carácter predominantemente del sistema lingüístico, con reglas, y se materializó en la mesa, cartas y un manual de texto. Los estudiantes fueron motivados con el juego, que proporcionó las discusiones sobre sustancias en diferentes escenarios, ayudando expandir el repertorio de ideas en el proceso de conceptualización.

**Palabras clave:** sustancias; perfil conceptual; juego didático; conceptualización

### AUTORES:

EDENIA MARIA RIBEIRO  
DO AMARAL<sup>1</sup>

ORCID 0000-0002-7945-6435

<sup>1</sup>Universidade Federal  
Rural de Pernambuco  
(UFRPE)

FILIPE TORRES DA SILVA<sup>2</sup>

ORCID 0000-0003-1392-1522

<sup>2</sup>Universidade Federal  
Rural de Pernambuco  
(UFRPE)



### Para citar este artigo:

AMARAL, E. M. R.; SILVA, F. T. Elaboração e aplicação de jogo didático para discussão e compreensão do conceito de substância em aulas de Química. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 01, n. 01, p. 93-113, jan./jul. 2017.





## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar a elaboração e aplicação de um jogo didático a partir de diferentes modos de pensar sobre substância, buscando avaliar as contribuições do jogo para o processo de conceituação vivenciados por licenciandos em aulas de Química. Para a elaboração do jogo foram considerados aspectos apontados na literatura sobre o uso de jogos didáticos, articulando com pressupostos firmados pela teoria do perfil conceitual para o ensino e aprendizagem.

Cunha (2012) apresenta um resgate sobre a importância do uso de jogos desde tempos remotos da história da humanidade, e aponta o Renascimento como um período no qual os jogos educativos ganharam importância. A autora cita Froebel para enfatizar a perspectiva do uso do jogo para o autoconhecimento e exercício da liberdade de expressão, e ainda coloca que os jogos foram usados para o ensino de ciências, a partir do século XVIII. Eles eram empregados de forma controlada no século XX, sendo mais recente a sua aplicação com o objetivo de favorecer a compreensão de conceitos (CUNHA, 2012).

### Os jogos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos

O uso de jogos visando a aprendizagem de conceitos deve ser feito a partir de uma compreensão aprofundada do que é um jogo, considerando a polissemia que esse termo implica, e como podem ser articuladas pelos menos três dimensões desse instrumento – a lúdica, a educativa e a didática. Nesse sentido, Soares (2008) ressalta que o interesse sobre jogos vem crescendo na área de Ensino de Química, contudo, a maioria dos trabalhos enfatiza o desenvolvimento e aplicação do jogo em detrimento da justificativa de métodos e referenciais teóricos que o caracterizem. Dessa forma, ao apresentar uma proposta de jogo para o ensino e aprendizagem, é importante que sejam esclarecidas concepções teóricas que suportam a proposição feita.

Sobre a compreensão do que é um jogo, Soares (2008) aponta para três possíveis diferenciações: jogo como resultado de um sistema linguístico, jogo como um sistema de regras, e jogo como um objeto. No primeiro caso, o jogo depende da linguagem e do contexto social, sendo importante considerar aspectos de compreensão e interpretação da linguagem usada e suas implicações ou projeções em contextos diversos, de forma a possibilitar o uso coletivo e compartilhado do jogo. No segundo caso, é importante compreender que diferentes modalidades de jogos podem ser caracterizadas a partir de regras mais ou menos explícitas, que são parte da atividade lúdica, sendo essenciais para o desenvolvimento do jogo. E, finalmente, no terceiro caso, o jogo é caracterizado por um objeto (brinquedo) e está relacionado com uma brincadeira (SOARES, 2008).

As dimensões lúdica, educativa e didática podem ser explicitadas na proposição de um jogo a partir da elucidação sobre o que cada uma delas representa. A dimensão lúdica pode ser associada à diversão e prazer (SOARES, 2008; CUNHA, 2012), vivenciada por crianças, jovens e adultos em atividades que impliquem no uso de brinquedos, ou sejam desenvolvidas em clima de brincadeira. Segundo Vygotsky (1978), ao brincar, as crianças podem apresentar ações e atitudes que não fazem parte de um repertório cotidiano, por exemplo, como se representassem alguém com maior nível de maturidade do que realmente possuem. Nessa situação, pode ser oferecido apoio para a superação de desafios, o que contribui para o desenvolvimento e aprendizagem das crianças nas interações com adultos experientes.

Na dimensão educativa, a apreensão de conhecimentos, habilidades e saberes é associada ao desenvolvimento de uma atividade lúdica (CUNHA, 2012). Nessa direção, alguns pesquisadores trabalham com a criação de ambientes que integram atividades lúdicas e aprendizagem, buscando promover a automotivação, responsabilidade e aumento da concentração, e apontam para resultados de maior engajamento e participação ativa das crianças nas atividades propostas (RESNICK, 2004).



Dessa forma, na dimensão educativa, a diversão e o prazer podem estar associados a aprendizagens amplas e ao desenvolvimento dos sujeitos.

A dimensão didática vai além da educativa quando tem objetivos voltados para o ensino de conceitos e conteúdos científicos, a partir de atividades intencionais, programadas e com regras, que geralmente são realizadas em salas de aula e laboratórios, buscando promover motivação e o desenvolvimento coerente de ideias (CUNHA, 2012). Aqui, torna-se oportuno ressaltar a definição dada por Laszlo (2004) para Ciências como um jogo com ideias, um processo de inovação e descoberta, mais do que algo que envolve exercícios em livros didáticos e aprendizagem de definições. O autor afirma que profissionais de química usam jogos que envolvem compostos químicos de uma maneira similar a crianças que misturam várias cores em um recipiente para ver o resultado obtido.

Nessa perspectiva, os jogos didáticos podem ser usados em situações de ensino, encerrando uma dimensão lúdica, educacional e didática, no sentido de proporcionar de forma divertida um conhecimento amplo de diferentes conteúdos químicos, e desenvolver a capacidade de compreender conceitos químicos em contextos diversos (CUNHA, 2012). Cunha chama a atenção sobre cuidados que devem ser tomados quando se tem a pretensão de propor um jogo didático: é necessário promover a troca de ideias, a elaboração de esquemas e estimular a tomada de decisão. Neste trabalho, iremos nos referir à proposição de um jogo didático, considerando que nele buscamos associar as três dimensões mencionadas acima, com ênfase na aprendizagem do conceito de substância.

Diante da discussão apresentada, consideramos que um jogo didático pode desempenhar um papel mediador entre os sujeitos envolvidos e diferentes compreensões sobre o conceito de substância, a partir de uma história divertida e envolvente (dimensão lúdica), que demanda a participação ativa dos sujeitos (dimensão educativa), e envolve diferentes situações nas quais o conceito de substância pode ser aplicado, demandando dos participantes a compreensão de aspectos diversos relacionados ao conceito estudado (dimensão didática). O jogo proposto, neste trabalho, foi denominado *Na Trilha das Substâncias*, e tentou abranger características de um jogo como sistema linguístico, contendo regras, e que foi materializado em um conjunto construído por tabuleiro de trilha, cartas, e livreto de história, devendo ser conduzido por um narrador. Com esse jogo, buscamos promover discussões envolvendo diferentes modos de pensar sobre substância, usando como pressuposto teórico a teoria do perfil conceitual.

### **O processo de conceituação e a teoria do perfil conceitual**

A teoria do perfil conceitual tem como base a ideia de que as pessoas podem exibir diferentes formas de ver e representar a realidade a sua volta e que a construção de novas ideias possa ocorrer sem que o indivíduo necessariamente abandone as suas concepções prévias (MORTIMER, 1995). Um perfil conceitual é constituído por zonas que podem estar relacionadas, cada uma delas, com uma perspectiva filosófica específica, baseada em compromissos epistemológicos, características ontológicas e axiológicas também distintas. Em outras palavras, as zonas de um perfil conceitual representam diferentes modos de pensar um mesmo conceito e um domínio ou contexto a que esse modo de pensar se aplica (MORTIMER, 1995, 2000; MORTIMER et al., 2014). Partindo desses pressupostos básicos sobre o perfil conceitual, é feita uma discussão sobre o processo de conceituação.

Na literatura, podemos encontrar duas diferentes formas de compreensão sobre o que é conceito (WELLS, 2008; MORTIMER et al., 2010; MORTIMER, SCOTT e EL-HANI, 2012). Em uma primeira perspectiva, é comum que os conceitos sejam abordados como modelos mentais apresentados pelos estudantes a partir da compreensão de um objeto ou evento, e que são ou podem se tornar estruturas mentais interiorizadas. Nessa direção, encontramos na filosofia uma visão que considera conceitos como entidades psicológicas, que pressupõe um sistema ou estrutura interna de representação mental no qual o pensamento ocorre, sendo estes identificados como representações mais básicas (LAURENCE e MARGOLIS, 1999; MARGOLIS e LAURENCE, 2008). Essas visões partem



do pressuposto de que conceitos são entidades mentais relativamente estáveis e podem ser *possuídos* pelos indivíduos (MORTIMER et al., 2014).

