**Universidade de São Paulo
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências
Faculdade de Educação**

DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIDÁTICO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL

Elaine Angelina Colagrande

Orientador: Prof. Dr. Bayardo B. Torres

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física,
ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Banca examinadora:

Profº Dr. Bayardo B. Torres – IQ/USP

Profª Dra. Carmem Fernandez – IQ/USP

Profª Dra. Maria Lígia C. Carvalho – ICB/USP

São Paulo
2008

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Colagrande, Elaine Angelina

Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol – São Paulo, 2008.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
Instituto de Química – Depto. De Bioquímica

Orientador: Prof. Dr. Bayardo B. Torres

Área de Concentração: Ensino de Ciências

Unitermos: 1. Ensino; 2. Química 3. Computador no ensino; 4. Material didático; 5. Jogos educativos.

USP/IF/SBI-003/2008

Elaine Angelina Colagrande

**DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO
DIDÁTICO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO
DO CONCEITO DE MOL**

Área de concentração: ensino de química
Orientador: Prof. Dr. Bayardo B. Torres

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física,
ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

São Paulo
2008

FOLHA DE APROVAÇÃO

Elaine Angelina Colagrande

Desenvolvimento de um jogo didático virtual para o aprendizado do conceito de mol

Área de concentração: ensino de química

Orientador: Prof. Dr. Bayardo B. Torres

Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em: _____

Banca examinadora

Profº Dr.: _____

Instituição: _____ assinatura: _____

Profº Dr.: _____

Instituição: _____ assinatura: _____

Profº Dr.: _____

Instituição: _____ assinatura: _____

Profº Dr.: _____

Instituição: _____ assinatura: _____

Profº Dr.: _____

Instituição: _____ assinatura: _____

Aos meus pais, *Oswaldo* e *Maria José*,
que sempre me incentivaram a atingir meus objetivos
e a *Carolina*, minha filha preciosa!

AGRADECIMENTOS

Um trabalho acadêmico sempre envolve a participação de pessoas e de instituições que, de diversas maneiras, nos ajudam a atingir nossas metas. Meus sinceros agradecimentos:

- Ao meu orientador: Profº Dr. Bayardo B. Torres, que desde o início acreditou nesta idéia e compartilhou seu conhecimento para que este trabalho fosse realizado.
- Ao meu nobre amigo Valdir Amaro de Azevedo, que criou o personagem e toda a programação do *software*, com sua criatividade peculiar, sua visão ampla e percepção apurada.
- Ao meu querido Luiz Omir de Cerqueira Leite, que realizou o tratamento estatístico dos dados e, além disso, sempre trocou opiniões e idéias, fez sugestões, me deu incentivo e apoio pacientemente, mostrando por ações o que significa ser companheiro.
- Aos alunos, aos professores e ao corpo diretivo do Colégio São João Gualberto, que participaram deste projeto.
- Aos meus familiares, aos colegas de profissão, aos meus amigos e a todos que de algum modo contribuíram para a elaboração e conclusão deste trabalho.

RESUMO

COLAGRANDE, E.A., **Desenvolvimento de um jogo virtual para o aprendizado do conceito de mol.**

Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Um fato verificado pelos professores ligados à área de educação química é que o conceito de mol, de fundamental importância para o ensino de química, constitui um obstáculo de aprendizagem, visto que os alunos de ensino médio sentem considerável dificuldade em seu aprendizado, pois o referido conceito requer conhecimentos básicos nem sempre bem definidos na estrutura cognitiva dos estudantes. Para atenuar este problema, foi desenvolvido um *software*, na forma de jogo didático, baseado nas dificuldades relatadas em entrevistas com professores e alunos e fundamentado na teoria da atividade de Leontiev. O objetivo deste trabalho foi investigar se este recurso auxilia como mediador na aprendizagem do conceito de mol. O jogo é composto de três fases, das quais duas exploram conceitos matemáticos básicos como reconhecimento de fórmulas, cálculos envolvendo potências e relações proporcionais e a terceira fase aborda o conceito de mol propriamente dito. Estudantes do ensino médio utilizaram o *software* e os dados coletados foram analisados levando-se em conta os testes escritos respondidos pelos alunos e suas ações durante o jogo. Os resultados obtidos, as observações realizadas durante a aplicação do jogo e os comentários dos participantes indicam claramente que o *software* foi eficaz e motivador, tendo em seu corpo o aspecto lúdico e o educativo, e que contribuiu na aprendizagem do conceito em questão.

Palavras-chave: conceito de mol, *software*, jogo didático.

ABSTRACT

COLAGRANDE, E.A. **Development of a virtual game for the learning of the concept of mol.** Dissertation (Master's degree), University of São Paulo, São Paulo, 2008.

A fact verified by teachers involved with Chemistry education is that the concept of mol, extremely important to the teaching of chemistry, makes up an obstacle to the learning process since the referred concept requires some basic knowledge which is not always so well defined in the students' cognitive structure. In order to attenuate this problem, a software was developed based on the difficulties arisen in the interviews with teachers and students and supported by Leontiev's theory of activity. The objective of this paper is to investigate whether this resource could help as a mediator in the learning of mol concept. The game comprises three stages, two of which exploit basic math concepts such as recognizing formulas, calculations involving powers and proportional relations whereas the third one really approaches the concept of mol. Secondary school students made use of the software and the data was collected and analyzed from both the students' written answers to the tests as well as their actions during the game. The results obtained, the observations made during the game and the comments of the participants clearly point out that the software is effective and motivational, showing also its educative and ludic aspects, which contributed to the learning of the said concept.

Key words: concept of mol, software, didactic game.

SUMÁRIO

1. Introdução	9
1.1 - Estudo do mol	11
1.1.1 - Um breve comentário sobre o mol	11
1.1.2 - Dificuldades no entendimento do conceito de mol	14
1.2 - O jogo como recurso na educação	21
1.2.1 - O jogo didático virtual	23
1.3 - Base teórica para a elaboração do jogo	26
1.3.1 - A Teoria da Atividade de Leontiev	27
2. Objetivos	32
3. Metodologia	33
3.1 - A elaboração do jogo segundo aspectos pedagógicos	33
3.2 - Roteiros das fases do jogo	34
3.2.1 - As aventuras de Sbuga – primeira fase	34
3.2.2 - As aventuras de Sbuga – segunda fase	35
3.2.3 - As aventuras de Sbuga – terceira fase	38
3.3 - A elaboração do jogo segundo aspectos operacionais	40
3.4 - Aplicação	53
3.4.1 - Primeira fase	53
3.4.2 - Segunda fase	55
3.4.3 - Terceira fase	56
4. Resultados e Discussão	57
4.1 - Primeira fase	57
4.2 - Segunda fase	64
4.3 - Terceira fase	69
5. Conclusões e Considerações Finais	81
6. Referências Bibliográficas	83
7. Anexos	87

Os conceitos químicos vêm sofrendo mudanças ao longo do tempo, e suas definições e significados, em constante evolução, englobam muitos tópicos interligados, que necessitam geralmente de pré-requisitos para seu entendimento. A compreensão apropriada destes conceitos pode ser facilitada pelo desenvolvimento e testes de novas metodologias de ensino (SILVA; ROCHA FILHO, 1995), que possibilitem uma aprendizagem significativa. As estratégias de ensino são ações de extrema importância para o educador, pois, por seu intermédio, é possível se proporcionar uma aprendizagem mais efetiva ao aluno.

Dentre as inúmeras estratégias vale salientar a utilização de jogos didáticos, idéia que já vem sendo estudada por alguns pesquisadores da área de educação, principalmente no que se refere à sua aplicação nas primeiras etapas do desenvolvimento humano, nos primeiros sete anos de vida (MACEDO et al, 2000).

O trabalho aqui apresentado apoiou-se nos dados da literatura. Trata-se de uma pesquisa cujo objetivo é o desenvolvimento de um material didático para auxiliar no aprendizado de um conceito químico. Esse material consiste em um *software* educativo, na forma de jogo didático. De acordo com Passerino (1998), o ensino que utiliza meios lúdicos proporciona ambiente dinâmico e atrativo, servindo como estímulo para o desenvolvimento integral do indivíduo. O jogo educativo possui o caráter da motivação, da simulação, da interatividade. O ambiente virtual pode estimular a curiosidade, além de fazer parte integrante das atividades costumeiras da maioria dos jovens de Ensino Médio, público-alvo de nossa atenção.

Ainda conforme Passerino (1998), um jogo didático computadorizado é um ambiente de aprendizagem que une as características dos jogos às de *softwares*, pois, além das questões motivacionais, proporciona o uso de imagens ligado ao caráter interativo.

O assunto escolhido como tema dessa dissertação tem se mostrado de difícil entendimento pelos estudantes: **o conceito de mol**. Nas últimas décadas, diversos trabalhos divulgados em revistas científicas apontam para a problemática de ensino e aprendizagem deste conceito, ressaltando as dificuldades que atingem alunos e professores em relação ao significado do termo "quantidade de matéria" e sua unidade, o mol.

Segundo Lourenço e Marcondes (2003):

Compreender o conceito de mol se faz necessário porque permite a tradução de um mundo invisível para a realidade cotidiana, possibilitando o entendimento das relações quantitativas existentes, em termos microscópicos, entre as substâncias envolvidas numa transformação química.

Este conceito é de fundamental importância para o desenvolvimento de outros conceitos químicos. Staver e Lumpe (1993) ressaltam:

The mole concept therefore is not only a fundamental unit of measurement, but it is also an important foundation for more complex chemical concepts such as stoichiometry, concentration of solutions, the equilibrium constant [...]

De modo geral, os alunos apresentam concepções confusas no uso da unidade mol. Surgiu daí o interesse de desenvolver uma estratégia que possibilite um melhor entendimento deste conceito e, ao mesmo tempo, investigar se o jogo didático é apenas um recurso que provoca motivação, ou se ele pode auxiliar o aluno como mediador na compreensão e assimilação do conhecimento. Tal empreitada implicou estudos detalhados desde a origem até a própria da estratégia.

No primeiro capítulo desta dissertação é destacada a importância do conceito químico mol, identificadas as dificuldades que surgem durante seu aprendizado e a motivação para realizar esta atividade. Também é feito aí um relato da utilização de jogos didáticos em educação, envolvendo um breve comentário sobre os jogos, a idéia de jogo educativo e o jogo computadorizado. No final, é apresentada a base teórica utilizada para a elaboração do jogo em questão.

O segundo capítulo apresenta os objetivos que foram almejados para este trabalho juntamente com a hipótese levantada. O capítulo três mostra a metodologia, a elaboração do *software*, envolvendo os aspectos teóricos e operacionais, qual o objetivo de cada atividade criada nas três fases do jogo, e a aplicação do *software*. O capítulo quatro discute a análise dos resultados. Finalmente, no capítulo cinco, são apresentadas as conclusões e as considerações finais da dissertação, seguido das referências bibliográficas utilizadas, constantes no capítulo seis e dos anexos.

1.1 O Estudo do mol

1.1.1 - Um breve comentário sobre o mol

Em 1896, o químico alemão Wilhelm Ostwald introduziu o conceito de mol (adaptado da palavra latina moles que significa "amontoado" ou "monte") como sendo o "peso normal ou molecular de uma substância expresso em gramas". Esta denominação era devida a seu ceticismo em relação à hipótese atômico-molecular; ele não compartilhava a idéia da existência do átomo, conservando assim o conceito de peso equivalente.

O pesquisador americano Linus Pauling, em seu livro *College Chemistry*, publicado pela primeira vez na década de 40, claramente define o mol como sendo "a quantidade de matéria com peso igual ao peso molecular em gramas". Na metade da década de 60, o material didático produzido pelo Nuffield Science Teaching Project na Inglaterra refere-se ao mol como uma unidade de massa da química, sinônimo de "átomo-grama" e "fórmula-

grama". No material produzido pelo projeto americano CBA (Chemical Bond Approach Project) de 1964 consta que "o número de moléculas em 32 g de oxigênio foi definido como uma unidade chamada mol", ainda se referindo ao oxigênio como padrão de massa, apesar de, nessa época, o isótopo de carbono 12 já ser o padrão oficial, desde 1961 (ROCHA FILHO, 1991).

O significado do mol foi redefinido no século XX, tendo então o isótopo de carbono 12 como padrão de massa fixado pela IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), IUPAP (União Internacional de Física Pura e Aplicada) e ISO (Organização Internacional para Padronização). Em 1967, esta definição foi fixada pelo Comitê Internacional para Pesos e Medidas (CIPM) e reconfirmada em 1969. Em 1971, sendo ratificada pela 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM – 1971 – resolução 3), introduzido como unidade base do Sistema Internacional de Unidades (SI), para a grandeza "quantidade de matéria", o que implicou mudanças na nomenclatura de diversas grandezas utilizadas na química. No artigo de Silva e Rocha Filho (1995) a definição do mol aparece como sendo a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 quilograma de carbono 12. Seu símbolo é "mol", definição esta também adotada pelo National Institute of Standards and Technology (NIST). Quando se utiliza esta unidade, as entidades elementares devem ser especificadas, sendo átomos, moléculas, íons, elétrons, outras partículas, ou grupos específicos de tais partículas. Não é recomendado o uso do termo "número de mols", uma vez que ele corresponde a uma unidade que expressa quantidade de matéria. Não é comum, por exemplo, termos como "número de gramas", ou "número de metros", que são unidades que expressam grandezas. Então se deve evitar o termo "número de mols" e substituí-lo por "quantidade de matéria". Na nomenclatura atualmente recomendada pela IUPAC, não constam mais os termos "átomo-grama", "molécula-grama", pois foram substituídos por "massa molar" que corresponde à massa de um mol de uma determinada entidade (ROCHA FILHO, 1991).