Em uma segunda perspectiva, conceitos existem como parte de um sistema estruturado de conhecimentos, como ciência ou linguagem natural. Nesses termos, os conceitos são estruturas ou entidades linguísticas externas e podem ser encontradas em textos e linguagens, como construções sociais. Isso representa uma mudança ontológica na compreensão sobre conceitos, uma vez que eles não são considerados como estruturas mentais, mas estão associados a processos mentais de conceituação, que ocorrem quando o indivíduo busca lidar com significados construídos socialmente (MORTIMER et al., 2014). Este processo dinâmico pode ser identificado com uma das funções mentais superiores (VYGOTSKY, 1978), ou seja, o pensamento conceitual. Dessa forma, conceituação é um processo emergente sempre produzido através de uma interação entre eventos individuais e eventos externos ou, com as experiências dos indivíduos. Conceituar é um processo intrinsecamente social e conduzido socialmente. Corroborando com estudos de Vosniadou (2008), Mortimer e colaboradores (2014) apontam que os conceitos corresponderiam a um estado de estabilidade no processo do pensamento conceitual quando alguns significados se consolidam na sequência de processos de aprendizagem. Podemos dizer que os conceitos adquirem uma *permanência* em nossas mentes.

O jogo didático proposto neste trabalho tem como pressuposto teórico que a compreensão do conceito científico de substância pode ser construída a partir da discussão sobre diferentes concepções que os indivíduos apresentam sobre substâncias em situações diversas, incluindo aqui ideias surgidas no desenvolvimento histórico das ideias científicas e nos sentidos atribuídos em contextos diversos. Isso difere significativamente da expectativa de aprendizagem do conceito de substância a partir da simples memorização ou reprodução de definições encontradas em livros didáticos e que circulam em aulas de Química. Consideramos que, ao propor um jogo didático com o intuito de promover interações e discussões que envolvem o conceito de substância, estaremos contribuindo para ampliar o repertório de ideias que compõem o entendimento sobre substâncias e suas aplicações, enriquecendo o processo de conceituação dos estudantes. Isso pode ser feito a partir da proposição de situações simuladas ou reais que possibilitem aos participantes do jogo a troca de ideias com os pares e a formulação de respostas sobre questões intencionalmente colocadas.

Segundo Vygostky (1931<sup>1</sup>/1981), o pensamento individual se desenvolve pela apropriação de ferramentas culturais, disponibilizadas para os indivíduos por meio de interações sociais. Por meio dessas interações compartilhamos as nossas experiências, que são multifacetadas e diversas, e podem contribuir para construção de perspectivas que representam, para nós, formas de falar e agir no mundo, e dão suporte às escolhas que fazemos. No contexto do ensino e aprendizagem de conceitos científicos, podemos considerar que essa seria a razão para que os estudantes se posicionem de uma ou outra forma, a partir de concepções e visões diferentes, quando são solicitados a discutir e/ou resolver uma questão ou problema que lhe remeta a contextos específicos (MORTIMER et al., 2014). Por exemplo, ao propormos uma situação na qual é questionada a pureza da substância água encontrada em rios ou em garrafas de água mineral, alguns estudantes se remetem a diferentes concepções sobre o que é uma substância pura, ou como se avalia a pureza de um material. A troca de ideias com os pares pode proporcionar o confronto de diferentes modos de pensar e, com a mediação do professor, os estudantes podem compartilhar significados que enriquecerão o processo de conceituação vivenciado por cada um.

El-Hani, Silva-Filho e Mortimer (2014) apresentam uma discussão sobre as escolhas de modos de pensar e de falar pelos indivíduos, tendo em vista as suas consequências para a prática. Segundo os autores, modos rivais de pensar podem ser escolhidos de forma objetiva pelos sujeitos ao enfrentar situações concretas e problemáticas. Em geral, essas escolhas são guiadas por critérios que podem ser discutidos e avaliados. Considerando a perspectiva da teoria do perfil conceitual, a emergência de

<sup>1</sup> Ano do trabalho do autor incluído em livro publicado em 1981



diferentes modos de pensar é inevitável em salas de aula de Ciências e modos distintos de pensamento podem ser escolhidos ao enfrentar uma situação concreta e problemática. Nessa perspectiva, o uso de estratégias didáticas que envolvem os estudantes em situações e problemas, discussão de ideias e tomada de posição parece constituir uma questão fundamental para o ensino de ciências.

Neste trabalho, o jogo didático *Na Trilha das Substâncias* foi proposto levando em conta que o conceito de substância deva ser discutido a partir de situações e questões que conduzam os estudantes a expressar e discutir suas ideias com os colegas e elaborar conjuntamente posicionamentos. De acordo com o que foi colocado anteriormente, há uma expectativa de que haja a emergência de diferentes modos de pensar sobre esse conceito a partir das situações propostas para a discussão. Dessa forma, para subsidiar a proposição dessas situações, foram considerados diferentes modos de pensar sobre substância a partir do perfil conceitual proposto por Silva e Amaral (2013). Os autores propuseram zonas para o perfil conceitual de substância e, neste trabalho, algumas adaptações foram feitas nas definições dessas zonas.

Para o perfil conceitual de substância, Silva e Amaral (2013) propuseram cinco zonas considerando dados obtidos a partir de questionários e entrevistas feitas com estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior, professores da educação básica, bem como o uso de pesquisa histórica em fontes secundárias, e revisão de trabalhos da literatura que tratam de concepções informais sobre substância. Compromissos epistemológicos e ontológicos foram identificados para as diferentes concepções identificadas e as zonas propostas para o perfil conceitual foram: essencialista, generalista, substancialista, racionalista e relacional.

A primeira zona do perfil conceitual proposta por Silva e Amaral (2013) é a zona *essencialista*, que inclui concepções nas quais a substância é relacionada às características essenciais dos materiais, e/ou que podem ser utilizadas para o benefício ou malefício das pessoas, da sociedade ou do ambiente. De acordo com os autores, nessa zona, estão agrupadas concepções e ideias que traduzem uma compreensão de substância como algo essencial para a existência, ou responsável por prejuízos e/ou preservação da vida. Neste trabalho, ideias que apresentem a compreensão de substância a partir de benefícios ou malefícios que podem causar à vida foram identificadas como utilitaristas, buscando para isso suporte em um compromisso epistemológico associado ao utilitarismo, considerando algumas ideias propostas por Mill (1863)<sup>2</sup> quando defende que o homem busca o que lhe traz felicidade (prazer ou benefícios) ainda que reconheça a dor (malefícios). Dessa forma, foi feita uma modificação na definição da zona essencialista proposta pelos autores, e com isso apontamos para a necessidade de estudos que possam levar à inclusão ou diferenciação de uma possível zona utilitarista neste perfil.

A segunda zona proposta por Silva e Amaral (2013) é a *generalista*, que é representativa de ideias nas quais a substância é associada a tudo que existe, sem fazer distinção sobre materiais, mencionar características e propriedades de seus componentes, ou demonstrar compreensão de modelos explicativos que representam os constituintes da matéria em uma dimensão atômico molecular. Essa zona é suportada por um compromisso epistemológico realista, em termos do realismo ingênuo definido por Bachelard (1938<sup>3</sup>/1996), considerando a generalização da ideia de substância, a partir de uma compreensão intuitiva e superficial. Como consequência dessa visão generalista, não é feita uma diferenciação entre material, substância, molécula, elemento, e átomo, e logo, não existe uma compreensão sobre as relações entre cada um desses constituintes dos materiais.

A terceira zona proposta é a zona *substancialista*, que reúne ideias sobre substância como algo presente ou contido nos materiais, sendo as propriedades de uma substância atribuídas a todo material ou a outros constituintes do mesmo. Em outras palavras, há uma “substancialização” das partes ou do conjunto partindo da ideia de substância. Por exemplo, os estudantes consideram que átomos de

<sup>2</sup> Ano da primeira edição do livro *Utilitarianism* (publicado na forma de três artigos, em 1961). Texto disponível em <https://www.utilitarianism.com/mill.htm>

<sup>3</sup> Data da primeira edição do livro.



hidrogênio isolados apresentam as mesmas características do gás hidrogênio. Uma outra característica dessa zona é a atribuição do estatuto de substância a algo imaterial, como foi feito com o flogisto e o calórico, no contexto histórico (SILVA e AMARAL, 2013).

Na zona *racionalista*, estão incluídas ideias sobre substância que são aceitas no contexto científico e que podem se apresentar tanto em uma dimensão macroscópica como na dimensão atômico molecular, considerando o compromisso epistemológico do racionalismo, como proposto por Bachelard (SILVA e AMARAL, 2013). Os estudantes conseguem compreender que as substâncias são formadas por elementos ou átomos, e que os materiais são formados por substâncias. Nessa zona, a compreensão sobre as propriedades das substâncias ganha relevância, pois substâncias puras apresentam propriedades bem definidas, que podem ser determinadas ou visualizadas pelos estudantes (ponto de ebulição, densidade, etc.). Por outro lado, as substâncias podem ser compreendidas em uma dimensão atômico molecular a partir dos seus constituintes – moléculas e átomos - agrupados por ligações químicas e/ou interações moleculares. A centralidade da compreensão das substâncias a partir das suas propriedades é o ponto que diferencia a zona racionalista da última zona proposta por Silva e Amaral (2013), a zona relacional.

A quinta e última zona proposta por Silva e Amaral (2013), a zona *relacional*, é representativa de concepções em que o conceito de substância pode ser compreendido a partir da relativização daquilo que o define. Uma substância pode apresentar propriedades que lhe caracterizam sob condições específicas e não apresentar a mesma propriedade em condições diferentes. Dessa forma, a substância não se encerra em suas propriedades, visto que elas podem variar de acordo com o meio e as interações aos quais a substância estiver submetida. Por exemplo, propriedades como a eletronegatividade ou o caráter ácido podem variar dependendo das interações que envolvem uma substância. Nessa perspectiva, podem ser consideradas também as relações entre energia e matéria, quando são estabelecidas condições em que uma pode se converter na outra ( $E=mc^2$ ). Esse tipo de concepção dificilmente é expressado por alunos da educação básica.

A partir dos diferentes modos de pensar sobre substância, estruturados em termos de zonas do perfil conceitual, nós elaboramos o jogo didático *Na Trilha das Substâncias* e buscamos analisar como uma turma de licenciandos em Química se engaja e expressa suas ideias em situações de aprendizagem, vivenciando processos de conceitualização.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa foi adotada uma abordagem metodológica qualitativa, no sentido de tornar possível a análise da elaboração do jogo, sua aplicação em sala de aula, e avaliar a contribuição do mesmo para o processo de conceitualização vivenciado por licenciandos. Dessa forma, procedimentos e instrumentos da investigação foram estruturados visando a interpretação dos dados à luz dos referenciais teóricos aqui adotados. A pesquisa foi realizada em três etapas: a elaboração, a aplicação e a avaliação do jogo didático.

O jogo didático foi elaborado no formato de trilha, um tipo de jogo usado desde o século XVIII, com o objetivo de ensinar ciências a membros da realeza e aristocracia e que contava a história e glória dos reis, sendo popularizado naquela época (CUNHA, 2012). Na elaboração do jogo foram consideradas as zonas do perfil de conceitual de substância para criar situações e cenários diversos que envolvessem o conceito de substância e, também, para orientar a elaboração de cartas com perguntas, respostas, ajuda e curiosidade, que são usadas ao longo do jogo. Após a elaboração de uma primeira versão do jogo, foi realizado um teste piloto com a participação de 05 estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). No teste piloto, o jogo teve duração de 40 minutos e o objetivo era levantar possíveis problemas que só seriam evidenciados no momento de aplicação. Para fazer uma avaliação, ao final da atividade, os licenciandos foram solicitados a colocar: a) se o conteúdo



sobre substância química estava sendo bem explorado; b) se a dinâmica do jogo trazia interesse; e c) se as situações e perguntas colocadas estavam claras. A atividade com o jogo foi gravada em áudio e vídeo, e algumas falas foram transcritas para análise.

Na aplicação do teste piloto, os 05 licenciandos inicialmente demonstraram interesse com o material e a proposta do jogo, mas surgiram várias dúvidas e solicitações de esclarecimento sobre as perguntas formuladas. Ao longo do jogo, o interesse dos licenciandos foi crescente e a discussão das questões se tornou gradualmente mais consolidada, sendo estabelecidas interações satisfatórias entre os participantes. Na avaliação, os licenciandos apontaram como positiva a abordagem do conceito de substância, e elogiaram a inserção de aspectos da história da Química no texto que guia a trilha do jogo. Quando foram questionados sobre a clareza das situações colocadas, fizeram críticas sobre a complexidade de algumas perguntas, e a maioria considerou que elas tinham um nível elevado para aplicação no Ensino Médio. A partir desses resultados, fizemos uma revisão no nível das perguntas e buscamos criar situações adequadas ao nível de compreensão dos participantes. Ao final do jogo, os licenciandos foram solicitados a apontar possibilidades de aplicação do jogo em sala de aula, e as sugestões foram variadas. Entre elas, destacamos: como método de avaliação, forma de levantamento de conhecimentos prévios, reforço sobre um conteúdo já estudado em aulas tradicionais. Este último item sugere que os licenciandos não percebem que a participação no jogo pode se constituir como um momento de estudo e aprofundamento na compreensão do conteúdo em discussão, e não somente como atividade complementar. Esse aspecto nos serviu de alerta para que sejam colocados claramente os objetivos de ensino e aprendizagem na versão final do jogo.

Na segunda etapa da metodologia, a versão final do jogo didático foi aplicada em uma turma do primeiro período do curso de Licenciatura em Química da UFRPE e participaram 42 licenciandos do turno noturno. A aplicação do jogo foi feita em 02 aulas geminadas da disciplina Química I, com duração de 100 minutos, na qual os conceitos de misturas e substância são comumente discutidos, como forma de revisar os estudos feitos na Educação Básica. Os estudantes foram organizados em 7 grupos, cada um com 06 integrantes, e foram analisadas as discussões de um único grupo. A aplicação do jogo foi gravada em áudio e vídeo e algumas falas foram transcritas para análise. A atividade do jogo nesta aula foi planejada conforme descrita no quadro 1. Dois dos licenciandos que participaram do teste piloto, auxiliaram a aplicação da versão final do jogo.

**Quadro 1:** Planejamento para aplicação do jogo didático Na Trilha das Substâncias.

<b>Atividades para o desenvolvimento do jogo</b>
1. Apresentação dos objetivos do jogo
2. Aplicação do Questionário 1 individualmente aos licenciandos.
3. Organização dos licenciandos em grupos e foram distribuídos materiais para cada grupo: um tabuleiro, um conjunto de cartas, e um cartão de regras.
4. Vivência do jogo (45 minutos).
6. Aplicação do Questionário 2 individualmente aos licenciandos.
7. Encerramento da aula com uma discussão no grande grupo sobre a dinâmica do jogo.

### **Análise dos dados**

Os dados foram organizados e analisados na ordem cronológica do desenvolvimento das etapas metodológicas. Primeiramente, buscamos identificar as características e objetivos do jogo proposto, a partir de categorias propostas por Soares (2008) e Cunha (2012). Em seguida, as respostas ao questionário 1, que teve como objetivo levantar concepções dos licenciandos sobre o conceito de substância, foram agrupadas por similaridade de sentidos e categorizadas a partir de zonas do perfil conceitual (SILVA e AMARAL, 2013). As respostas ao questionário 2, que teve o objetivo de avaliar as impressões dos licenciandos sobre a atividade vivenciada em sala de aula, foram analisadas na última etapa dessa investigação, que é destinada à avaliação do jogo. As perguntas feitas nos dois questionários serão apresentadas no momento da análise. Para a análise da vivência do jogo e de



aspectos do processo de conceituação dos estudantes, um grupo foi escolhido por sorteio para que fossem gravadas em áudio as discussões feitas no desenvolvimento do jogo. As falas dos licenciandos foram analisadas buscando identificar concepções sobre substâncias que emergiam na discussão e na elaboração das respostas, tendo como referência as zonas do perfil conceitual (SILVA e AMARAL, 2013) e aspectos do processo de conceituação vivenciados por esses licenciandos foram apontados na análise, considerando as possíveis articulações feitas entre diferentes modos de pensar que emergiram nas falas dos estudantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados a seguir, conforme a cronologia das etapas de pesquisa: apresentação e análise do jogo didático proposto, aplicação e análise da vivência do jogo e a avaliação do jogo pelos participantes.

### O jogo *Na Trilha das Substâncias*: apresentação e análise

Na elaboração do jogo *Na Trilha das Substâncias*, buscamos propor situações e elaborar perguntas que oportunizassem aos licenciandos a discussão de ideias representativas de todas as zonas do perfil conceitual, ou seja, de diferentes modos de pensar o conceito de substância. Dessa forma, foi proposta uma trilha, na qual a abordagem ao conceito fosse se tornando progressivamente mais complexa no trajeto entre a partida e a chegada. A trilha foi ambientada com cenários que pudessem favorecer a emergência de zonas do perfil conceitual, buscando a cumprir o objetivo de ensino para o jogo didático: promover interações e discussões sobre diferentes modos de pensar o conceito de substância, de forma a contribuir para o processo de conceituação dos licenciandos.

O jogo é constituído por: um cartão com as regras (figura 1); um tabuleiro (figura 2), no qual é apresentada a trilha a ser percorrida; quatro conjuntos de cartas – perguntas, respostas, ajuda e curiosidades (figura 3) –; e um livreto no qual é contada uma história para contextualização da jornada a ser vivenciada no jogo.

**NA TRILHA DAS SUBSTÂNCIAS**

Objetivo: percorrer toda a trilha, partindo da primeira estação do trem com o objetivo de chegar na última estação. Para isso, você terá que buscar respostas corretas para as perguntas feitas em cada parada do trem.