Silva e Rocha Filho (1995) citam como exemplo as substâncias dióxido de carbono (CO_2) e hidróxido de sódio (NaOH), que contêm, respectivamente, as seguintes massas molares: 44g/mol e 40g/mol. Isto significa que a quantidade de matéria de 1 mol destas substâncias tem massa de 44g e 40g. A massa de uma amostra de substância é diretamente proporcional a sua quantidade de matéria. Da mesma forma pode-se associar a estas massas uma determinada quantidade de entidades, que também é diretamente proporcional à quantidade de matéria. A constante que permite esta relação é denominada Constante de Avogadro, cujo valor é de $6,02214 \cdot 10^{23}$ entidades. Para efeito de cálculo envolvendo proporções, costuma-se arredondar este número para $6 \cdot 10^{23}$. Esquematizando o exemplo acima, pode-se dizer que:

- **1 mol de CO_2** possui massa de **44g** e contém **$6,02 \cdot 10^{23}$** moléculas de CO_2 .
- **1 mol de NaOH** possui massa de **40 g** e contém **$6,02 \cdot 10^{23}$** partículas de NaOH .

Portanto, podemos assim exemplificar: se a quantidade em mols de CO_2 (dióxido de carbono) aumentar de 1 para 2, a massa aumentará de 44g para 88g e, conseqüentemente, o número de moléculas passará de $6,02 \cdot 10^{23}$ para $12,04 \cdot 10^{23}$ moléculas de CO_2 .

Essa nova grandeza, denominada quantidade de matéria, apresenta clara diferença em relação à massa e quantidade de partículas, porém diversos trabalhos que versam sobre o assunto demonstram que essas diferenças ainda permanecem nebulosas tanto para alunos quanto para professores. Como visto anteriormente, o mol como unidade de quantidade de matéria pode ser relacionado com massa, ou volume, ou quantidades de entidades elementares de uma determinada substância, ou seja, existe uma questão de proporcionalidade entre essas grandezas.

A preocupação no ensino do mol reside no fato de que ele está relacionado com diversos campos do conhecimento químico e diretamente ligado a conceitos mais complexos. Sendo assim, é muito importante para a compreensão de questões que envolvem tal noção,

que os estudantes percebam a definição clara e contextualizada do significado do mol e de sua importância dentro da química. Se isso não ocorrer, ou seja, se o conceito não for entendido em sua base, haverá um comprometimento na habilidade de resolver problemas envolvendo estequiometria, transformações com gases, concentração de soluções, equilíbrio químico, entre outros.

Investigações em educação química revelam que os principais obstáculos para resolver problemas de maneira satisfatória nesta disciplina estão relacionados a uma compreensão insuficiente dos conceitos, do uso de algoritmos ou regras memorizados e da incapacidade para transferir o universo microscópico para o macroscópico. E, certamente, o conceito de mol está inserido nesta problemática (STAYER; LUMPE, 1993).

1.1.2 - Dificuldades no entendimento do conceito de mol

Muitos artigos científicos têm tratado desse tema, enfocando não só os obstáculos que os alunos apresentam durante o aprendizado como as dificuldades conceituais que atingem os professores.

Fazendo referência ao conceito de quantidade de substância e mol, Furió, Azcona e Guisasola (1999) apontam que:

[...] el profesorado, durante su formación universitaria, no ha recibido instrucción en historia de la química, desconociendo, por lo tanto, el origen y la evolución de estos <<jóvenes>> conceptos.

É comum o equívoco de se considerar o mol como uma massa química, ou com a Constante de Avogadro, ou como a massa expressa em gramas do átomo, ou da molécula. Essa confusão pode originar dificuldades de transposição do universo macroscópico para o universo microscópico. De acordo com Stayer e Lumpe (1993), que fizeram um trabalho a partir de análise em livros didáticos de química sobre o conceito de mol, as exigências cognitivas para as definições que aparecem freqüentemente neste tipo de livro didático

são altas, devido, em grande parte, a sua natureza abstrata. Como os alunos parecem entender melhor o que é concreto, a complexidade do conceito pode trazer dificuldades de aprendizagem.

Segundo o estudo de Novick e Menis (1976), as relações que envolvem mol com massa, ou com volume, ou com quantidade de partículas podem ocasionar uma lenta compreensão do assunto pelos alunos. A semelhança entre os termos mol, molécula, peso molecular, massa molar, volume molar, além da sua introdução num espaço pequeno de tempo, pode também causar dificuldades de aprendizagem. Dierks (1981) aponta como uma fonte de erros a introdução simultânea de "quantidade de substância" e de "mol", comparando massa e volumes de diferentes porções de substâncias (apud GARCIA et al., 1990).

Durante meus primeiros anos como docente senti grande dificuldade no ensino desse conceito, pois os termos me eram confusos e também não encontrava nos livros didáticos o respaldo necessário para esse entendimento. Conseqüentemente, não obtinha os resultados que esperava em relação ao aprendizado do aluno. No entanto, a persistente busca para tal compreensão, por meio de pesquisas e de comparação de livros didáticos, além de aprofundar meus conhecimentos, possibilitou-me construir novas formas de ensinar tal conceito. Do mesmo modo, a pesquisa e a análise de artigos que tratam das dificuldades de alunos e professores em relação ao "mol" levaram-me a refletir sobre a necessidade de novas estratégias para ensinar esse conceito.

Ao iniciar o projeto de pesquisa, surgiu, de imediato, a necessidade de conversar com alunos e professores a respeito do ensino e aprendizagem do conceito. Em relação aos alunos a investigação caminharia no sentido de detectar as principais dificuldades que enfrentavam ao tomar contato com o assunto; e, entre os professores, os problemas vivenciados ao ensiná-lo. O objetivo desse procedimento era levantar fatores importantes que subsidiassem a concepção e a construção do jogo educativo. Foram realizadas conversas

na forma de entrevista semi-estruturada, nas quais se abriu um canal para professores e alunos falarem sobre o tema. Assim, foram entrevistados quatro docentes de química que atuam no Ensino Médio, em escolas públicas e particulares, e quatro alunos que já tiveram contato com o tema. O objetivo da entrevista era fazer um levantamento qualitativo das dificuldades, portanto, não seria necessário um grande número de entrevistados. Depois de apresentado o objetivo da entrevista, colegas de trabalho e alunos prontificaram-se a participar espontaneamente. Deixou-se claro que em nenhum momento seriam avaliados.

Dentre os professores, foram escolhidos um com pouco tempo no magistério, dois com mais de dez anos atuando como docentes e um bastante experiente, na intenção de verificar as diferentes idéias sobre o conceito em questão. Dentre os alunos, foram escolhidos dois que apresentavam bom rendimento na disciplina e dois que demonstravam mais dificuldades, também na intenção de identificar as diferenças e localizar os pontos que fariam parte dos roteiros. As entrevistas foram realizadas em duplas para que os alunos se sentissem mais tranquilos e falassem sem receio de acertar ou errar, afinal não era uma avaliação do quanto aprenderam sobre o tema. A seguir, estão em destaque alguns pontos das entrevistas que ajudaram na identificação das dificuldades e, conseqüentemente, na elaboração do roteiro geral do jogo. As entrevistas estão integralmente transcritas no Anexo A.

■ Trechos de entrevistas com os docentes ■

QUESTÃO 1: Como você costuma definir o mol para seus alunos?

Docente 1: Definição de mol... o mol ou número de Avogadro, eu costumo passar o seguinte: primeira coisa, eu não apresento o número em si, eu tento apresentar uma analogia do número, tentar quantificar a ordem de grandeza desse número, $6 \cdot 10^{23}$. Então, o que eu faço: começo a fazer comparações, primeiro sem entrar na parte química. Primeiro falo: a gente vai trabalhar com um número absurdamente grande, então, antes de entrar no conceito químico; então o que eu faço, olha, vamos fazer algumas comparações para vocês verem quanto vale esse número, quantificar esse número. Então começo a comparar: bom, se eu por todos os computadores do mundo ligado em rede, precisa de mais de um bilhão de computadores para ter a memória que vai ter aproximada-

mente desse número; se eu pegar a Terra e pôr bolinha de tênis vai dar a altura de 10 km, cobre toda a superfície da Terra de bolinha de tênis que equivale a esse número. Então começo fazer analogias, aí eles tendo a idéia de grandeza e também trabalho **potência, potência de dez**, que não é tão difícil, **mas que eles precisam ter um pouquinho mais calibrado para poder trabalhar com mol [...]**

Docente 2: Eu digo que mol é uma quantidade de matéria, e essa quantidade de matéria contém sempre o mesmo número de partículas, sejam íons, átomos. Então eu uso um exemplo que acho meio grosseiro, que é a dúzia: que número corresponde a dúzia? Essa palavra dúzia na idéia deles, eles respondem doze, aí eu começo: o que significa uma dúzia de bananas? Uma dúzia de alfinetes? Mostrar que são entidades, mas o número é um valor fixo. Então introduzo primeiro essa idéia, pra depois falar que essa quantidade de matéria corresponde a massa molar, que gente vai utilizar depois, eu acho que eles têm bastante dificuldade da abstração disso.

Docente 3: Em primeiro lugar, vejo se ele tem domínio das operações, da notação científica, então sempre preciso antes de falar em mol, falar em notação científica. Aí falo para eles o seguinte: eu falo, por exemplo, eu não entro no número de Avogadro direto, eu falo para ele que um mol é uma quantidade, é como se fosse, por exemplo, uma dúzia de qualquer coisa, né, então em química nós não falamos em uma dúzia, nós não falamos em uma centena, nós falamos em mol, para ele relacionar, saber que é uma unidade de medida pra química, como a gente usa dúzia, como a gente usa a centena, pra qualquer quantidade. Aí eles já não se assustam com a palavra, eu percebo isso; quando eu ensino o mol, o cálculo, por exemplo, o peso molecular, eu não sinto dificuldade, eles gostam disso, mas eu acredito que eles não entendam quando eles tão calculando o peso molecular, eles estão achando aquilo fácil. Quando você dá as massas atômicas, eles acham fácil a matemática, agora eu não acredito que todos entenderam o que significa mol; aí, por exemplo, eu não fico insistindo, eu nunca insisto em definição; para mim não importa a definição, para mim importa ele saber usar. Então calcular o peso molecular eles gostam, **eles só se atrapalham quando você diz: relacionar o mol com quantidade de moléculas, o peso molecular com a quantidade de átomos, nº de átomos, nº de moléculas [...]**

Docente 4: Primeiro dou bastante exemplos com feijão, arroz, para fazer relações com quantidade de grãos em um quilo. Começo comparar assim, depois chego na dúzia, continuo fazendo relações. Então faço essa relação: um mol seria uma unidade de quantidade de matéria, e ele tem uma certa quantidade fixa em unidades, né?

Em relação à definição do mol, os docentes identificados como 1, 2, 3 e 4, parecem ter idéias semelhantes; trabalham com comparações que são de alguma forma mais concreta para os alunos para , posteriormente, introduzirem o conceito de mol.

QUESTÃO 2:

Quais são os requisitos que você considera necessários para que o aluno entenda o conceito mol?

Docente 1: Conceito mol... **Matemática fundamentalmente, potência de dez, proporção**, ele precisa saber, eu acho, olha, vou falar uma coisa, esse assunto ele não precisa saber tanto, porque mesmo ele sabendo vai ficar difícil para ele entender, fazer, para quantificar ele precisa saber potência de dez e proporção. Agora, pra química, o que ele precisa saber é o significado do mol, para poder relacionar com a parte matemática, e conseguir entender o que está fazendo... ele tem que saber que naquela massa tem aquilo (6.10^{23} entidades). Numa massa maior vai ter mais, numa massa menor vai ter menos, é isso que mesmo ele fazendo não tem essa noção de fazer analogia.

Docente 2: Acho que ele tem que saber que **átomo é diferente de molécula**, olhar e saber a diferença entre o que representa uma substância, como que vê dentro daquela substância representada por uma **fórmula**, que ela é formada por **símbolos** de elementos. Os alunos fazem muita confusão com essas noções eu acho, os meus alunos, eles falam tudo é símbolo, símbolo H_2O , não me conformo, depois pergunta assim: como sabe quantos têm? Até nas ligações eu sinto muito isso, então pra mim o requisito vem mais da oitava série, por isso que eu demoro muito no primeiro ano, porque fico muito tempo vendo substância, **substância simples e composta**, propriedades das substâncias, mistura e substância pura, substância simples e substância pura e composta, eles fazem essa leitura toda errada, dos textos que as pessoas põem no jornal assim: um composto H da água, e aí eles acham que tudo é normal, então eu acho que a primeira coisa é pegar bem isso, essa leitura de substância, representada pela fórmula, o que é um elemento, o que é um átomo. Eu acho que eles fazem uma confusão disso, pra mim é uma parte muito importante. Segunda coisa, **eles não sabem matemática**, então eles não conseguem muitas vezes montar uma regrinha, sabe **regra de três** que a gente usa muito, eles já vêm com uma matemática muito fraca.