**COMO JOGAR**

1. O jogo é guiado pelo enredo de uma história fictícia que se passa em cenários imaginários, e poderá ser contada pelo professor ou líder do grupo. Aos participantes são apresentados os cenários e situações que estão ilustrados no tabuleiro do jogo. Sugere-se que os participantes sejam divididos em grupos, que podem avançar na trilha ao longo da narrativa, respondendo corretamente às perguntas feitas.
2. O caminho apresentado no tabuleiro é linear, passa por todos os cenários, e deverá ser seguido pelos participantes sem pular etapas.
3. Os retângulos vermelhos na trilha indicam que uma pergunta escrita na CARTA VERMELHA (tipos 1, 2, 3, 4, 5) deve ser lançada aos participantes, dependendo do cenário em que se encontram.
4. Quando a resposta dos participantes é satisfatória, eles recebem uma CARTA CURIOSIDADE (cor amarela) e avançam no jogo
5. Quando a resposta dos participantes não for satisfatória, o grupo recebe uma CARTA AJUDA (cor verde) e outra pergunta é feita aos participantes. Caso seja necessário, outra carta ajuda poderá ser utilizada.
6. Todas as cartas estão no tabuleiro e são distribuídas com a orientação do professor.
7. O conjunto de CARTAS RESPOSTAS (cor azul) fica com o professor e elas podem ser lidas quando os participantes chegarem à resposta da pergunta correspondente.
8. Ao longo do jogo é importante o professor promover discussões sobre as perguntas para evitar respostas muito sucintas. Com isso, o jogo poderá promover interações entre professor e participantes

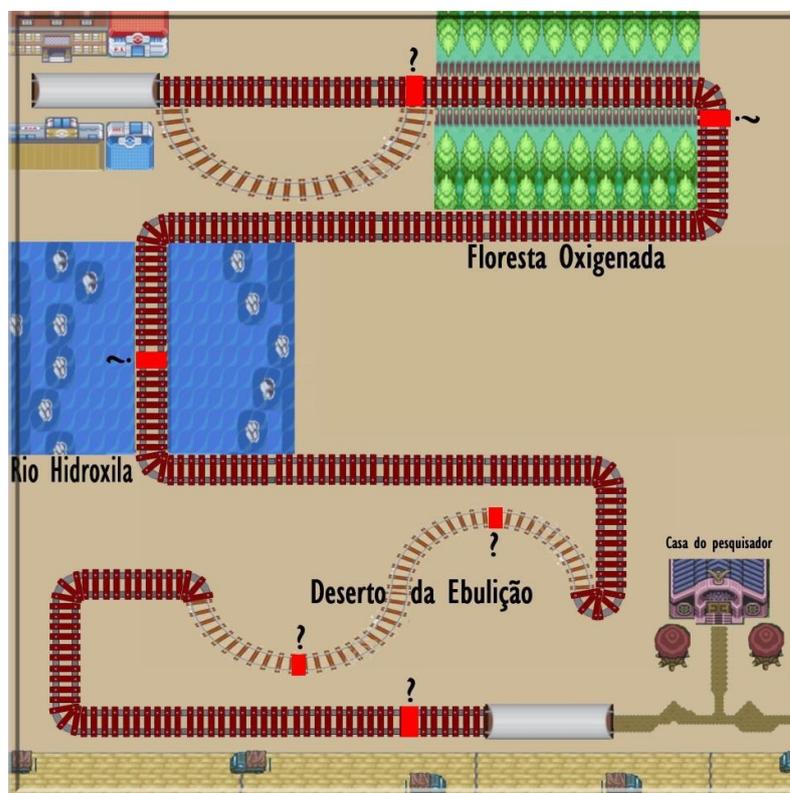
Figura 1: Cartão de regras do jogo *Na Trilha das Substâncias*.



No cartão de regras estão colocados o objetivo e a dinâmica do jogo, são estabelecidos papéis para um narrador (o professor ou líder do grupo) e os participantes, e são explicadas as funções de cada carta disponível. O narrador é responsável por auxiliar os participantes na sua trajetória, gerenciar a distribuição das cartas, dar voz a personagens fictícios que aparecem em cada parada, e fornecer respostas às perguntas feitas, ao final de cada parada.

No tabuleiro (figura 2), estão desenhados 4 cenários para o Reino de Atomística: a Floresta Oxigenada, o Rio Hidroxila (tendo acima a Ponte de Hidrogênio), o Deserto da Ebulição e a Casa do Pesquisador. A ideia é que os participantes percorram todos os cenários e, para isso, é feita uma introdução no livreto de história, como mostrado no trecho abaixo:

*“A imaginação surge da capacidade de criar, inventar, construir. E é exatamente isso que vocês serão convidados a fazer nesse jogo: imaginar, construir um mundo imaginário e embarcar em uma viagem. O trem já vai partir e vocês não podem demorar, afinal as pesquisas na Universidade de Lavoisiedon dependem daquilo que vocês encontrarem ao chegar à última estação. O Reino de Atomística é enorme. Cenários e personagens incríveis não vão faltar. Onde é possível imaginar um deserto quente e seco próximo a um rio de águas profundas ou um trilho de trem que passa por dentro de uma densa floresta? Pois bem, aqui nada é descartado. Tudo é e tem que ser aproveitado ao máximo. Garantimos que será uma grande viagem em suas vidas. (...)”*



**Figura 2:** Tabuleiro do jogo Na Trilha das Substâncias.

Na figura 2, cada quadro vermelho corresponde a uma parada do trem, na qual os viajantes são convidados a interagir com um personagem fictício, que pode ser associado a fatos históricos importantes no desenvolvimento do conceito de substância. Além disso, em cada uma das quatro primeiras paradas, é exibido um vídeo curto que mostra diferentes situações envolvendo o conceito de substância. Ao parar em cada casa vermelha, os participantes terão que responder corretamente a uma pergunta para seguir viagem. Cada parada do trem traz uma oportunidade de discussão e interação, no sentido de construir respostas às perguntas feitas. Dessa forma, oportunizamos aos jogadores a



discussão de diferentes modos de compreensão sobre substâncias associados a situações e contextos diversos. Como contribuição para a discussão podem ser usadas cartas de ajuda e de curiosidades. Com esse formato, pretendemos imprimir um caráter lúdico às discussões propostas no jogo, que são estimuladas por meio de uma história de aventura, buscando associar diversão a uma atividade de aprendizagem sobre um conceito científico (CUNHA, 2012).

Para apoiar essa dinâmica, foram elaborados quatro conjuntos de cartas com diferentes cores (figura 3) – perguntas (vermelha), respostas (azul), ajuda (verde) e curiosidade (amarela). Cada carta tem uma função diferente e elas são usadas em situações específicas do jogo, como definido nas regras.

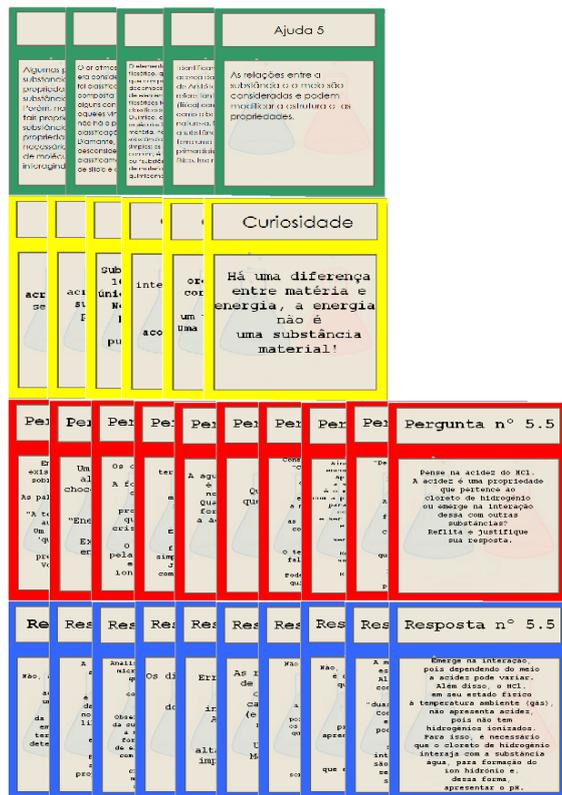


Figura 3: Conjunto de cartas do jogo Na Trilha das Substâncias.

Em cada parada do trem, as cartas de perguntas são lidas pelo narrador ou líder do grupo, após a interação com o personagem fictício e da exibição do vídeo. Se o grupo apresentar uma resposta satisfatória, recebe uma carta de curiosidade, mas, se a resposta não for satisfatória, recebe uma carta de ajuda. Caso não consigam responder à primeira pergunta após receber uma ajuda, uma nova pergunta (em outra carta) é feita ao grupo. Ao final de cada parada, chegando a uma resposta correta, a carta de resposta é lida e os participantes seguem a viagem.

A história escrita no livreto procura criar um enredo para as ilustrações do tabuleiro e é ambientada a partir de fatos presentes na história da Química. Um tema central é usado na criação do enredo: a descoberta do fulereno, uma substância alotrópica de carbono, tal como o diamante e o grafite. A seguir é mostrado mais um trecho do livreto:

*“(...) informações de que um pesquisador chamado Bernd Eggen tenha participado de uma nova pesquisa anima todos da Universidade de Lavoisiedon!!! Especula-se que seu grupo tenha descoberto uma terceira forma alotrópica do carbono. E isso vai representar um enorme avanço nas pesquisas da universidade da cidade. E dizem também que essa forma alotrópica é uma substância 100% pura(...)”.*



De forma resumida, no quadro 2, são apresentados os cinco cenários do jogo, descritos no livreto de história, seus personagens, os vídeos exibidos e os tipos de questionamento realizados na expectativa de que diferentes modos de compreender as substâncias sejam evidenciados.

**Quadro 2:** Cenários, personagens, vídeos e questionamentos no jogo Na Trilha das Substâncias.

Cenários	Floresta Oxigenada		Rio Hidroxila	Deserto da Ebulição		Casa do pesquisador
Personagem	Paracelso	Van Helmont	Roberto	George	Antônio	Jonathan
Contexto	O personagem fala de Ciência, misticismo e filosofia e das diferenças entre Alquimia e Química. São descritas as características da fauna e flora da floresta.	Personagem associado a uma valorização do trabalho experimental/quantitativo, que subsidiou modelos explicativos da ciência	Personagem associado a ideias sobre átomos e moléculas. Descrição de características físicas do rio e da sua importância.	Personagem associado com estudo de processos químicos (combustão). Ruptura com visões filosóficas anteriores.	Personagem associado a estudos de conservação da massa em processos químicos. A relação entre matéria e energia.	Personagem associado à descoberta do modelo atômico. O ambiente tem equipamentos para estudos teóricos de moléculas
Vídeos exibidos	Energia que contagia <sup>4</sup> : uma propaganda de bebida com guaraná – “substância” que dá energia?	Caverna de Cristais <sup>5</sup> : a formação de cristais gigantes (substância?) em uma caverna	Água Santa Clara <sup>6</sup> – água pura e cristalina vinda da natureza	Grandes Pensadores: Aristóteles <sup>7</sup> : primeiros pensamentos da ciência	-	-
Questões feitas na aplicação	Sobre a relação entre substâncias e energia.	Sobre a constituição do diamante.	Sobre a pureza da água	Constituição da matéria e substâncias	Conversão de matéria em energia	Existe substância 100% pura?