Docente 3: O aluno que sabe as quatro operações, que sabe qual é o inverso da multiplicação, qual é o inverso da soma, e sabe fazer uma relação e resolver regra de três, ele vai bem. O aluno que não sabe isso, ele calculou o peso molecular, mas não passa daí.

Docente 4: Se for mais tradicional ele tem que saber o que é **elemento químico, átomo, molécula**, algumas moléculas ele já tem que conhecer; Se for mais construtivista, aí não precisa muito antes, os conceitos podem ser formados, vai depender mais da minha colocação (forma que o professor fala) relacionando com o cotidiano dele lá.

Quanto aos requisitos básicos, podemos notar que os docentes consideram necessários à base matemática (uso de proporções, regras de três, operações básicas) as noções do que seja átomo, molécula, elemento químico, fórmula química, conceitos que foram levados em conta quando da elaboração dos roteiros do jogo.

■ Trechos de entrevistas com alunos, realizadas em dupla ■

QUESTÃO 1: Se alguém te perguntasse: você sabe o que é o mol? O que você responderia?

Alunos 1 e 2: ... $6 \cdot 10^{23}$; É o número de moléculas dentro de um mol? Dentro de um mol de alguma substância... acho que é uma quantidade que se usa para medir, não é? Quer dizer, ela é pequena e aí você usa pra... uma unidade de medida. Acho que é uma unidade de medida que você usa quando você precisa saber de uma substância. Um mol é $6 \cdot 10^{23}$, acho que é um átomo, uma molécula.

Alunos 3 e 4: Responderia quanto é um mol né, $6 \cdot 10^{23}$.
Eu falaria de proporção, né, quando pede. Um mol tem $6 \cdot 10^{23}$, aí quantos mols eu quero saber. Ele serve para medir... moléculas, partículas, eu sei que tem partículas no meio, eu acho... um mol mede partículas de uma determinada substância.

Os alunos demonstram claramente a confusão que fazem entre a definição do mol, os termos envolvidos e seus verdadeiros significados.

QUESTÃO 2: Quando vocês estavam aprendendo esse assunto, o que acharam mais difícil para entender?

Alunos 1 e 2 : R.: Ainda é relacionar, tipo não entra relacionar mol com massa sabe, quando você tem que comparar mol com massa, concentração, é que não dá para entender direito o que é o mol, entendeu?

Alunos 3 e 4 : R.: Ah... eu não sei muito proporcionar, eu me complico assim, o que por embaixo do que (na regra de três), o que pede... É, é isso... e também precisa muito de interpretação de texto.

Na fala dos alunos podemos notar a dificuldade de interpretação do que é pedido e também em fazer as devidas relações entre mol, massa e quantidade de partículas.

A seguir, algumas menções envolvendo relações entre mol, massa e quantidade de partículas:

Alunos 1 e 2:

Aí eu pergunto : você tem um mol de átomos de ferro e um mol de moléculas de água, qual deles tem a maior quantidade de partículas?

R.: Ah.... é igual.... porque um mol tem a mesma quantidade...

Se eu perguntar: qual tem a maior massa? Como eu respondo?

R.: Hi... tem que calcular a massa da água e do ferro... você depois relaciona lá com o valor $6 \cdot 10^{23}$...

Vou colocar para vocês assim: a massa atômica do ferro é 56 e a massa molecular da água é 18. Tendo um mol de átomos de ferro e um mol de moléculas de água, qual tem a maior massa?

R.: Acho que é igual, não é?... eu tenho que calcular a massa molar...

E depois?

R.: Compara...

Alunos 3 e 4:

Suponha que você tenha um mol de átomos de ferro e um mol de moléculas de água, qual tem a maior quantidade de partículas?

R.: A água...porque o átomo é pequeno...

Mas tenho um mol dos dois.

R.: Não sei...

Se eu disser que tenho um dúzia de cada, qual tem a maior quantidade de partículas?

R.: Ah... os dois.

Se eu disser, tenho um mol de cada.

R.: Ah... tem a mesma quantidade.

E a massa, é igual?

R.: Não, porque eles pesam diferente, têm a mesma quantidade, mas têm pesos diferentes.

Por quê?

R.: Porque são substâncias diferentes.

Nestes trechos podemos verificar que os alunos apresentam certa dificuldade no instante em que necessitam fazer comparações. Quando o termo mol foi comparado com a dúzia, por exemplo, que é uma unidade de medida comum ao seu conhecimento, houve um melhor encaminhamento da resposta.

Após alinhar os pontos comuns das entrevistas dos professores e alunos, tomar como base os artigos estudados que detalham as principais dificuldades ao se tratar o conceito de mol, aliados à minha experiência como docente, chegou o momento de iniciar a elaboração dos roteiros para o jogo. A principal preocupação nesta parte do trabalho era escolher o que abordar, uma vez que este conceito está envolvido em vários tópicos da química. Então, novamente me reporte aos dados anteriores para me certificar de que as dificuldades são geradas pela falta de fundamento do que vem a ser o mol. As relações que envolvem esta unidade de medida com a massa ou com o número de partículas, associadas com a pequena base matemática que os alunos trazem, também acabam gerando concepções alternativas em relação ao conceito. Um exemplo disso é a citação dos

alunos 1 e 2, quando respondem a questão 1: "... 1 mol é 6.10^{23} ...", ou seja, para eles, o mol é a Constante de Avogadro e não uma unidade de medida. A citação do docente 1 também se refere a esta idéia: "... o mol ou Constante de Avogadro...". Essas considerações nos levaram então a refletir como o *software* poderia suprir essas dificuldades.

1.2 O jogo como recurso na educação

O significado da palavra **jogo** é proveniente do vocábulo *jocu*, substantivo masculino de origem latina que quer dizer *gracejo*. No sentido etimológico, expressa um divertimento, brincadeira, passatempo sujeito a regras (ANTUNES, 1998).

Os gregos antigos afirmavam que os primeiros anos de vida de uma criança deveriam ser ocupados com jogos educativos. Platão comenta a importância do "aprender brincando" e Aristóteles sugere, para a educação de crianças pequenas, o uso de jogos que imitam ocupações de adultos como forma de preparo para a vida futura.

Egípcios, romanos e maias diziam que os jogos serviam de meio para os mais jovens aprender com os mais velhos os valores, conhecimentos, normas e padrões de vida social.

A partir do século XVI, os humanistas começaram a perceber o valor educativo dos jogos. Os jesuítas foram os pioneiros em colocar os jogos em prática, transformando-os em um recurso didático.

Lev S. Vygotsky, professor e pesquisador russo, procurou descobrir o papel das experiências sociais e culturais, por meio do estudo do brinquedo da criança. As brincadeiras infantis correspondem aos primeiros jogos da criança, nos quais ela pode imaginar, criar e interagir com o meio. A percepção que a criança tem do mundo dos objetos humanos pode ser determinante no conteúdo de suas brincadeiras (VYGOTSKY et al., 1988).

Para que um jogo seja considerado educativo, ele deve manter um equilíbrio entre duas funções: uma lúdica, ou seja, deve propiciar diversão e prazer, e outra educativa, deve ensinar ao indivíduo algo que seja acrescido em seu saber (KISHIMOTO, 1996). Vygotsky

afirma que nem sempre o prazer é característica do jogo, em alguns casos há esforço e desprazer na busca do objetivo da brincadeira.

Jean Vial, pedagogo francês, considera importante a escola adotar os jogos pelos efeitos que pode proporcionar, e considera uma diferença entre os jogos didáticos e os educativos. Segundo ele, os jogos educativos envolvem ações ativas e dinâmicas, permitindo múltiplos efeitos na esfera corporal, cognitiva, afetiva e social. Os jogos didáticos estão ligados ao ensino de conteúdos, limitando o prazer, o que pode ser inadequado para o desenvolvimento infantil, por poder tornar-se monótono e cansativo (KISHIMOTO, 1992).

Aleksei Leontiev, psicólogo russo, indica os chamados “jogos limítrofes”, pois estão entre a brincadeira e o período de atividade não lúdica. Segundo o autor, os jogos didáticos correspondem a certo número de operações preparatórias envolvidas no objetivo do brinquedo, treinam o desenvolvimento das operações cognitivas necessárias às atividades escolares (LEONTIEV, 1988).

O jogo educativo apresenta dois sentidos, sendo um amplo – quando é empregado como material ou situação organizada pelo professor e que permite a exploração pela criança, visando seu desenvolvimento e, o outro, mais restrito – quando exige ações orientadas para desenvolvimento de conteúdos ou habilidades, neste caso podendo ser chamado de jogo didático.

Embora os jogos tenham caráter educativo, a prática pedagógica classifica-os em dois tipos:

- Os jogos livres, nos quais as ações lúdicas são iniciadas e mantidas pela criança;
- Os jogos educativos ou didáticos, cujas ações lúdicas são destinadas ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e à aquisição ou treino de conteúdos específicos (KISHIMOTO, 1992).

Para que o jogo venha a contribuir no processo de ensino e aprendizagem é necessário que o executor (o professor, no caso do jogo na educação) tenha uma concepção

definida de jogo, de desenvolvimento, de aprendizagem. O jogo é uma atividade do cotidiano da criança sendo importante para que ela possa se apropriar do mundo (SANTOS, 1997). O professor deve ser o organizador dessa atividade e, quando a prepara, deve ter em mente que ela pode ser uma ferramenta para favorecer a aprendizagem de seus alunos; essa aprendizagem serve tanto para o aluno como para o professor, pois ele pode verificar o que está bom e o que não deu certo durante sua aplicação, podendo modificar e replanejar, a fim de aprimorar seu trabalho. A característica que se destaca no trabalho do professor é a mediação docente, por meio da qual ele se põe entre o aluno e o conhecimento para possibilitar as condições e os meios de aprendizagem, ou seja, as mediações cognitivas.

O jogo educativo como estratégia de ensino pode ser aplicado em situações diversas na sala de aula. Pode-se utilizar para apresentar um conteúdo programado, destacar aspectos importantes, como forma de revisão e avaliação, e como meio de melhorar a integração e os relacionamentos na sala. A motivação que o jogo possui deve estar de acordo com a faixa etária do grupo a que se pretende aplicar, e o professor deve estar envolvido nesta atividade, visando organizar e incentivar a participação.

1.2.1 - O jogo didático virtual

Por que se criar um jogo didático virtual? Outros jogos educativos não teriam o mesmo efeito?

Segundo Wang (2006), o termo edutainment (Education + Entertainment), ou ludoinformação, reporta-se à idéia de associar entretenimento a aprendizado, tendo como proposta a criação de experiências que divirtam e ao mesmo tempo tenham fundo educativo. Porém, este termo está baseado em um modelo pedagógico limitado. O uso da tecnologia digital no ensino não é idéia recente. Nos anos 1980, o professor Seymour Papert, do Massachusetts Institute of Technology (MIT), criador da linguagem de programação Logo e autor do livro *"Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas"*, já imaginava os

computadores como instrumentos de expansão do aprendizado dos estudantes fora da sala de aula.

Atualmente, o educador tem que lidar com uma nova geração de estudantes, já acostumados com vídeo-games, e-mail, chat, celulares e outras tecnologias interativas.

De acordo com Eric Klopfer, professor do programa de educação para o ensino do MIT, as crianças de hoje estão imersas em uma cultura que integra o uso de computadores. Dentro de seus ideais de trabalho, os programas desenvolvidos em seu departamento focam não somente as operações mecânicas, mas sim a resolução de problemas, desde a coleta de dados à análise de soluções (ANTHONY, 2005).

A idéia em trabalhar com um jogo virtual é justificada pelo fato de que os recursos tecnológicos que a informática atual possui podem favorecer a criação de imagens e situações atrativas para os alunos. É possível por meio destes recursos, criar ambientes de acordo com os objetivos que se propõe atingir. As informações contidas no *software* podem ser complementadas com imagens, textos, sons, efeitos etc. Podem-se também criar os passos e as regras, pois os comandos direcionam as ações e permitem que o aluno perceba o resultado delas de forma imediata. Por exemplo, se estiver certo, prossegue, se não estiver cria-se um comando de retorno, de modo que ele possa repensar as ações e recomeçar.

Segundo Passerino (1998), o jogo educativo computadorizado também pode colaborar com alguns objetivos indiretos, como memória auditiva e visual, orientação espacial (imagens em 3D), coordenação motora, percepção, entre outras.

Um estudo realizado em 2001 no Reino Unido mostra que o uso de entretenimento interativo, por meio de jogos, desenvolve nos alunos maiores habilidades de leitura e compreensão, pensamento crítico, desenvolvimento social, tanto durante exercícios realizados em classe quanto durante os jogos usados apenas para diversão (KROTOSKI, 2005). Entretanto, um dos autores do relatório sugere certa cautela ao se promover

entretenimento educacional interativo, pois, pode-se passar a idéia de que o aprendizado é tarefa difícil e jogar um jogo é fácil.