Fonte: os autores.

O quadro 2 mostra uma visão geral do que o tabuleiro, cartas e o livreto de história trazem para a vivência do jogo. Em cada cenário, buscamos criar um contexto que favorecesse a discussão de ideias representativas de algumas zonas do perfil conceitual, no entanto, não podemos ter a pretensão de controle sobre a heterogeneidade de modos de pensar e formas de falar dos estudantes, e outras zonas do perfil podem aparecer. Na Floresta Oxigenada, buscamos apresentar um contexto histórico no qual a ciência, antes com aproximações místicas, se torna mais sistematizada a partir da valorização do trabalho experimental. Nesse contexto, o vídeo faz uma provocação sobre o guaraná, uma planta originária da Floresta Amazônica, constituído por substâncias estimulantes e, em geral, considerado como fonte de energia. As perguntas referentes a esse cenário procuravam relacionar energia e substância – por exemplo, uma se refere às causas do aquecimento global, outra ao consumo de substâncias para obtenção de energia, uma terceira sobre a formação do diamante, e a última sobre a formação e constituição de cristais. A expectativa aqui é promover uma discussão na qual o participante poderá ou não fazer diferenciações entre materiais e seus constituintes, demonstrar

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GYqDys7W5FA>. Acesso em: janeiro/2013

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EtUWMMWisyFQ>. Acesso em: janeiro/2013

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vpnUJGbh-AM>. Acesso em: janeiro/2013

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kkHJce9-oLE>. Acesso em: janeiro/2013



conhecimento sobre o uso de substâncias que fortalecem o organismo humano, e/ou versar sobre propriedades ou constituintes de substâncias. A expectativa é de que ideias das zonas generalista, essencialista (utilitarista), substancialista, ou racionalista possam ser abordadas, mas potencialmente qualquer zona pode emergir na discussão.

No cenário do Rio Hidroxila, são propostas situações que trazem o contexto das águas presentes na natureza, e as perguntas buscam explorar discussões sobre a constituição da água mineral, a origem dos sais minerais na composição dessa água, e a pureza da água. A expectativa é de que, ao buscar as respostas, os participantes possam expressar uma compreensão sobre a presença das substâncias em materiais e o modelo químico da substância pura. Ideias das zonas generalistas ou racionalistas podem emergir na discussão. No cenário do Deserto em Ebulição, é proposto um contexto em que são contrapostas reflexões filosóficas sobre a matéria, a proposição da lei de conservação da massa e da relação entre matéria e energia, na teoria da relatividade. As perguntas buscam levar os viajantes a contraporem as ideias de átomo e substância no contexto filosófico, a conversão entre matéria e energia e a propriedade relacional das substâncias ácidas. Neste cenário, é esperado que ideias das zonas generalista, racionalista e relacional sejam mobilizadas nas discussões, mas outras zonas podem emergir.

A chegada à parada final do trem é representada por um diálogo entre o personagem Jonathan e o pesquisador da Universidade de Lavoisiedon, que interage com os participantes a partir de um texto no qual ele busca esclarecer o conceito de substância pura e a dificuldade de encontrar uma substância com 100% de pureza na natureza. E, dessa forma, situa a importância da descoberta do fulereno, conforme trecho retirado do livreto do jogo:

*A descoberta que os trouxe aqui é uma terceira forma alotrópica do carbono. Essa substância é constituída por um único tipo de átomo, mas mesmo assim, nem sempre pode ser considerada pura. Temos a possibilidade de obter substâncias puras por meio de processos industriais rigorosos, mas o que está em jogo aqui é o conceito de substância. De uma forma geral, estudamos as substâncias químicas como se elas fossem isoladas, mas elas são encontradas a partir de materiais, nos quais estão envolvidas em interações complexas. O conceito de substância química pode ser considerado como um modelo de sucesso para o estudo da constituição e propriedades desses materiais, que nos leva a processos de purificação e obtenção de produtos com propriedades e aplicações específicas. No entanto, no estudo desse conceito, muitas concepções estão em jogo, desde os tempos mais remotos do desenvolvimento científico.*

A partir da descrição acima, podemos elencar uma característica importante do jogo *Na Trilha das Substâncias*: ressaltamos que a atividade proposta demanda envolvimento dos participantes, disposição para a leitura dos textos e articulação das informações disponibilizadas, o que implica em um papel fundamental do narrador na dinâmica desse jogo. Entre outros, esse ponto está relacionado com a opção por usar aspectos da história da Química no texto, considerando que algumas zonas do perfil conceitual são propostas a partir de concepções que surgiram ao longo do desenvolvimento histórico do conceito. Dessa forma, o jogo didático proposto pode ser caracterizado como um sistema linguístico (SOARES, 2008), uma vez que a sua dinâmica envolve o compartilhamento de significados a serem construídos entre os participantes. As regras, as cartas, o livreto, e o tabuleiro, confeccionados com cores e imagens, são os componentes materiais do jogo (SOARES, 2008) que, juntamente com o texto de uma história fictícia e cheia de personagens, pretendem imprimir uma dimensão lúdica (SOARES, 2008; CUNHA, 2012) ao processo de construção de significados. A inclusão de vídeos curtos na aplicação do jogo se configura como mais um elemento motivador para provocar discussões, e a exibição dos vídeos foi feita para todos os participantes com o auxílio de um projetor. Isso exigiu que a parada dos grupos em cada um dos cenários se desse em um mesmo momento, quando o narrador fazia a leitura do livreto e as perguntas eram colocadas para todos.



## Aplicação do jogo

Como foi descrito na metodologia, o planejamento para aplicação do jogo (quadro 1) prevê a aplicação de dois questionários: o questionário 1, aplicado antes da vivência do jogo com o objetivo de conhecer concepções dos licenciandos sobre o conceito abordado no jogo; e o questionário 2, aplicado após a vivência do jogo, com o objetivo de registrar as impressões dos licenciandos sobre a vivência do jogo. O questionário 2 será analisado em item posterior dos resultados.

### *Análise das respostas ao questionário 1*

As perguntas e situações que compõem o questionário 1 serão apresentadas ao longo da análise e é importante ressaltar que foram solicitadas justificativas para todas as respostas apresentadas. Para cada uma das questões, foram analisadas as respostas dos 42 licenciandos, e elas foram agrupadas por similaridade de sentidos. As concepções levantadas no questionário 1 nos possibilitaram construir uma referência para a análise das ideias que circularam na vivência do jogo.

Na primeira questão, foi apresentada uma situação cotidiana, na qual um amigo pede ao outro que encha o copo com uma “substância” para beber e, na mesa, eles dispõem de uma garrafa com refrigerante e outra com água. A pergunta feita é: Qual delas você irá colocar no copo para seu amigo? Leve em consideração que ele quer beber aquilo que tem substância. Nas respostas, a maioria dos licenciandos (35)<sup>8</sup> optou por levar a água, 04 optaram pelo refrigerante, e 03 argumentaram que as duas bebidas “são” substâncias.

Nas justificativas das respostas, os licenciandos que optaram pela água majoritariamente usaram argumentos como: “A água, porque o refrigerante é uma mistura”, “A água, pois o refrigerante é a união de diversas substâncias, assim constituindo o mesmo”. Aqueles poucos que optaram pelo refrigerante, apresentaram justificativas como: “O refrigerante, porque substâncias são compostos formados por diversos elementos”. E os que apontaram para as duas bebidas usaram argumentos como: “Fica difícil de descobrir, pois as duas são substâncias”. As justificativas apresentadas nos três casos sugerem que a maioria dos licenciandos apresenta dificuldades de diferenciar misturas (materiais), substâncias (presentes nos materiais) e elementos (constituintes das substâncias). Podemos então considerar que ideias representativas da zona generalista do perfil conceitual de substância foram predominantes nas respostas dos licenciandos, ou seja, não vão muito além das percepções macroscópicas, gerais, e intuitivas sobre os materiais.

Uma única resposta foi justificada com o seguinte argumento: “Água, pois possui propriedades físicas e químicas bem definidas”. Essa resposta aponta para uma definição de substância trazida pelos livros, sem que haja uma reflexão sobre a pureza das substâncias que compõem os materiais. No caso, a água se constitui uma substância, do ponto de vista químico, se estamos nos referindo a uma amostra de água pura – a água potável ou mineral traz na sua composição substâncias dissolvidas, o que interfere no seu grau de pureza.

Na segunda questão, ao serem solicitados a diferenciar uma barra de ferro, uma molécula contendo ferro e um átomo de ferro, alguns licenciandos (14) apresentaram respostas tais como: “Numa barra de ferro, sabe-se que existem elementos metálicos além do ferro, mas imaginemos que sejam várias moléculas em interação. Uma molécula de ferro é a interação entre vários átomos de ferro e um átomo é a menor unidade, o elemento isolado”. Esses estudantes fizeram distinções entre a barra de ferro (material) e o ferro em nível atômico molecular, construindo uma correlação relativamente satisfatória das dimensões macroscópica e atômico molecular, e alguns destacaram a ocorrência de interações moleculares na formação de substâncias. No entanto, parece haver um desconhecimento sobre as interações que constituem o ferro metálico, quando foi feita referência a “moléculas de ferro” no metal, ainda que no caso específico do trecho citado, tenha sido usada a prerrogativa do termo

<sup>8</sup> Os valores colocados entre parênteses se referem ao número de licenciandos.



“imaginemos”. Nesse sentido, a pergunta parece ter instigado esses licenciandos a expressarem ideias mais racionais sobre o material e sua constituição, o que se aproxima da zona racionalista do perfil conceitual, diferentemente do que ocorreu na questão 1. Ainda na questão 2, na maior parte das respostas (18), foram mencionadas características macroscópicas ou físicas para justificar a diferença entre as três formas de apresentação do ferro, com respostas sucintas, tais como: “a massa”, “o tamanho”, “o estado físico”, “o volume”. Com isso, eles parecem compreender a substância a partir da condição material – características e propriedades do ferro – sem fazer diferenciação entre as dimensões macroscópica e atômico molecular, o que é representativo da zona substancialista do perfil conceitual. Outros licenciandos expressaram ideias que sugerem dificuldades na compreensão do que seria uma molécula (3), ou átomo (2), fazendo confusão entre substância, molécula e átomo (6), como na resposta a seguir: “A barra de ferro é um conjunto de átomos, uma molécula do mesmo é um pedaço infinitamente pequeno e um átomo é um conjunto de moléculas”. Dois deles não responderam essa questão. As respostas a essa questão evidenciam o quanto parece difícil para muitos licenciandos diferenciar substância, elementos, molécula e átomo. Isso é preocupante considerando a importância do conceito de substância para o entendimento de vários outros conceitos químicos.

Na questão 3, foi colocada uma nova situação: dois amigos seguiam juntos para uma academia de *fitness* e um deles parou no mercado para comprar e comer uma barra de cereal, justificando que ela lhe daria energia. Diante da situação, foi colocado o seguinte texto: “Paulo, engraçadinho, disse para João: - quer energia? Come um poste! - Brincadeiras à parte, qual o sentido de energia que João quis enfatizar?”. A ideia era verificar a relação criada entre a ingestão da barra do cereal e a energia adquirida para os exercícios físicos a partir dos alimentos, em outros termos, verificar como os estudantes compreendem possíveis relações entre substância e energia.

A maioria dos licenciandos respondeu que era energia no sentido de disposição física (39), por exemplo, como aponta a resposta: “... energia seria uma fonte de vitaminas, de substâncias presentes no cereal”. Somente 02 deles apontaram para energia no sentido de carga elétrica, e 01 não respondeu essa questão. Aqui, as respostas sugerem, ainda que de forma superficial, uma relação da substância com a energia a partir de um sentido de utilidade, ou seja, há uma tendência de compreender as substâncias presentes na barra do cereal como algo que pode trazer benefícios à saúde humana (zona essencialista (utilitarista) do perfil conceitual).

Finalmente, na quarta questão, foi feita uma pergunta direta e objetiva: o que você entende por substância? As respostas apresentadas pelos licenciandos evidenciaram algumas situações já encontradas nas questões anteriores. Muitos deles confundiram substância com molécula (15), outros mencionaram as moléculas como constituintes das substâncias, mas parecem não ter percepção das interações entre elas. Somente 06 estudantes apresentaram respostas satisfatórias, um grupo expressivo de licenciandos (12) apresentou respostas sem sentido, e 01 não respondeu à questão. Antes de responder essa questão, muitos argumentaram que tinham dificuldade de escrever uma resposta para a pergunta. Para eles, parece ser suficiente aprender a definição de substância química tal como é difundida nos livros didáticos, contudo, quando são questionados sobre o conceito de substância aplicado a diferentes situações, apresentam dificuldades de compreensão. A tarefa de traduzir em palavras o que entendem por substância após a discussão de várias situações envolvendo esse conceito parece ter deixado os estudantes confusos.

A constatação feita na quarta questão nos remete à discussão sobre o processo de conceituação, considerando que a memorização de uma definição não é suficiente para engajar o estudante em um processo no qual as diferentes experiências vivenciadas pelos sujeitos ganham papel fundamental na construção de significados para os conceitos (MORTIMER et al., 2014). Dessa forma, as situações colocadas para os licenciandos, no questionário e no jogo, podem promover essas articulações entre experiências reais (ou a simulação delas) e conceitos científicos, oportunizando a compreensão dessas experiências em uma perspectiva científica, além daquelas vindas do senso comum.



## Desenvolvimento do jogo

Como descrito na metodologia, foram analisadas as discussões de um único grupo, a partir de transcrições das gravações feitas em áudio. Dessa forma, apresentaremos trechos de discussões feitas por esse grupo, em cada uma das etapas do jogo.

No início, os participantes estavam empolgados e elogiavam o material do jogo. A ideia de ter um jogo que abordasse um conteúdo químico a partir de uma história fictícia parece ter despertado grande interesse pela atividade. Na medida em que o jogo foi avançando, as interações entre os participantes e destes com o narrador foram gradualmente mais frequentes, sendo crescente a curiosidade com relação ao desfecho da história e a chegada ao fim da trilha. O papel de narrador foi assumido por um dos autores desse trabalho.

Após a apresentação do jogo e compreensão de suas regras, a aventura foi iniciada. Na primeira parada do trem, os participantes encontraram o personagem Paracelso, que convidou todos a uma aventura na Floresta Oxigenada, sendo evidenciadas características da biodiversidade da floresta. Em seguida, foi exibido um vídeo curto sobre um refrigerante de guaraná e a possível energia adquirida pela ingestão dessa bebida. Nesse contexto, uma carta de pergunta foi escolhida pelo narrador e ela trouxe uma situação que versa sobre as causas do aquecimento global, sugerindo que o aumento da temperatura é oriundo das moléculas de gases, que emanam energia ("quentura"). A pergunta feita foi: A temperatura da Terra está aumentando a cada ano. Um possível fator para isso seria a "quentura" emanada pelas moléculas dos gases presentes na atmosfera. Você concorda com essa afirmação?

Os participantes do grupo fizeram uma discussão rápida e chegaram a uma resposta: "O gás, ele não está emanando quentura, ele, o carbono...ele faz com que o calor fique na Terra, não está emanando (calor)". A resposta dos licenciandos, apesar de sucinta e pouco estruturada, sugere uma compreensão de substância que difere daquela favorecida no comercial do guaraná, como algo que fornece (dá) energia. Eles parecem compreender que o aumento de temperatura é consequência de um acúmulo de "calor" na terra, devido a algum impedimento criado pelo "carbono". Aqui, o uso do termo carbono, ao invés de gás carbônico ou  $\text{CO}_2$ , traz indícios de um uso não diferenciado do termo que designa o elemento e não a substância. E o tratamento dado ao calor, como algo que pode ser contido, sugere uma compreensão substancialista desse conceito. Podemos perceber dificuldade no uso da linguagem química e isso parece ser consequência de significados pouco estabilizados quanto às relações entre substância e energia, que poderiam ser aplicadas a essa situação. Apesar dessas imprecisões, a resposta foi considerada satisfatória, o grupo recebeu uma carta curiosidade, e seguiu para a próxima parada. As cartas com curiosidades não necessariamente estão relacionadas com o tema em debate. Elas trazem informações gerais sobre as substâncias, como por exemplo: "Os alquimistas acreditavam que algumas substâncias poderiam prolongar a vida".

Na segunda parada do trem, ainda no cenário da Floresta Oxigenada, há o encontro com o personagem Van Helmont e é exibido o vídeo Caverna de Cristais, no qual é mostrada a formação de cristais gigantes em uma caverna do México, exibindo aspectos da constituição do selenite, um tipo de gipsita (mineral de cálcio). Nesse contexto, a situação e a pergunta colocadas para o grupo foram: Os diamantes têm bilhões de anos de idade. A formação dos diamantes começou há milhões de anos nas profundidades da terra quando o carbono foi cristalizado por intenso calor e pressão. O diamante é formado por moléculas de carbono, elemento carbono ou íon carbono? Justifique.

Diante da pergunta, o grupo iniciou uma discussão e um trecho dela é transcrito abaixo:



- Se tem molécula tem átomos...
- Eu acho que é o átomo porque dois átomos de oxigênio geram o gás oxigênio, três átomos de oxigênio geram o gás ozônio...
- Mas átomo é só um?
- Qual a definição de molécula?
- Molécula é um conjunto de átomos, uma molécula de água é composta da interação de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio
- Então é molécula
- Eu estou em dúvida
- Mas veja só, o diamante é composto basicamente do elemento carbono, mas é um carbono só?
- Não, é mais!
- Então aí já é uma molécula

A discussão entre os participantes do grupo mostra dificuldades na compreensão da estrutura cristalina do diamante com ligações covalentes entre carbonos. Em livros didáticos do Ensino Médio, frequentemente o diamante aparece como exemplo de forma alotrópica do carbono. No trecho de discussão apresentado acima, podemos verificar o desenvolvimento de uma sequência lógica que sugere a compreensão de que um agrupamento de átomos forma uma molécula. Nesse momento, os participantes estão em processo de compartilhamento dessa compreensão, ainda que ela não responda completamente à pergunta feita. Diferentemente do que ocorreu na questão (parada) anterior, eles parecem apresentar um movimento de compreensão da substância numa perspectiva da zona racionalista do perfil conceitual (na dimensão atômico molecular), mas as ideias ainda não estão plenamente consolidadas. Nesse sentido, a partir da discussão mostrada acima, podemos inferir que as diferentes situações colocadas e as interações promovidas pelo jogo parecem contribuir na construção de significados para os conceitos e para o processo de conceituação vivenciado por participantes do grupo. É importante ressaltar que, no questionário 1, alguns licenciandos apresentaram dificuldades similares na compreensão da constituição de uma barra de ferro. De uma forma geral, podemos considerar que ao serem solicitados a falar sobre a constituição química de uma barra de ferro e do diamante, os estudantes são desafiados a aplicar os conceitos e ampliar a compreensão sobre os seus significados em situações semelhantes, o que pode promover a estabilização desses significados (MORTIMER et al., 2014).