O lingüista americano James Paul Gee, autor de *“What vídeo games have to teach us about learning and literacy”*, argumenta que o aprendizado baseado em jogos de computador poderia trocar o modelo tradicional de ensino – onde os professores falam e os alunos anotam – por jogos onde os estudantes são consumidores ativos que se encontram engajados em simulações que permitem interação e manipulação de mundos virtuais. Aprender uma matéria como ciência, de uma forma que encoraje a resolução de problemas, pensamento lateral e análise crítica pode criar uma população confiante em seu conhecimento e na habilidade de aplicá-lo no seu dia-a-dia (KROTOSKI, 2005).

Quando um jogo é planejado adequadamente e tem o acompanhamento de um educador especializado, são grandes as chances de obtenção de resultados favoráveis.

Apesar de os jogos virtuais serem aceitos por grande parte dos jovens, existem algumas limitações para seu uso dentro da escola. Segundo Wang (2006), três pilares são fundamentais para o sucesso no uso de jogos na educação: educadores preparados, estrutura escolar e planejamento adequados e boa qualidade e variedade de jogos à disposição. Se não houver essa estrutura escolar, o uso desta estratégia pode ficar comprometido. Um exemplo disso é o tradicional conflito no horário das aulas, ou reservas das salas de informática para treinamento de professores. Um outro comentário importante é que o jogo, assim como outros instrumentos de ensino, deve ter um objetivo claro e deve ser ferramenta utilizada em momentos oportunos, pois se for utilizado de maneira constante, pode perder seu aspecto educativo e passar a ser apenas instrumento de diversão.

Com base nestas considerações a respeito do jogo virtual, creio que o jogo didático elaborado para este trabalho possui o aspecto educativo, de maneira simples, com um roteiro elaborado com a intenção de mediar a aprendizagem de um conceito, onde as atividades foram cuidadosamente pensadas neste sentido. Também possui o aspecto lúdico,

pois o personagem motivador da história ,por meio das situações apresentadas, sempre incentiva o usuário a pensar e interagir com o *software*, o que caracteriza, ao meu ver, uma situação de aprendizagem pertinente ao ambiente escolar.

1.3 Base teórica para a elaboração do jogo

Buscar fundamento teórico para entender as atitudes que movem o ser humano na busca do conhecimento é um aspecto importante que deve ser considerado no momento de elaboração de um material didático. Várias são as teorias que se encontram ligadas ao jogo na educação.

Para Jean Piaget (1896-1980), epistemólogo suíço, o desenvolvimento cognitivo do indivíduo ocorre através de constantes desequilíbrios e equilibrações; as idéias das crianças e dos adolescentes seriam “construções”, que envolvem tanto estruturas mentais como experiências, sendo as últimas apreendidas de maneira organizada pela inteligência.

Piaget introduz o conceito de assimilação, explicando um processo de criação de significados e de conhecimento,e posteriormente, o conceito de acomodação e equilíbrio. Classifica ainda os estágios do desenvolvimento da criança: o sensório-motor, o pré-operatório, o operatório-concreto e o formal (nesta fase encontra-se o período de adolescência). Suas idéias têm relações com o uso de jogos, uma vez que desenvolveu muitas experiências lúdicas para estudar os estágios do desenvolvimento infantil.

Outro pesquisador que contribuiu na fundamentação deste trabalho é Lev S. Vygotsky (1896-1934), que tem como um de seus pressupostos básicos a idéia de que o ser humano se constitui como tal na sua **relação com o meio**, com o outro. Nesta perspectiva, o jogo didático também pode representar um instrumento mediador e de interação entre os participantes, fator importante na aprendizagem.

Entre outros autores que investigaram o desenvolvimento humano, Aleksei Nikolaevich Leontiev (1903-1979), com a Teoria da Atividade, ofereceu um suporte teórico

muito apropriado para o objetivo de criar um jogo didático. Leontiev foi um dos principais colaboradores dos trabalhos de Vigotsky. A denominação “teoria da atividade” surgiu a partir dos trabalhos de Leontiev, porém muitos autores acabam adotando esta denominação também para os trabalhos de Vigotsky, Luria e outros (DUARTE, 2003).

Com base nas idéias de Vigotsky e Leontiev, Engeström (1999 apud DANIELLS, 2003) criou modelos para representar as gerações da teoria da atividade. O esquema a seguir representa a mediação entre o sujeito (autor de uma ação) e o objeto, proposta por Vygotsky. Podemos entender por mediação uma determinada intervenção de algo entre duas situações de modo que se estabeleça uma relação entre elas:

Figura 1: Modelo da primeira geração da teoria da atividade.

Este esquema representa a concepção de Vigotsky sobre mediação, onde o sujeito utiliza ferramentas para interagir com o mundo em que vive. Essas ferramentas de mediação podem ser tanto materiais (produzidas pelo ser humano) como psicológicas (linguagem, técnicas de memorização), orientadas e controladas pelo próprio sujeito.

1.3.1 - A Teoria da Atividade de Leontiev

A teoria histórico-cultural da atividade, desenvolvida inicialmente por Leontiev, Rubinstein e Luria, é geralmente considerada como uma continuidade da escola histórico-cultural iniciada por Vygotsky. Segundo Leontiev, a idéia da análise da atividade como

método na psicologia científica do homem foi formulada nos primeiros trabalhos desse autor (LEONTIEV apud LIBÂNEO, 2004).

Para Leontiev:

As atividades humanas são consideradas como forma de relação do homem com o mundo, dirigidas por motivos, por fins a serem alcançados. A idéia de atividade envolve a noção de que o homem orienta-se por objetivos, agindo de forma intencional, por meio de ações planejadas. (OLIVEIRA apud MOURA, 1998).

A criança tem seu desenvolvimento influenciado por circunstâncias concretas de sua vida, por intermédio das relações que mantêm com outras pessoas, e pelo meio em que vive. Para Leontiev, as operações mentais seriam determinadas pelas relações concretas entre a criança e a realidade; a proximidade prática com os objetos é que leva a criança ao seu desenvolvimento cognitivo. Esse desenvolvimento ocorre em estágios: o pré-escolar, onde a realidade humana se aproxima da criança; o escolar, onde ocorre uma reorganização no sistema de suas relações, no qual o fator social começa a estar mais presente; e a adolescência, onde se dá novamente uma reorganização no sistema de suas relações.

Cada estágio é caracterizado pela relação que o indivíduo tem com a realidade principal dessa etapa; a mudança de estágios ocorre através da atividade principal do indivíduo. O que é a atividade principal? Segundo Leontiev, atividade principal é aquela cujo desenvolvimento governa as mudanças mais importantes nos processos psíquicos e nos traços psicológicos da personalidade da criança. A atividade é um processo psicologicamente caracterizado por um **objeto** e o que estimula a execução da atividade é o **motivo**, e esse estímulo aparece por uma **necessidade**, que irá desencadear certas **ações**, executadas por **operações**. Se a ação estiver de acordo com o motivo e com um objetivo se torna uma atividade; haverá o surgimento de novas atividades e novas relações com a realidade; esse motivo pode ser compreensível, quando está na consciência, e realmente eficaz, o que concretiza a atividade. A transformação

de um motivo compreensível em eficaz é o resultado de uma ação ser significativa ao indivíduo (LEONTIEV, 1988).

Em seu trabalho, Leontiev identifica que o fator principal que distingue uma atividade de outra é a diferença de seus objetos; este se relaciona a um motivo que acaba impulsionando a atividade, pois o que ocorre é a articulação da necessidade ao objeto. A necessidade, o objeto e o motivo formam a estrutura da atividade.

Asbahr (2005) cita um exemplo, inspirada em uma situação dada por Leontiev em sua obra intitulada “Actividad, Conciencia e Personalidad”. Quando um indivíduo está com fome, ele tem uma necessidade: comer. Para satisfazer esta necessidade, vai a busca de alimento, que é o objeto. Neste ponto, ele já encontra um motivo para realizar sua atividade, ou seja, existe relação entre eles. A partir daí, quais ações este indivíduo desenvolverá para suprir sua necessidade? Quais as operações que estas ações requerem? O tipo de ação e de operação dependerão do histórico de vida do indivíduo.

A figura 2 mostra uma representação da teoria da atividade proposta por Leontiev:

Figura 2: Relações da atividade de acordo com Leontiev (DANIELS, 2003).

De acordo com a figura, verifica-se que Leontiev relaciona a atividade a um motivo que a impulsiona, conforme comentado anteriormente. A ação individual é estimulada

por uma meta e as operações são impulsionadas pelas condições e ferramentas disponíveis a uma determinada ação.

Pela análise do conceito de atividade proposto por Leontiev, parece haver uma contribuição, proveniente da Psicologia, no sentido de fundamentar a utilização dos jogos no ensino.

Segundo Moura (1996):

A atividade é orientadora no sentido de criar possibilidades de intervenção que permitem elevar o conhecimento do aluno. Dessa maneira, todo e qualquer material utilizado para o ensino é ferramenta para ampliar a ação pedagógica.

Espera-se, a partir desta interação do sujeito com o objeto de ensino, que ele resolva uma determinada situação-problema sugerida na atividade proposta. O termo “atividade orientadora”, segundo Moura (1996), é pertinente porque define os elementos essenciais da ação educativa e respeita os limites do aluno, e nem sempre a atividade proposta atinge os resultados esperados pelo professor.

A atividade de ensino tem como **necessidade** provocar o aprendizado e, por meio de **ações**, define a forma de colocar os diversos conceitos em evidência no ambiente escolar. As **operações** são definidas no momento de planejamento da atividade, ou seja, qual o instrumento, qual o recurso de ensino a ser utilizado. No nosso caso, é o computador, uma vez que é o instrumento que permite a utilização do *software* (meio mediacional onde está programada a atividade de ensino proposta para este trabalho). Ao término da atividade, serão escolhidos os métodos para avaliar o progresso cognitivo do aluno e, nesse caso, a avaliação deve ser permanente, tanto para o aluno, que realiza a atividade, quanto para o professor, que planeja e idealiza um resultado.

Na atividade proposta neste trabalho e de acordo com o modelo representado na figura 2, a **atividade** corresponde ao **ensino de um conceito**, por meio do **objeto**, que

é o **jogo didático**, impulsionada por um **motivo** que é **aprender o conceito de mol**. Portanto, o **sujeito** que é o **aluno** realizará uma **ação** que corresponde ao **ato de jogar**, cuja **meta** é **superar os desafios** propostos pela atividade. As **operações** que a ação exige correspondem aos **exercícios criados ao longo do jogo**, mas, para que o aluno as realize, existe uma dependência de **condições**, como por exemplo, **seu conhecimento prévio sobre operações matemáticas e sua habilidade em lidar com o computador, entre outras**.

Com base nesta análise sobre a teoria da atividade, o jogo pode ser considerado como atividade de ensino, um recurso didático para auxiliar as atividades escolares, criando situações que podem colaborar no aumento do conhecimento do aluno.

De acordo com Santos (1997), para que os jogos venham a contribuir pedagogicamente no processo de construção do conhecimento da criança, o professor deve criar situações para o desenvolvimento da autonomia, apenas orientando, incentivando e incrementando ações que favoreçam a troca de opiniões entre os participantes durante a atividade.

Vale ainda salientar que, apesar de o professor planejar uma atividade esperando que seja significativa para o aluno, nem sempre seu objetivo é atingido na totalidade, pois existem diversas variáveis neste caminho. Uma delas é o caso de um aluno, por exemplo, não gostar de computador ou seu histórico de vida não permitir que acompanhe determinadas atividades como o professor almeja. Daí então a importância de todo um planejamento anterior da atividade de ensino, na intenção de garantir que ela seja significativa para a maior parte dos alunos.

O objetivo deste trabalho é verificar se por meio da aplicação de um *software* educativo, planejado e elaborado na forma de um jogo didático, o aluno terá favorecida a compreensão e assimilação do conhecimento sobre o conceito desejado. A hipótese de trabalho é a de que o jogo didático irá propiciar um aprendizado mais efetivo pelo aluno. Na realidade, o que se quer é avaliar a aprendizagem do conceito utilizando um recurso didático, no caso, jogo virtual.

Fica então a questão do que se avalia: o *software* ou a aprendizagem do conceito? A pesquisa pretende avaliar se é possível melhorar essa aprendizagem sendo o jogo didático o recurso criado especialmente para isso, ou seja, o instrumento. Não é simples desvincular a avaliação da aprendizagem do recurso didático, pois o produto e o método caminham juntos. O resultado final pode dar condições para se julgar a eficácia do instrumento utilizado; afinal, trata-se de uma estratégia de ensino.

3.1 A elaboração do jogo segundo aspectos pedagógicos

Tomando como base todo o exposto anteriormente, foram desenvolvidos roteiros para a elaboração do *software*; a criação de um jogo como atividade de ensino deveria apresentar os aspectos propostos por Leontiev. A estrutura planejada foi um jogo educativo composto por fases, com base construtivista. O jogo intitulado “AS AVENTURAS DE SBUGA” apresenta um personagem, o mosquito Sbuga, que é o motivador de toda a sequência, e que lançará ao participante diversos desafios, relacionados ao conceito proposto. Para transpor uma fase o aluno deverá realizar certas ações, que envolvem operações criadas para considerar as dificuldades inerentes ao conceito, identificadas nas entrevistas iniciais e nos estudos anteriores.