Nessa segunda parada, o grupo recebeu uma carta de ajuda com as seguintes informações: “O ar atmosférico, que até o século XVII era pensado como uma substância, foi classificado como uma mistura composta por diversos gases. (...) Ao falarmos de cristais de quartzo ou do diamante, muitas vezes desconsideramos as possíveis impurezas e os classificamos como amostras de dióxido de silício e de carbono, respectivamente”. E, depois de sintetizar essas informações em uma resposta satisfatória para a pergunta, os licenciandos também receberam uma carta curiosidade, com as seguintes informações: “Não confunda interações moleculares com interações atômicas. Essas últimas ocorrem para formar moléculas”. E seguiram na trilha.

Na terceira parada, o grupo chega ao cenário do Rio Hidroxila, no qual suas águas compõem o contexto para discussão sobre o conceito de substância. O grupo encontra o personagem Roberto e assiste a um vídeo curto de propaganda de água mineral “pura e cristalina”. O texto do livreto traz informações sobre a importância das águas dos rios para os seres vivos e as diferentes possibilidades de uso para a obtenção de energia. A pergunta feita a partir desse contexto é: A água mineral que bebemos é extraída de fontes da floresta. Quanto mais “selvagem” for a fonte, mais pura será a água para beber?

Novamente, o grupo se engaja em uma discussão, agora em torno do conceito de pureza.



- Quando ele diz selvagem é sem interação humana
- Mas tem que ver o que ele quer dizer quando diz que é pura!
- Quanto mais selvagem, ou quanto mais perto da nascente?
- Ele quer dizer quanto menos explorada
- Porém tem que ver que a água não é só água, tem sais...
- Então ela é mineral, e mineral não tem nada a ver com pura
- Então, a resposta é não. A água em si não é pura, nada é puro
- Só a produzida no laboratório
- Nem isso, dissolveu um gás da atmosfera nela, já deixa de ser

Inicialmente, a discussão mostra diferentes tentativas de compreensão sobre pureza, por exemplo, “estar mais perto da nascente” – sugerindo que a água oriunda de lençóis freáticos seria pura – ou ainda a ideia de pureza associada ao distanciamento da ação humana (“sem interação humana”, “menos explorada”). Essas parecem ideias que se aproximam de uma compreensão ingênua de pureza como algo associado ao natural, ao intacto ou imaculado, que se aproxima de compromissos generalistas. No entanto, ao final, o grupo parece chegar a uma compreensão compartilhada de que a água não será pura em nenhuma dessas situações, uma vez que no ambiente sempre haverá interações com outras substâncias. E assim, chegaram a uma resposta satisfatória para a questão, e receberam uma carta curiosidade – “Substância pura é aquela 100% formada por um único tipo de molécula. Muitas vezes, nem a água passada por alguns tipos de processos de purificação atinge esse grau de pureza”.

Na quarta parada, no cenário do Deserto da Ebulição, são descritos movimentos das areias no deserto e a formação das areias movediças, como pano de fundo para discussões filosóficas. É exibido um vídeo sobre Aristóteles, no qual são apresentadas algumas ideias que o filósofo propôs e sistematizou sobre o mundo natural. Nesse contexto, é colocada uma proposição (entre aspas) e solicitado um posicionamento do grupo: “Considerando que os átomos e matéria são contra a razão, e que, conseqüentemente, a matéria é necessariamente divisível ao infinito, as substâncias se apresentam como as únicas verdadeiras unidades da metafísica leibniziana”. O texto filosófico em destaque fala em átomos, substâncias e matéria. Podemos considerar a dimensão química desses conceitos no trecho apresentado?

Em toda a turma, nenhum grupo conseguiu chegar a um entendimento comum, nem à elaboração de uma resposta com relação a essa questão. A pergunta pareceu exigir um nível de conhecimento filosófico acima daquele que a turma apresentava. Dessa forma, foi necessária uma intervenção do narrador para esclarecer sobre a nossa intenção no jogo: apresentar uma concepção de substância em um contexto filosófico, que apresenta significados para substâncias que são diferentes daqueles compartilhados em uma visão química desse conceito. Todos os grupos foram encaminhados para a próxima parada do trem no tabuleiro.

Na quinta parada do trem, o cenário ainda era o Deserto da Ebulição, sendo evidenciadas descobertas científicas mais recentes que tratam de relações entre matéria e energia. É então colocada a seguinte situação e questão: De acordo com as descobertas da Física no século XX, pode-se definir matéria como energia vibrando em baixa frequência. Albert Einstein relacionou matéria à energia a partir da fórmula  $E=mc^2$ , onde  $E$  é a energia,  $m$  é a massa e  $c$  representa a velocidade da luz no vácuo, que equivale a 300 mil quilômetros por segundo. Quais podem ser as possíveis conseqüências da afirmação na Física para a substância química?

Destacamos aqui a fala de os licenciandos: “Energia é a capacidade de realizar trabalho” e “É diferente, na Física é energia que não é material”. A partir dessas respostas, verificamos que o grupo inicialmente buscou se valer das diferenças entre abordagens sobre energia, feitas na Física e na Química, para buscar compreender a relação entre energia e matéria. Assim, evidenciaram que a energia não é algo material, e sim “é a capacidade de realizar trabalho”, uma definição clássica da



Física, muito comum em livros didáticos, sem atinar para o fato de que o texto se refere a descobertas feitas no âmbito da própria Física. A discussão não avançou e o grupo recebeu uma carta ajuda com a seguinte informação: “As relações entre a substância e o meio devem ser consideradas e podem modificar a estrutura e as propriedades da mesma”. Com essa pergunta, havia a pretensão de levar os licenciandos a compreender a substância química a partir de suas distintas configurações moleculares, possibilidades de interação, propriedades, e suas relações com a energia e, dessa forma, promover discussões no âmbito da zona relacional do perfil conceitual.

Diante dos resultados obtidos, podemos considerar que ideias representativas das zonas substancialista, racionalista e generalista emergiram nos trechos de falas que ilustraram as paradas 1, 2 e 3. Nesses cenários do jogo, verificamos que os licenciandos apresentaram ideias que parecem mais próximas de uma visão científica de substância (segunda parada), no entanto, concepções menos estruturadas também emergem quando eles são levados a discutir situações distintas (primeira e terceira paradas). Isso parece apontar para uma alternância no domínio das ideias quando os licenciandos estão em processo de conceituação. As duas últimas paradas da trilha trouxeram questões que apresentaram desafios aos licenciandos no sentido de promover uma compreensão mais complexa do conceito de substância, e eles não conseguiram elaborar respostas para essas questões. O que nos leva a refletir sobre limites e adequações na proposição de novas situações na busca de promover ampliação na compreensão do conceito.

Ao final do jogo, a partir da leitura do livreto, todos os participantes foram convidados a encontrar com o pesquisador, na Casa do Pesquisador, cenário no qual é apresentado um texto explicativo sobre a descoberta do fulereno, a partir da articulação de questões discutidas em todos os cenários da atividade lúdica.

### **Avaliação do jogo pelos participantes**

Para avaliação do jogo, foi aplicado o questionário 2, que traz as seguintes perguntas: 1. O que você mais gostou no jogo; 2. Qual etapa do jogo você teve mais dificuldade? Que dificuldade foi essa?; 3. Qual o conceito químico que o jogo está abordando? Você considera que essa abordagem foi satisfatória? 4. Se você pudesse modificar algo no jogo, o que seria?

Com relação aos pontos positivos do jogo, os licenciandos apresentaram aspectos como: a dinâmica (17) - “A dinâmica e a didática dos assuntos abordados, junto com temas do dia a dia”; as perguntas (16), as interações promovidas entre professor- aluno, aluno-aluno (8) - “A interação entre os conhecimentos postos em pauta pelas perguntas e a viagem fictícia, com a necessidade de responder correto para continuar a viagem”; o conhecimento adquirido (7) - “A interatividade, o conhecimento obtido através de perguntas que foram discutidas entre os integrantes do grupo”; a história proposta (5); a abordagem interdisciplinar (4); formas simples de trabalhar o conteúdo (1); a abordagem de temas cotidianos (1); as cartas curiosidade (1).

Um licenciando colocou que “o jogo não tem definido o conceito de substância”, o que nos remete a pelo menos duas interpretações: o jogo ampliou a percepção do licenciando de que o conceito vai além de uma simples definição; ou, o licenciando pode não ter percebido que as várias discussões convergem para uma conceituação da substância. Neste último caso, é importante ressaltar que o pressuposto teórico utilizado no jogo aponta para a conceituação como um processo contínuo que se amplia sempre que novas situações ou experiências são vivenciadas, trazendo a demanda de aplicação do conceito (MORTIMER et al., 2014). Os resultados mostram que vários significados sobre substância, que são compartilhados no contexto químico, foram discutidos pelos participantes ao longo do jogo e, para nós, isso representa uma oportunidade de aprendizagem ampla e significativa para este conceito.