O jogo é composto de três fases: a primeira fase trata de proporções e fórmulas, sendo que as atividades desenvolvidas nesta etapa estão relacionadas apenas a esses tópicos. Na segunda fase, o aluno interage com proporções e potências e, na etapa final, com o conceito de mol propriamente dito. A intenção é que o aluno possa ter um reforço sobre as bases matemáticas, fundamentais para o entendimento do conceito desejado, tudo isso de uma forma lúdica e educativa. Realizamos uma análise detalhada das atividades desenvolvidas nas fases do jogo em relação à fundamentação teórica e também quanto ao ensino de química. Estas considerações estão descritas no item que trata dos aspectos operacionais.

3.2 Roteiros das fases do jogo

Estão descritos a seguir os roteiros de cada fase do jogo, mostrando os objetivos e a seqüência planejada para cada fase do jogo.

3.2.1 - As aventuras de Sbuga – primeira fase

■ **Objetivo:**

- Criar condições para que o participante possa efetuar associações de quantidades, trabalhando com proporções.
- Organizar as informações, criando fórmulas para responder aos desafios propostos nesta fase, traduzindo-as para uma linguagem simbólica.

■ **Seqüência planejada:**

O cenário do jogo é um lixão e Sbuga é um mosquito esperto, sendo o motivador do jogo, por meio do envolvimento do participante com os desafios que ele terá que enfrentar.

1. Apresentação do personagem;
2. Sbuga passeia pelo lixão; neste momento aparece o primeiro desafio do jogo, que consiste no ingresso a uma festa no lixão, cuja entrada será permitida mediante a entrega de um kit de restos de alimentos:

KIT ENTRADA

2 grãos de arroz por perna;

1 grão de feijão por asa;

3 grãos de milho por olho

3. Sbuga imagina cada colega e incentiva o participante a codificar o nº de asas, patas e olhos; esta tela será do tipo “clique e arraste”; a intenção é que sejam criadas fórmulas semelhantes às fórmulas químicas.
 - ZUIM (mosquito) : 4 asas, 6 patas, 2 olhos . ex: $A_4P_6O_2$
 - TUBEE (abelha) : 2 asas, 6 patas, 2 olhos.
 - TEIOSO (aranha): sem asas, 8 patas, 8 olhos
 - CENTROPEÇO (centopéia): sem asas, 100 patas, 2 olhos.
4. Sbuga interage com o participante solicitando que, a partir das fórmulas, calcule o nº de kits; o segundo desafio da fase consiste em calcular quantos grãos de cada alimento serão necessários para todos entrarem na festa.
5. Se o participante conseguir relacionar as quantidades, poderá passar para a segunda fase; caso não consiga, poderá acessar o link “saiba mais” que será criado, onde existirão dicas sobre a estrutura dos participantes e poderá tentar novamente.

3.2.2 - As aventuras de Sbuga – segunda fase

■ Objetivo:

- Nesta fase o participante deverá fazer associações com unidades de medidas, as já conhecidas (dúzia, a centena), e outras que serão criadas.
- Identificamos a necessidade de desenvolver neste ponto exercícios que envolvam potências, para que o aluno se familiarize com o valor de 1 (um) mol, quando este aparecer já na 3ª fase do jogo.

■ **Seqüência planejada:**

1. Sbuga e seus amigos entraram na festa; um dos amigos (à escolher) reclama que está com fome; o atendente do bar, que é uma formiga, informará que existe uma promoção: se eles acertarem um desafio proposto, ganharão um “kit porcaria”.
2. Os amigos olham para Sbuga, que diz: “essa é para mim!” (sugestão)
3. Página interativa onde Sbuga pedirá ajuda ao participante para responder à seguinte questão: “desafio das distâncias”:

Um inseto está dentro do lixão; qual objeto está mais longe dele?

Inseto até uma lata de ervilha:	10^5 cm
Inseto até uma garrafa plástica:	$2 \cdot 10^5$ cm
Inseto até um pneu velho:	$3,56 \cdot 10^8$ cm
Inseto até um sapato furado:	10^4 cm
Inseto até uma caixa de papelão:	$2,47 \cdot 10^7$ cm
Inseto até um frasco de óleo:	$32,5 \cdot 10^8$ cm

4. Caixa interativa onde o aluno colocará a resposta; se estiver correta, deverá aparecer uma mensagem de congratulação e Sbuga ganhando o kit porcaria; se o aluno errar, deverá aparecer mensagem de erro e “tente outra vez”.
5. Após Sbuga e seus amigos comerem o kit porcaria, chega no bar um outro personagem, que irá movimentar a conversa na 2ª e na 3ª fase, junto com Sbuga.

6. Essa personagem é a Rançosa, uma rã (ranzinza) que, ao observar Sbuga, irá propor nesta fase mais um desafio. O que ela quer é saber se ele é mesmo “o bom” como os outros o consideram.
7. Rançosa irá mostrar uma placa contendo unidades descritas e Sbuga irá lê-las:

1 dúzia =	12 unidades
1 trinquina =	35 unidades
1 centena =	100 unidades
1 megamix =	$6 \cdot 10^6$ unidades

8. Após Sbuga ler a placa, Rançosa irá fazer a seguinte pergunta: se somarmos 2,5 dúzias e 3 trinquinas de grãos de arroz, qual o número total de unidades que teremos? (tela interativa onde haverá uma caixa texto com a pergunta e outra para o aluno colocar a resposta).
9. Sbuga fará outra pergunta para a rã: somando 1,5 megamix com 4,5 centenas de grãos de arroz e do total subtrair 3000, quantos grãos restarão?
10. Tela interativa com caixa texto para pergunta e caixa texto para resposta.
11. Se aluno responder corretamente, termina a 2ª fase com uma mensagem de congratulação; se não conseguir, aparecerá mensagem de retorno para uma segunda tentativa.

3.2.3 - As aventuras de Sbuga – terceira fase

■ Objetivo:

Nesta fase o participante estará em contato direto com o conceito de mol como unidade de medida; os desafios propostos são questões que abrangem cálculo de massa molar e relações, envolvendo quantidade de matéria, massa e quantidade de partículas.

■ Seqüência planejada:

1. Sbuga falando: Você se lembra daquele “numerinho” $602.000.000.000.000.000.000.000 = 6,06 \cdot 10^{23}$? E aí Rançosa, topa brincar com ele?
2. Rã responde: é pra já! (lembrando que a rã tem a fala incorreta)
3. Sbuga: então lá vai: **(desafio 1)** Olhe esta laranja (desenho de laranja). Sabendo que esta laranja tem 8 cm de diâmetro, qual a distância total da fileira formada por $6 \cdot 10^{23}$ laranjas? Coloque a resposta em quilômetros.
4. Rã: *Ajuda eu?* (tela interativa)
5. *Quar a massa dessa laranja?* (desenho com a rã segurando a laranja).
6. Sbuga: 50 gramas.
7. Rã: e a desse morango?(desenho com a rã segurando o morango)
8. Sbuga responde: 10 gramas.
9. Rã: Intão respondi: **(desafio 2)** quar a massa di $6 \cdot 10^{23}$ laranja e di $6 \cdot 10^{23}$ morango?
10. Sbuga: você me dá uma ajudinha? (tela interativa).

11. Sbuga (após a resposta do item anterior): Você ,Rançosa, sabe por que deu essa massa tão diferente?
12. Rã: *é pruque a laranja é mais pesada qui o morango,né?*
13. Sbuga: Então, existe uma unidade de medida muito usada para substâncias químicas que utiliza esse número. Essa unidade é o **mol**. 1 mol contém 6.10^{23} unidades. Olha como é fácil:

<p>1 dezena de laranjas contém 10 laranjas e possui massa de 500g</p> <p>1 dúzia de laranjas contém 12 laranjas e possui massa de 600 g</p> <p>1 mol de laranjas contém 6.10^{23} laranjas e possui massa de 30.10^{24}g</p> <p>1 mol de morangos contém 6.10^{23} morangos e possui massa de 6.10^{24}g</p>
--

14. Rã: *já que eu acertei, quero um prêmio!*
15. Sbuga: você merece, e eu também!
16. Rã: *i u quê ocê vai mi dá?*
17. Sbuga: já sei! Eu te dou um mol de água e você me dá um mol de açúcar.
18. Sbuga entrega uma porção (que representa um mol de água para a rã e ela usa o mesmo recipiente para devolver o açúcar).
19. Suga diz olhando o recipiente: aqui não tem um mol de açúcar!
20. Sbuga: Assim como a massa de uma laranja é a soma da casca, da polpa, do suco e das sementes, a massa da molécula de água e de açúcar corresponde à soma de seus componentes.
21. **(desafio 3)** Tela interativa: calcule a massa de 1(um) mol das substâncias (tabela com as fórmulas da água e do açúcar, onde o aluno deve calcular a massa molar.

22. (desafio 4) Rã: *agora sô eu: nós tem 30 g de água e 30 g de açúcar.*

Quantas molécula tem cada um?

23. Tela interativa onde o aluno responde a pergunta.

24. Sbuga diz: vamos revisar o que aprendemos? (em seguida são lançados quatro testes descritos no anexo G).

Então a rã diz: legal, a festa é por minha conta! Enquanto todos estão felizes, ela vai saindo de fininho para não pagar, mas não percebe que sua carteira cai no chão e um personagem pega e diz: puxa, que pena, a rã foi embora, mas como ela é generosa, deixou a carteira cheia de grana para podermos gastar à vontade!!!!!!

(Fim do jogo)

3.3 A elaboração do jogo segundo aspectos operacionais

O *software* foi desenvolvido com alto grau de interatividade. A primeira fase do jogo, que trata de proporções, foi elaborada a partir de uma situação lúdica em que um personagem central, o protagonista e motivador da história têm tarefas a executar. O cumprimento destas tarefas introduz e exercita o trabalho com fórmulas e proporções.

O *software* usado para a elaboração do jogo é o JClic – desenvolvido pelo Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña, Espanha, utilizando plataforma Java - que possibilita a elaboração de atividades diversas para fins educacionais: quebra-cabeças, associações, exercícios de textos etc. Docentes de todos os níveis de aprendizado podem utilizar os recursos oferecidos pelo JClic de maneira livre.

Para cada atividade proposta ao aluno, o JClic cria automaticamente um banco de dados, onde se pode fazer uma análise da navegação do jogo. O JClic funciona nos sistemas Windows, Linux, Mac OSX e Solaris. Também foi utilizado o PHOTOSHOP para criação de imagens.

A primeira fase do jogo tem no total doze atividades, sendo que cada uma envolve um aspecto a ser trabalhado, desde a montagem de fórmulas a relações

proporcionais entre elas. O mesmo acontece com a segunda fase, que apresenta um total de cinco atividades, todas envolvendo cálculos com potências e suas relações. Já a terceira fase envolve um total de oito atividades, divididas em quatro desafios de apreensão do conceito de mol e quatro testes de análise da aprendizagem. O quadro 1 descreve a sequência de atividades das três fases componentes do jogo, bem como as figuras correspondentes a cada atividade.

Quadro 1 - Atividades desenvolvidas na primeira, segunda e terceira fases.

atividade	sigla	Objetivo
1	Res	Montar fórmula
2	SbuF	Relacionar quantidades
3	ReT	Montar fórmula
4	TeiF	Relacionar quantidades
5	ReTb	Montar fórmula
6	TobF	Relacionar quantidades
7	ReZ	Montar fórmulas
8	ZuiF	Relacionar quantidades
9	ReC	Montar fórmula
10	CenF	Relacionar quantidades
11	Aso	Associar fórmulas
12	Rev	Reforço de conceito
Fase 2		
1	Form	Comparação de números em notação científica
2	Fest	Transferir a representação em notação científica para representação normal do número
3	Perg	Realizar adição envolvendo potências
4	Per_sbu	Realizar adição envolvendo potências
5	Revis	Atividade de revisão das operações matemáticas realizadas durante a fase
Fase 3		
1	Des_1	Cálculo envolvendo proporção com o número 6.10^{23}
2	Des_2	Cálculo envolvendo quantidade de partículas e massa
3	Des_3	Cálculo de massa molar
4	Des_4	Cálculo envolvendo massa e quantidade de moléculas
5	Tes_1	Cálculo de massa molar
6	Tes_2	Calculo de massa em certo número de partículas
7	Tes_3	Cálculo da quantidade em mols de certa massa de substância
8	Tes_4	Cálculo do número de partículas em certa massa

A construção das tarefas constantes em cada fase leva em conta a fundamentação da Teoria da Atividade já discutida anteriormente. Considerando toda a sequência que Leontiev propõe para que uma tarefa torne-se uma atividade de ensino e seja realmente significativa para o aprendiz, procuramos elaborar todas as tarefas fazendo uma relação com a necessidade de cada fase. Vejamos quais são estas associações.