Sobre as dificuldades encontradas no desenvolvimento do jogo, os licenciandos se referiram às questões mais difíceis, sendo a 4ª e 5ª perguntas apontadas por 15 e 08 licenciandos, respectivamente. Algumas justificativas apresentadas foram: “A 4ª pergunta, pois relaciona Filosofia e Química na elaboração da pergunta” e “A quinta pergunta, pois sabíamos a resposta, mas não sabíamos explicar essa resposta”. Outros 10 licenciandos mencionaram dificuldades pontuais em diferentes questões, 07 licenciandos não apontaram dificuldades e 02 não responderam. Quando solicitados a comentar sobre o conceito abordado no jogo, os licenciandos apresentaram as seguintes respostas: substância (28), diferença entre substância, molécula e átomos (9), história da Química (3), molécula (3), átomo (3), alotropia (2), energia (2), e não responderam (2). Esses itens apontam para uma articulação limitada entre os vários conceitos envolvidos na atividade. As propostas de mudanças para o jogo foram: sem modificações (12), simplificaria a linguagem (4), as perguntas (5), diminuiria o tamanho da história (4), aumentaria o número de perguntas (3), colocaria perguntas mais objetivas (3), mudaria a dinâmica de discussão dos resultados para promover debate entre grupos participantes (2).

Na última pergunta do questionário de avaliação, os licenciandos tiveram a oportunidade de apontar o que modificariam no jogo. Uma parcela majoritária respondeu que não modificariam nada, e outros não responderam a essa pergunta. Mas algumas respostas merecem destaque, por exemplo: “... reformulação das perguntas para melhor interpretação do jogador”, e “mudaria a linguagem das perguntas”, que nos leva a uma reflexão sobre a compreensão da linguagem usada no jogo. Os resultados apontam para a dificuldade dos licenciandos em compreender e responder questões propostas no final do jogo (4 e 5), seja pelo nível de complexidade dos temas propostos (visão filosófica da substância, e relação substância e energia), ou pela forma como as perguntas foram formuladas.

Uma outra colocação pode ser evidenciada: “Os jogadores poderiam acompanhar a leitura com o mesmo livrinho da história, das perguntas, facilitaria a compreensão”, que nos leva a uma reflexão sobre a dinâmica do jogo, quando é atribuída ao narrador a função de ler os textos do livreto. Isso sugere que a leitura de textos mais longos por um narrador pode dificultar a compreensão das informações e favorecer a dispersão entre os integrantes. Dessa forma, devemos buscar conciliar o importante papel de animador e mediador que o narrador desempenha, com uma possibilidade de que os participantes tenham acesso aos textos lidos, uma vez que o livreto não foi disponibilizado na forma impressa para os grupos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, fizemos a análise da elaboração e aplicação de um jogo didático para discussão do conceito de substância, tomando como base pressupostos da teoria do perfil conceitual. Na elaboração do jogo, foi muito importante contar com a estruturação de diferentes modos de pensar o conceito substância em zonas de um perfil conceitual. Essas zonas orientaram a proposição de cenários, situações e perguntas a serem feitas para os participantes, imprimindo uma lógica de discussão para o conceito, ao longo da vivência do jogo. Na aplicação do jogo, podemos perceber que os cenários promoveram a emergência de ideias representativas de diferentes zonas do perfil, confirmando a heterogeneidade presente em situações de ensino e aprendizagem.

Ao propor situações e questões sobre substância a partir de contextos diversos, o jogo *Na Trilha das Substâncias* possibilitou aos participantes discutir esse conceito sob várias perspectivas, e atendeu satisfatoriamente ao objetivo de ampliar o espectro de concepções discutidas na atividade, o que parece ter contribuído para dinamizar processos de conceitualização na aula. Ao se depararem com as diferentes situações que eram discutidas em pequenos ou grandes grupos, os estudantes foram desafiados a mobilizar e confrontar concepções, e buscar engajamento em processos de compartilhamento de significados, na tentativa de elaborar respostas aos questionamentos colocados. Em geral, essas situações pareceram estabelecer um movimento de ampliação da compreensão sobre os conceitos, no entanto, alguns desafios exigiram conhecimento ainda não estruturados até aquele momento e não promoveram discussão entre os estudantes. Com isso, constatamos que, na proposição



de um jogo, deve-se ter uma atenção especial com o nível de questionamento e complexidade das situações a serem propostas como desafio para os participantes.

Consideramos que a proposição de um jogo tomando por base zonas de um perfil conceitual traz um forte potencial para articular aspectos epistemológicos, históricos, socioculturais e conceituais na discussão em sala de aula. Esse tipo de articulação pode representar uma ruptura com abordagens de conceitos pautadas em definições simples e pouco contextualizadas, e promover um modo dinâmico de aprendizagem na qual, situações contextualizadas se constituem como oportunidades de ampliar a compreensão sobre os conceitos estudados, enriquecendo progressivamente o processo de conceitualização vivenciado pelos sujeitos.

## REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 1996.
- CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola**. vol. 34, 2, p. 92-98. 2012
- EL-HANI, C. N., SILVA-FILHO, W. J., MORTIMER, E. F. The Epistemological Grounds of the Conceptual Profile Theory. In: MORTIMER, E. F; EL-HANI, C. N. (Eds.) **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Series Contemporary trends in Science Education. Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 2014.
- LASZLO, P. Science as play. **American Scientist**. v. 92, 5, 398. 2004.
- LAURENCE, S., MARGOLIS, E. Concepts and cognitive science. In MARGOLIS, E; LAURENCE, S (Eds.) **Concepts: Core readings**. pp. 3-81. Cambridge, MA: MIT Press. 1999.
- MARGOLIS, E., e LAURENCE, S. Concepts. In E. N. Zalta (Ed.), **The Stanford encyclopedia of philosophy**. 2008.
- MILL, J.S (1806-1873). **Utilitarianism**. Produção Independente. 1963. Disponível em: <https://www.utilitarianism.com/milli.htm>. Acesso em: 07/04/2017.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, 4, 267-285. 1995.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2000.
- MORTIMER, E. F., SCOTT, P., AMARAL, E. M. R., & EL-HANI, C. N. Modeling modes of thinking and speaking with conceptual profiles. In PENA, S. D. J. (Ed.), **Themes in transdisciplinary research**, p. 105-137. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2010.
- MORTIMER, E. F., SCOTT, P., & EL-HANI, C. N. The heterogeneity of discourse in science classrooms: The conceptual profile approach. In FRASER, B; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. (Eds.), **Second international handbook of science education**, vol. 1, p. 231-246. Dordrecht: Springer. 2012.
- MORTIMER, E. F, SCOTT, P. H., AMARAL. E. M. R. EL-HANI, C.N.. Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program. In MORTIMER, E.F; EL-HANI, C.N. (Eds.) **Conceptual Profiles: a theory of teaching and learning scientific concepts**. Series Contemporary trends in Science Education. Springer Dordrecht Heidelberg New York London. 2014.
- RESNICK, M. Edutainment? No Thanks. I Prefer Playful Learning. **Associazione Civita Report on Edutainment**. MIT Media Laboratory. 2004. Disponível em: <https://llk.media.mit.edu/papers/edutainment.pdf>. Acesso em: 07/04/2017.



SILVA, J.R.R.T; AMARAL, E. M. R (2013) Proposta de um perfil conceitual de substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 13, 3, p.53-72, 2013.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. In: ENEQ, XIV, 2008, Curitiba, PR. **Anais do XIV ENEQ**. Curitiba, Paraná: DE-SBQ. 2008.

VOSNIADOU, S. Bridging culture with cognition: A commentary on “culturing conceptions: From first principles”. **Cultural Studies of Science Education**, 3 , 277–282. 2008.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 1978.

VYGOTSKY, L. S. (1931/1981). The genesis of higher mental functions. In J. V. Wertsch (Ed.), **The concept of activity in Soviet psychology**, p. 144–188. Armonk, NY: Sharpe.1981.

WELLS, G. Learning to use scientific concepts. **Cultural Studies of Science Education**, 3, 329–350. 2008.

**Edenia Maria Ribeiro do Amaral:** Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (1985), mestrado em Tecnologias Energéticas Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco (1992), doutorado em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004). Professora Associada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, atuando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e no Curso de Licenciatura em Química. Vem desenvolvendo pesquisas na área de Ensino de Ciências, com ênfase no Ensino-Aprendizagem de Química, atuando principalmente com relação aos seguintes temas de interesse: perfil conceitual, linguagem e cognição em sala de aula, contextualização e relação entre conhecimento científico e aspectos socioculturais que emergem no ensino-aprendizagem de ciências. Coordena o NUPEDICC - Núcleo de Pesquisa em Didática e Conceituação em Ciência – UFRPE.

**E-mail:** [edenia.amaral@ufrpe.br](mailto:edenia.amaral@ufrpe.br)

**Filipe Torres da Silva:** Graduado em Licenciatura Plena em Química e mestre em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, e desenvolveu estudos de mestrado em Síntese Orgânica. Atualmente é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos (PPgDITM).

**E-mail:** [filipetorres\\_7@hotmail.com](mailto:filipetorres_7@hotmail.com)