Na fase inicial, conforme descrito no quadro 1, existe um total de doze tarefas que o participante deve cumprir. Nesta etapa, o motivador quer entrar em uma festa e para isso deve montar “kits” de entrada, utilizando grãos de arroz, feijão e milho. A primeira atividade, cuja sigla é RES, direciona o aluno ao aprendizado de montagem de fórmulas, utilizando como “elementos” as pernas, as asas e os olhos dos personagens. A tela 1 apresenta esta atividade:

A partir de associações com os componentes do inseto, o aluno deverá associar quantidades e este resultado será utilizado nas tarefas seguintes. Para fazer um paralelo com o ensino da química, esta atividade procura associar os códigos criados no jogo com as conhecidas fórmulas químicas, que são representações simbólicas das substâncias

existentes. O personagem é associado à substância química; as asas, pernas e olhos são os “elementos” componentes da substância e as quantidades correspondem ao número de átomos de cada elemento, no caso, o número de asas, pernas e olhos.

A segunda atividade, de sigla SBUF, tem como objetivo o reforço do conceito de proporção, obtido através da montagem de kits. A tela 2 corresponde a esta atividade:

No ensino de química, a questão das relações proporcionais tem fundamental importância, visto que a maior parte dos cálculos químicos se baseia em proporções, tendo como principal exemplo os cálculos estequiométricos, inclusive os que envolvem quantidade de matéria, representada pela unidade mol.

A atividade três, cuja sigla é RET, tem a mesma finalidade que a primeira atividade, assim com a RETB, REZ, REC. A diferença é que cada uma destas atividades utiliza os outros personagens do jogo para fazer as associações, mas a forma é a mesma. As atividades TEIF, TOBF, ZUIF, CENF têm a mesma finalidade da atividade SBUF, ou seja, reforçar o conceito de proporção.

A atividade 11, de sigla ASO, propõe uma associação entre os personagens do jogo e suas respectivas “fórmulas”. O que se pretende é reforçar esta associação entre o personagem e seu código, em química correspondendo à substância e sua respectiva fórmula química. A tela 3 apresenta esta atividade:

Tela 3: Atividade ASO – associação de fórmulas.

A atividade final desta fase é a de sigla REV, que tem como objetivo fazer com que o aluno realize uma breve “metacognição” sobre os pontos vistos nas tarefas anteriores. Ela é simples e direta e isso é intencional, pois de uma maneira engraçada ele pensa nas suas ações durante o jogo. A tela 4 mostra a atividade REV:

Tela 4: Atividade REV – revisão de conceitos.

Quando o participante cumpre todas as atividades da fase 1, toma-se como base que ele reforçou ou aprendeu o conceito de proporção e montagem de fórmulas e está pronto para prosseguir no jogo. Esta fase tem como objetivo um reforço e preparo matemático, pois relações que envolvem o conceito de mol necessitam de base matemática para sua realização.

A segunda fase possui um total de cinco atividades e apresenta como objetivo os cálculos que envolvem potências decimais. Nesta etapa o motivador e seus amigos estão dentro da festa que ocorreu na primeira fase. A atividade de sigla FORM e a próxima, de sigla FEST, correspondem à representação de números por notação científica, onde o aluno pratica a mudança de um número comum para representação em notação científica e vice-versa. A tela 5 apresenta essas atividades:

No ensino do conceito de mol, habilidade matemática com potências decimais é importante, pois um mol contém um número muito grande de entidades e sua representação é feita por notação científica, ou seja, 1 mol contém 6.10^{23} entidades, que equivalem a 602.000.000.000.000.000.000.000.

A próxima atividade, de sigla PERG, apresenta um novo personagem, a Rançosa, uma rã com sotaque típico, que desafiará o personagem principal com problemas envolvendo representações em notação científica e proporções. A tela 6 apresenta esta atividade:

A atividade de sigla PER_SBU corresponde a outro desafio que o personagem principal propõe, utilizando o mesmo fundamento da atividade anterior, ou seja, problema que envolve proporções com potências. A tela 7 corresponde à atividade:

A atividade final desta segunda fase, de sigla REVIS, propõe um reforço nas relações que envolvem potências, onde o participante deverá converter uma representação notação científica em representação normal e vice-versa. A tela 8 mostra a referida atividade:

Na terceira fase, que possui um total de oito atividades, sendo quatro desafios e quatro testes finais, o *software* explora o conceito de mol e as relações que o envolvem. Na história criada no jogo, a rã e o personagem principal Sbuga conversam sobre as tarefas

que foram realizadas na etapa anterior. Sbuga lembra ao participante o número $6 \cdot 10^{23}$, que corresponde à Constante de Avogadro e começa a propor relações que o envolvam. O desafio 1, de sigla DES_1 é um exemplo disto, conforme mostra a tela 9. A intenção neste desafio é trabalhar com a potência decimal e proporção envolvendo quantidade de entidades, no caso aqui, de laranjas. O que se espera é que o aluno tenha a noção da grandeza do número.

Tela 9: a) Desafio 1; b) Tela interativa para a resposta ao desafio 1.

O desafio 2, de sigla DES_2, corresponde a uma relação entre quantidade de entidades e massa, além do cálculo com potência decimal. Antes da tela interativa o personagem desenvolve na história a idéia de que materiais diferentes possuem massas diferentes, mas, em relação à quantidade de entidades, se temos um mol, temos sempre 6.10^{23} unidades. No caso do desafio em questão os materiais são laranjas e morangos. Em relação à massa, são diferentes, mas, em relação à quantidade de laranjas e morangos, se temos um mol, temos a mesma quantidade de unidades, ou seja, 6.10^{23} . A tela 10 mostra este desafio:

a)

b)

Tela 10: a) e b) Sequência do desafio 2.

No ensino de química, a relevância desta atividade se dá pelo estabelecimento de relações que o aluno deve efetuar para encontrar a resposta, associando massa de substâncias ao número de partículas. O que se espera é que ele reconheça o que já foi comentado anteriormente, isto é, substâncias diferentes possuem massas diferentes, mas se temos um mol de cada uma, temos a mesma quantidade de entidades.

O desafio 3, de sigla DES_3, explora o cálculo da massa molar. Sbuga, em uma tela anterior àquela do desafio, faz uma comparação para demonstrar que a massa de uma fruta corresponde à soma de todos os seus componentes, assim como a massa de uma substância química corresponde à soma das massas de todos os átomos constituintes. A tela 11 apresenta a tela interativa deste desafio:

Calcule a massa de 1 mol das substâncias

Substância	Quantidade	Fórmula química
Água	1 mol	H ₂ O
Açúcar	1 mol	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁

Massa atômica
C = 12
H = 1
O = 16

g g

O

Escreva as respostas nos espaços indicados.

Tela 11: Desafio 3 - cálculo de massa molar.

Finalmente, o desafio de sigla DES_4, propõe um cálculo para encontrar o número de moléculas de substâncias diferentes, cujas amostras possuem a mesma massa. Na tela anterior, Sbuga explica de maneira simples o conceito de mol e quais relações podem ser efetuadas. Se o participante prestou atenção à explicação dada, tem condições

agora de efetuar a atividade. A rã lança um desafio onde o aluno deve calcular o número de moléculas presentes em amostras de água e de açúcar, com o mesmo valor em massa. Para realizar esta tarefa ele deve utilizar o cálculo já visto no desafio 3. A tela 12 mostra a atividade:

11 [Fase III] - JClic

Arquivo Atividade Ferramentas Ajuda

Agora sô eu, nois tem 30g di água e 30g di açuca. Quantas mulécula tem cada um?

Leia com atenção!

Atividade em marcha

Iniciar

Documentos - Meios...

11 [Fase III] - JClic

PT Desktop 12:02

Des_4 [Fase III] - JClic

Arquivo Atividade Ferramentas Ajuda

Você me dá uma ajudinha?

Água	18 gramas
Açúcar	342 gramas

Água Açúcar

...10 moléc. ...10 moléc.

Deixe as respostas com mesma potência.

Atividade em marcha

Iniciar

Documentos - Meios...

Des_4 [Fase III] - JClic

PT Desktop 12:02

Tela 12: a) e b) Sequência do desafio 4.

Para estabelecer uma relação entre as atividades componentes do jogo didático e a teoria da atividade proposta por Leontiev, faremos uma análise geral, considerando os objetivos de cada fase. Lembramos que a análise correspondente ao jogo já foi realizada no item que trata da teoria da atividade de Leontiev.

■ Primeira fase

A *atividade* consiste no reforço das noções de proporção (base matemática) e de fórmulas químicas, cuja *necessidade* é rever os conceitos para que o aluno consiga prosseguir nas fases seguintes. O *motivo* desta fase é que se ele não compreender os modos de codificação por fórmulas e relações que envolvem proporções não poderá continuar os desafios. O aluno, que é o *sujeito*, seguirá a seqüência das *operações* inseridas na fase, que é diretamente dependente de suas *condições*.

■ Segunda fase

A *atividade* proposta nesta fase consiste na verificação e reforço das habilidades dos alunos em resolver problemas que envolvem números representados em notação científica, ou seja, questões que envolvem conhecimentos de potenciação, cuja *necessidade* é a mesma da fase anterior, rever os conceitos para prosseguir na fase seguinte.

O *motivo* desta fase é que se ele não souber reconhecer a ordem de grandeza dos números em notação científica e não realizar cálculos que os envolvem, não poderá realizar os desafios da última fase. O aluno, que é o *sujeito* da atividade, seguirá a seqüência das *operações* inseridas na fase, que é diretamente dependente de suas *condições*. Exemplificando, o que conseguiu compreender da fase anterior ou o que conseguiu recordar do aprendizado de operações matemáticas de séries escolares anteriores.

■ Terceira fase

A *atividade* proposta nesta fase consiste na aprendizagem do conceito de mol, cuja *necessidade* é aprender o conceito para realizar cálculos químicos que envolvem esta unidade de quantidade de matéria. O motivo é que se o aluno não entender o que é o mol e qual sua utilidade, não poderá realizar os cálculos que o envolvem; a necessidade está atrelada ao motivo. O aluno, que é o *sujeito*, seguirá a seqüência de *operações* que envolvem toda a base matemática que foi reforçada nas fases anteriores, que também é diretamente dependente das suas *condições*.

O que é importante destacar, finalizando esta análise, é que, conforme o aluno vai superando os desafios de cada fase, o aprendizado vai ocorrendo, pois é indissociável das ações, ou seja, cada passo que o aluno realiza para avançar nos desafios, está aprendendo ou revendo conceitos, pois sem este aprendizado não consegue entender os desafios seguintes. A atividade de cada fase foi elaborada com uma ação utilizando o conceito reforçado na ação anterior, na intenção de formar a base para o aluno prosseguir na fase posterior. Não se pode aqui definir o quanto o aluno aprende, pois o método utilizado não permite esta análise, mas o que se espera é que os pré-requisitos necessários ao aprendizado do conceito de mol, foco deste trabalho, possam ser reforçados.

3.4 Aplicação

3.4.1 - Primeira fase

O *software* foi aplicado em uma turma com 54 alunos, entre quatorze e quinze anos, da primeira série do Ensino Médio, do Instituto Educacional São João Gualberto, um estabelecimento da rede particular de ensino, situado na capital de São Paulo. Inicialmente, foi solicitada ao diretor do colégio autorização para uso do laboratório de informática e para aplicação dos testes da pesquisa. Na época da aplicação do *software*, o departamento de informática do colégio havia adquirido novos equipamentos, o que garantiu a capacidade

de uso e boa resolução para suportar o programa. Posteriormente, os alunos foram devidamente orientados sobre os objetivos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, para garantir a validade e o tratamento dos dados; o pedido de autorização e o termo em referência estão reproduzidos no Anexo B.

Após a parte inicial estar devidamente regularizada, procedeu-se a aplicação:

- 1** - Teste inicial, realizado individualmente, constando de cinco questões do tipo múltipla escolha, envolvendo relações com proporções, em diversos níveis de dificuldade. No momento da elaboração das questões a preocupação foi que os enunciados tivessem relação com situações do cotidiano do aluno. A intenção era verificar o nível de conhecimento do assunto pelos estudantes participantes (Anexo D);
- 2** - Aplicação do *software* no laboratório de informática com um aluno por micro;
- 3** - Teste final, após o uso do jogo didático, com cinco questões do tipo múltipla escolha sobre proporções, porém com nível de dificuldade levemente maior que o inicial (Anexo E).

Essas etapas foram realizadas num período de dois dias, para evitar que houvesse cansaço por parte dos alunos, o que poderia interferir nos resultados. No primeiro dia, os alunos fizeram o teste inicial orientados para responderem de maneira séria e, quando não soubessem a resposta de determinada questão, deveriam colocar essa informação. Para garantir que os testes inicial e final fossem do mesmo participante, foram distribuídos envelopes, e o aluno deveria colocar um pseudônimo, um meio para preservar sua identidade. Então, no teste inicial, o aluno recebeu este envelope, colocou seu pseudônimo e entregou a primeira folha; no momento do teste final, ele procurou seu envelope, colocou sua segunda folha e devolveu. Um aluno devolveu ambas as folhas em branco.

A intenção inicial deste método é justamente poder verificar se houve algum progresso entre o antes e o depois do jogo didático; o objetivo foi justamente fazer um acompanhamento da evolução do aluno, o que é justificado pelo uso dos envelopes individuais.

3.4.2 - Segunda fase

A segunda fase do jogo foi aplicada nos mesmos moldes da primeira fase, desta vez com 42 participantes, número menor em relação à aplicação da primeira fase, pois houve faltas e também transferências de alguns alunos para outras escolas. A sequência de aplicação foi a seguinte:

- 1** - Teste inicial, realizado individualmente, constando de cinco questões de múltipla escolha, envolvendo agora toda a parte de cálculos com potência, representações em notação científica, sendo que todos os testes têm relação com assuntos do cotidiano dos alunos e sem grande dificuldade de resolução. A intenção nesta etapa é justamente verificar como o aluno trabalha relações matemáticas (Anexo E);
- 2** - Aplicação do *software* no laboratório de informática com um aluno por micro;
- 3** - Teste final, após o uso do *software*, com cinco questões do tipo múltipla escolha, tratando do mesmo assunto (Anexo F).

Assim como na primeira fase, os alunos realizaram os testes, colocando-os num envelope, com um pseudônimo, para que fosse possível verificar sua evolução durante toda a realização da segunda etapa do jogo. Os alunos foram orientados, mais uma vez, a realizarem os testes escritos com a maior seriedade possível, procurando responder o que realmente sabiam, para que fosse garantido o resultado final.

Esta etapa apresenta situações um pouco mais difíceis em relação à primeira fase do jogo. Sua principal característica é fazer relações matemáticas, envolvendo muitos conceitos que, teoricamente, os alunos já deveriam saber, já estudados no período de ensino fundamental. Os participantes sentiram uma dificuldade mais acentuada, questionando várias vezes sobre os conceitos solicitados. Os desafios propostos nesta fase são mais exatos, justamente para verificar o nível de entendimento matemático.

3.4.3 - Terceira fase

Esta fase corresponde à parte final da pesquisa. Sua aplicação se deu de forma diferenciada. Não houve um teste inicial, como ocorreu nas duas fases anteriores, pois este momento é de aprendizado de um conceito e não de verificação. Nesta etapa, o participante entrou em contato direto com o conceito de mol. Todas as atividades de aprendizagem do conceito estão integradas no *software*, daí a diferença de aplicação em relação às fases anteriores.

Na fase 3, as atividades estão divididas em **quatro desafios**, todos envolvendo a formação do conceito de mol e suas relações com massa molar e quantidade de partículas. Após o aluno transpor os quatro desafios, o programa direciona-o à realização de **quatro testes**, apresentados ao participante como uma revisão do que foi visto no jogo. Porém, a partir dos resultados destes testes que será realizada uma análise de entendimento do conceito pelos participantes.

O teste foi aplicado, individualmente, a 45 participantes em apenas um dia. Em relação à dificuldade, o que percebemos é que a aplicação ocorreu de forma mais tranquila, cada participante interagindo com o jogo, uns de forma mais intensa, outros com baixo índice de concentração, mas no geral o resultado foi positivo, pois todos os alunos participaram.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Primeira fase

Os resultados obtidos foram divididos de acordo com os dois aspectos descritos anteriormente: o pedagógico, referente à construção do conceito, e o operacional, referente à navegação do *software*.

Em relação à parte pedagógica, o levantamento estatístico considerou a quantidade de acertos das questões. A tabela 1 mostra os resultados da parte pedagógica.

Tabela 1 - Distribuição dos alunos pela quantidade de acertos nos testes inicial e final

Acertos no teste inicial	Acertos no teste final						Total de alunos
	0	1	2	3	4	5	
0	1	1	1	1	1	0	5
1	2	0	4	2	3	0	11
2	2	0	3	8	1	0	14
3	0	0	1	5	3	2	11
4	1	1	0	5	4	0	11
5	0	0	0	0	2	0	2
Total de alunos	6	2	9	21	14	2	54

Dos 54 alunos que participaram do processo, um (linha 1, coluna 1) entregou os testes inicial e final em branco. Este aluno consta na tabela na célula relativa à linha 1 e coluna 1. Nota-se também que três alunos (linha 2, coluna 5) obtiveram um acerto no teste inicial e quatro acertos no teste final, mostrando uma evolução significativa nesta análise.

De acordo com a tabela 1, pode-se verificar que, dos 54 testes aplicados, 13 alunos que correspondem à parte em amarelo (diagonal), permaneceram nas mesmas condições

iniciais; a parte em vermelho (triângulo inferior) mostra aqueles que acertaram maior número de questões no teste inicial do que no teste final; e a parte em verde (triângulo superior) mostra os que obtiveram melhor resultado no teste final. Isto significa, em termos percentuais, que 24,07% dos alunos mantiveram suas situações antes e depois da aplicação do jogo; 25,93% decaíram em relação ao primeiro teste; e 50% obtiveram melhor resultado no teste final. Salientando que este teste apresenta um nível de dificuldade levemente maior que o teste inicial, 74,07% dos alunos mantiveram ou aumentaram o número de acertos. Estes dados indicam que o jogo propiciou um reforço e um melhor rendimento no teste.

Ainda em relação à parte pedagógica, cabe destacar o lado atitudinal dos alunos envolvidos. Após as orientações iniciais, os alunos realizaram os testes demonstrando concentração e envolvimento nas atividades propostas; no momento de utilização do jogo, aqueles que conseguiram realizar as atividades mais rapidamente, ajudaram seus colegas que estavam com dificuldade, de maneira espontânea, atitude que nos reportou às idéias de Lev S. Vygotsky, quando trata das relações sociais como forma de construção de conhecimento.

Em relação à parte operacional, o levantamento estatístico foi realizado baseando-se em um relatório que o programa possui, e que libera ao término das atividades. Ele mostra a seqüência das tarefas, se foram realizadas corretamente ou não; o número de ações realizadas para cada tarefa; a pontuação; e o tempo de realização de cada atividade. A tela 13 mostra um relatório estatístico de atividades.

As tabelas que mostram os dados obtidos através do relatório emitido pelo software são derivadas da forma como o programa jclíc coleta os dados. Apesar de constar a quantidade de erros cometidos pelo participante, nosso foco de análise cai sobre os acertos e conseqüentemente, se o produto final obtido está de acordo com o objetivo proposto na elaboração do projeto.

Tela 13: Relatório estatístico do desenvolvimento das atividades - As siglas referentes às atividades estão descritas no quadro 1.

A análise de dados foi efetuada considerando as ações e a pontuação obtida por participante. Foram descartados aqueles que apresentaram erros discrepantes em relação aos valores médios da atividade. A quantidade mínima de Ações Necessárias (AN) para superar uma atividade no jogo didático, subtraída da quantidade de Ações Realizadas (AR) pelo aluno para completá-la, resulta na Quantidade de Erros (QE) relativos àquela atividade.

$$QE = AR - AN$$

Assim sendo, em uma atividade cuja quantidade mínima de ações necessárias para superá-la é três (AN = 3), se a quantidade de ações realizadas por um aluno foi cinco (AR = 5), a quantidade de erros resultante é dois (QE = 2).

As tabelas 2 a 13 mostram as distribuições de freqüência dos erros realizados pelos alunos participantes da fase 1.

Tabela 2 - Atividade ReS: quantidade de erros **Tabela 3** - Atividade SbuF: quantidade de erros **Tabela 4** - Atividade ReT: quantidade de erros

Tabela 5 - Atividade TeiF: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	22	55,0	55,0	
	1	4	10,0	65,0	
	2	5	12,5	77,5	
	3	1	2,5	80,0	
	4	3	7,5	87,5	
	5	1	2,5	90,0	
	7	1	2,5	92,5	
	8	2	5,0	97,5	
	11	1	2,5	100,0	
Total		40	100,0		

Tabela 6 - Atividade ReTb: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	16	40,0	40,0	
	1	7	17,5	57,5	
	2	8	20,0	77,5	
	3	4	10,0	87,5	
	4	1	2,5	90,0	
	5	2	5,0	95,0	
	7	2	5,0	100,0	
Total		40	100,0		

Tabela 7 - Atividade TobF: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	26	65,0	65,0	
	1	8	20,0	85,0	
	2	1	2,5	87,5	
	3	1	2,5	90,0	
	4	3	7,5	97,5	
	5	1	2,5	100,0	
Total		40	100,0		

Tabela 8 - Atividade ReZ: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	25	62,5	62,5
	1	10	25,0	87,5
	2	3	7,5	95,0
	4	1	2,5	97,5
	5	1	2,5	100,0
Total		40	100,0

Tabela 9 - Atividade ZuiF: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	33	82,5	82,5
	1	5	12,5	95,0
	2	2	5,0	100,0
Total		40	100,0

Tabela 10 - Atividade ReC: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	35	87,5	87,5
	1	2	5,0	92,5
	3	1	2,5	95,0
	4	2	5,0	100,0
Total		40	100,0

Tabela 11 - Atividade CenF: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	37	92,5	92,5
	1	2	5,0	97,5
	4	1	2,5	100,0
Total		40	100,0

Tabela 12 - Atividade Aso: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	24	60,0	60,0
	1	9	22,5	82,5
	2	4	10,0	92,5
	3	3	7,5	100,0
Total		40	100,0

Tabela 13 - Atividade ReV: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	31	77,5	77,5
	1	5	12,5	90,0
	2	1	2,5	92,5
	3	2	5,0	97,5
	4	1	2,5	100,0
Total		40	100,0

Como mostram as tabelas anteriores, nas doze atividades descritas, grande parte dos alunos cumpriu a sequência do jogo com baixa frequência de erros; logicamente, nem todos possuem as mesmas percepções, habilidades, ou limites, o que influencia nos resultados das ações do jogo. Nestas tabelas percebe-se que a atividade com menos acertos foi a ReTb (tabela 6), com 40% de alunos não cometendo qualquer erro, enquanto a atividade com mais acertos foi a CenF (tabela 11), na qual 92,5% dos alunos não cometeram erros.

4.2 Segunda fase

Os resultados obtidos consideram os dois aspectos que baseiam as análises: o pedagógico, que se refere propriamente à construção do conceito, e o operacional, referente à navegação do *software*.

Considerando primeiramente a parte pedagógica, o levantamento estatístico considerou o número de acertos das questões do teste inicial e final.

Tabela 14 - Distribuição dos alunos pela quantidade de acertos nos testes da fase 2

Acertos no Teste Inicial e final							
Acertos no Teste Inicial	Acertos no teste final						Total de alunos
	0	1	2	3	4	5	
0	8	5	1	1	1	0	16
1	9	2	0	3	0	0	14
2	2	3	0	0	0	0	5
3	2	0	0	1	0	0	3
4	0	3	0	0	1	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0
Total de alunos	21	13	1	5	2	0	42

De acordo com a tabela 14, verifica-se que, num total de 42 testes aplicados, 12 alunos (parte em amarelo da tabela), mantiveram as mesmas condições iniciais; 19

alunos (parte em vermelho) decaíram em relação ao teste inicial e 11 alunos (parte em verde) melhoraram sua condição em relação ao teste inicial. Em termos percentuais, podemos dizer que 45,2% dos alunos decaíram; 28,6% mantiveram suas condições; e 26,2% melhoraram em relação ao teste inicial.

É fato que o percentual de decaimento é consideravelmente alto, visto que o que se esperava após a aplicação do jogo seria justamente um reforço nos conceitos matemáticos solicitados. Mesmo assim, podemos observar que 54,8% dos alunos encontram-se na situação de manutenção ou melhora dos resultados, o que nos leva a concluir que o jogo produziu efeito em uma parte dos alunos.

A análise de dados que foi realizada nesta pesquisa não é suficiente para interpretar a causa do decaimento já descrito; podemos levantar alguns pontos que parecem importantes para este resultado:

- Os alunos participantes, de maneira geral, apresentam dificuldades para lidar com operações matemáticas.
- Apesar de ter sido solicitado que fizessem os testes com a maior seriedade possível, os alunos entregaram os testes finais muito rapidamente, levando-nos a acreditar que não realizaram com a concentração necessária, fato este que pode ter interferido de maneira direta na análise final.

A análise de dados referente à parte operacional do software foi baseada no relatório final que o programa possui e disponibiliza ao término das atividades. Ele mostra a sequência das tarefas, o número de ações realizadas para cada tarefa, a pontuação e o tempo de realização de cada atividade. A tela 14 mostra um relatório estatístico de atividades.

Considerando agora a navegação do *software*, a análise de dados foi efetuada levando em conta a quantidade de ações que os alunos realizaram. As tabelas 15 a 19 mostram a quantidade de erros dos relatórios analisados. O total de relatórios constante nas tabelas é de 39, pois três deles foram perdidos.

Tabela 15 - Atividade Form: quantidade de erros

Tabela 16 - Atividade FEst: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	4	10,3	10,3
	1	5	12,8	23,1
	2	1	2,6	25,6
	3	1	2,6	28,2
	4	4	10,3	38,5
	5	1	2,6	41,0
	6	5	12,8	53,8
	7	6	15,4	69,2
	8	1	2,6	71,8
	9	1	2,6	74,4
	10	2	5,1	79,5
	11	2	5,1	84,6
	13	1	2,6	87,2
	14	1	2,6	89,7
	15	3	7,7	97,4
	20	1	2,6	100,0
Total		39	100,0

Tabela 17 - Atividade Perg: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	25	64,1	64,1
	1	10	25,6	89,7
	2	3	7,7	97,4
	5	1	2,6	100,0
Total		39	100,0

Tabela 18 - Atividade Perg_Sbu: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	6	15,4	15,4
	1	7	17,9	33,3
	2	5	12,8	46,2
	3	7	17,9	64,1
	4	4	10,3	74,4
	5	4	10,3	84,6
	6	3	7,7	92,3
	7	2	5,1	97,4
	12	1	2,6	100,0
Total		39	100,0

Tabela 19 - Atividade Revis: quantidade de erros

		Freqüência	%	% Acumulada	
Erros	1	1	2,6	2,6	<p>Revis: Quantidade de erros</p>
	2	2	5,1	7,7	
	3	3	7,7	15,4	
	4	2	5,1	20,5	
	5	3	7,7	28,2	
	7	1	2,6	30,8	
	8	2	5,1	35,9	
	9	3	7,7	43,6	
	10	1	2,6	46,2	
	12	1	2,6	48,7	
	14	4	10,3	59,0	
	16	1	2,6	61,5	
	19	1	2,6	64,1	
	20	1	2,6	66,7	
	23	1	2,6	69,2	
	25	2	5,1	74,4	
	26	1	2,6	76,9	
	28	1	2,6	79,5	
	30	1	2,6	82,1	
	33	1	2,6	84,6	
	34	1	2,6	87,2	
	35	1	2,6	89,7	
	37	2	5,1	94,9	
	38	1	2,6	97,4	
	51	1	2,6	100,0	
	Total	39	100,0		

Analisando os resultados constantes nas tabelas anteriores, verifica-se que, nas cinco atividades descritas, uma parte considerável realizou as tarefas com baixa quantidade de ações. Tomando como exemplo a tabela 15, para a atividade FORM, 74,4% dos alunos realizaram a tarefa com no máximo duas tentativas. A tabela 17 mostra que, para a atividade PERG, 89,7% realizaram a tarefa com no máximo três tentativas. As tabelas 16,18 e 19 já mostram uma variação na quantidade de ações dos alunos. Essas atividades são aquelas que envolvem cálculos com potências, o que reforça a idéia da dificuldade que os participantes possuem em trabalhar com operações matemáticas.

4.3 Terceira fase

Conforme já dito anteriormente, esta fase tem características diferenciadas em relação às duas fases anteriores, sendo que a análise dos resultados foi realizada conjuntamente por meio do relatório que o programa emite ao término do jogo. Os quatro desafios iniciais são atividades para a formação do conceito de mol e os quatro testes finais correspondem a verificação da evolução conceitual do aluno. A tela 15 mostra o relatório estatístico das atividades da fase 3.

A análise de dados desta fase considera dois fatores importantes:

- O erro conceitual – o aluno pode ter dificuldade no entendimento do conceito e com isso aumentar o número de ações incorretas.
- O erro operacional – por exemplo, a digitação incorreta de um dado, não há como medir este tipo de erro com as ferramentas que utilizamos para este projeto. O que se leva em conta são os comentários que os alunos forneceram durante o uso do software, que se apresentam como indicativos de que houve dificuldade na parte de sua navegação.

As tabelas 20 a 23 mostram os resultados relativos aos desafios. Todas elas foram construídas considerando 45 relatórios.

Tabela 20 - Atividade Des_1: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	8	17,8	17,8
	1	9	20,0	37,8	
	2	4	8,9	46,7	
	3	3	6,7	53,3	
	4	2	4,4	57,8	
	5	3	6,7	64,4	
	6	1	2,2	66,7	
	7	3	6,7	73,3	
	8	2	4,4	77,8	
	10	3	6,7	84,4	
	11	2	4,4	88,9	
	12	1	2,2	91,1	
	16	1	2,2	93,3	
	19	2	4,4	97,8	
	23	1	2,2	100,0	
Total		45	100,0		

Tabela 21 - Atividade Des_2: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	5	11,1	11,1
	1	4	8,9	20,0	
	2	4	8,9	28,9	
	3	4	8,9	37,8	
	4	1	2,2	40,0	
	5	5	11,1	51,1	
	6	1	2,2	53,3	
	8	4	8,9	62,2	
	9	3	6,7	68,9	
	10	1	2,2	71,1	
	11	1	2,2	73,3	
	13	3	6,7	80,0	
	14	2	4,4	84,4	
	15	2	4,4	88,9	
	20	1	2,2	91,1	
	22	1	2,2	93,3	
	24	1	2,2	95,6	
	27	1	2,2	97,8	
	29	1	2,2	100,0	
Total		45	100,0		

Tabela 22 - Atividade Des_3: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	25	55,6	55,6
	1	6	13,3	68,9
	2	3	6,7	75,6
	3	3	6,7	82,2
	4	1	2,2	84,4
	5	1	2,2	86,7
	8	1	2,2	88,9
	10	1	2,2	91,1
	17	1	2,2	93,3
	21	2	4,4	97,8
	23	1	2,2	100,0
	Total	45	100,0

Tabela 23 - Atividade Des_4: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	1	3	6,7	6,7
	2	1	2,2	8,9
	3	4	8,9	17,8
	4	3	6,7	24,4
	5	3	6,7	31,1
	6	3	6,7	37,8
	7	1	2,2	40,0
	9	4	8,9	48,9
	10	1	2,2	51,1
	11	1	2,2	53,3
	12	2	4,4	57,8
	13	1	2,2	60,0
	15	1	2,2	62,2
	17	2	4,4	66,7
	18	1	2,2	68,9
	19	4	8,9	77,8
	20	1	2,2	80,0
	23	1	2,2	82,2
	24	1	2,2	84,4
	25	1	2,2	86,7
	28	1	2,2	88,9
	36	2	4,4	93,3
	37	1	2,2	95,6
	41	1	2,2	97,8
	66	1	2,2	100,0
	Total	45	100,0

As quatro primeiras atividades foram direcionadas à formação de conceitos. Uma observação pertinente é que os alunos levaram lápis e papel para o laboratório de informática, para realizarem os cálculos necessários, o que caracteriza uma atividade de estudo, procedimento este que foi adotado igualmente nas duas fases anteriores.

Para a análise dos resultados estabeleceu-se como critério que a quantidade aceitável de ações para completar um desafio ou teste seria igual a uma vez e meia (arredondado para cima) a quantidade mínima de ações necessárias para resolvê-lo, critério este que considera eventuais dificuldades de interpretação e/ou dificuldades na digitação das respostas. Por exemplo, no caso de um desafio que necessita de apenas uma ação, considerou-se aceitável que fosse resolvido em duas tentativas; já num desafio que contém quatro ações, aceitou-se a quantidade de seis tentativas. Então, na atividade em que o número de ações corresponde a uma, o aluno que apresenta zero erros cumpriu a tarefa em uma ação; já o aluno que apresenta 1 erro cumpriu a tarefa em duas ações, número limite estabelecido para aquela atividade.

O desafio 1 envolve uma única ação para sua realização. Verifica-se, por meio dos dados da tabela 20, que 37,8% dos participantes efetuaram a atividade em no máximo dois erros, considerando uma tentativa e uma ação correta. Este desafio envolve um número que contém muitos dígitos, o que pode ter originado erro na sua digitação.

No desafio 2 tem-se um total de quatro ações. Considerando o mesmo critério, ou seja, uma tentativa e uma ação correta, verificam-se pelos dados da tabela 21 que 28,9 % dos participantes realizaram as atividades em no máximo seis ações, ou seja, duas tentativas e quatro ações corretas.

O desafio 3, cujos dados constam na tabela 22, envolve um total de duas ações. Os resultados desta atividade mostram que 55,6% dos participantes realizaram esta atividade com acerto integral e 68,9% concluíram com um erro apenas, ou seja, uma tentativa e duas ações corretas.

Já o desafio 4 envolve um total de quatro ações e, utilizando os critérios do desafio 2, verifica-se pela análise dos resultados constantes na tabela 23 que 8,9% dos participantes realizaram as atividades em no máximo seis ações (duas tentativas e quatro ações corretas). Uma observação importante neste desafio é que o aluno deveria fazer uma conversão de potência para comparar resultados e este fato pode ter gerado dificuldade na hora de digitar corretamente as respostas.

As tabelas 24 a 27 mostram os resultados referentes aos testes realizados no próprio *software*. O critério de análise dos dados foi o mesmo já utilizado para os desafios.

Tabela 24 - Atividade Tes_1: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	14	31,1	31,1	<p>Teste_1: Quantidade de erros</p>
	1	6	13,3	44,4	
	2	9	20,0	64,4	
	3	3	6,7	71,1	
	4	3	6,7	77,8	
	5	2	4,4	82,2	
	6	1	2,2	84,4	
	7	3	6,7	91,1	
	9	1	2,2	93,3	
	10	1	2,2	95,6	
	15	1	2,2	97,8	
	20	1	2,2	100,0	
	Total	45	100,0		

Tabela 25 - Atividade Tes_2: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada	
Erros	0	16	35,6	35,6	<p>Teste_2: Quantidade de erros</p>
	1	9	20,0	55,6	
	2	4	8,9	64,4	
	3	3	6,7	71,1	
	4	3	6,7	77,8	
	5	1	2,2	80,0	
	6	3	6,7	86,7	
	7	2	4,4	91,1	
	10	1	2,2	93,3	
	11	2	4,4	97,8	
	14	1	2,2	100,0	
	Total	45	100,0		

Tabela 26 - Atividade Tes_3: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	37	82,2	82,2
	1	2	4,4	86,7
	3	2	4,4	91,1
	4	2	4,4	95,6
	5	2	4,4	100,0
Total		45	100,0

Tabela 27 - Atividade Tes_4: quantidade de erros

		Frequência	%	% Acumulada
Erros	0	25	55,6	55,6
	1	8	17,8	73,3
	4	2	4,4	77,8
	5	1	2,2	80,0
	6	3	6,7	86,7
	7	1	2,2	88,9
	8	1	2,2	91,1
	11	1	2,2	93,3
	12	2	4,4	97,8
	13	1	2,2	100,0
Total		45	100,0

Os quatro testes finais, em nossa visão, correspondem à parte fundamental desta fase, pois é por seu intermédio que a aprendizagem do conceito foi analisada. No *software* eles aparecem como uma revisão do que foi aprendido nesta fase, assim como ocorreu nas etapas anteriores. Mas o que realmente acontece é a verificação do desempenho do aluno em resolver problemas que envolvem o conceito de mol e suas relações, ou seja, como ele consegue fazer tais relações. Os testes são semelhantes às atividades realizadas

anteriormente, elaborados com situações conhecidas de nosso cotidiano. Seus enunciados constam no Anexo G.

O critério utilizado nesta análise é o mesmo já descrito nos desafios, ou seja, uma tentativa e uma ação correta. O teste 1 envolve um total de quatro ações. De acordo com a tabela 24, podemos notar que 31,1% dos alunos cumpriram a tarefa com acerto integral (quatro ações corretas); 64,4% realizaram as atividades em no máximo seis ações (duas tentativas e quatro ações corretas). O teste 2 envolve apenas uma ação. Analisando a tabela 25, verificamos que 55,6% dos alunos realizaram a atividade em no máximo duas ações (uma tentativa e uma ação correta), sendo que 35,6% deles concluíram em apenas uma ação. O teste 3 envolve também apenas uma ação. Observando os resultados obtidos, podemos verificar que 86,7% dos alunos realizaram a atividade em no máximo duas ações (uma tentativa e uma ação correta) sendo que 82,2% realizaram a atividade em uma única ação.

Finalmente, o teste 4 envolve duas ações e, pela análise dos dados, verificamos que 55,6% obtiveram acerto integral e 73,3% realizaram a atividade em no máximo seis ações, sendo uma tentativa e uma ação correta.

As tabelas 28 a 35 mostram o número de ações aceitáveis realizadas durante os desafios e os testes, dada a importância dos dados finais. Não desconsideramos o valor das fases anteriores, porém esta etapa corresponde ao objetivo proposto no início da pesquisa, e as anteriores referem-se aos requisitos básicos para o entendimento do conceito.

Tabela 28 - Ações aceitáveis - desafio 1 - cálculo envolvendo proporção com nº 6.1023

		Frequência	%	<p>Desafio 1: Quantidade de ações aceitáveis</p>
Aceitáveis	Sim	17	37,8	
	Não	28	62,2	
Total		45	100,0	

Tabela 29 - Ações aceitáveis - desafio 2 - cálculo envolvendo partículas e massa

		Frequência	%	<p>Desafio 2: Quantidade de ações aceitáveis</p>
Aceitáveis	Sim	13	28,9	
	Não	32	71,1	
Total		45	100,0	

Tabela 30 - Ações aceitáveis - desafio 3 - cálculo de massa molar

		Frequência	%	<p>Desafio 3: Quantidade de ações aceitáveis</p>
Aceitáveis	Sim	31	68,9	
	Não	14	31,1	
Total		45	100,0	

Tabela 31 - Ações aceitáveis - desafio 4 - proporção entre massa e quantidade de partículas **Tabela 32** - Ações aceitáveis - teste 1 - cálculo de massa polar **Tabela 33** - Ações aceitáveis - teste 2 - proporção entre massa e quantidade de partículas

Tabela 34 - Ações aceitáveis - teste 3 - proporção envolvendo mol e massa **Tabela 35** - Ações aceitáveis - teste 2 - proporção entre quantidade de partículas e massa

Os resultados apresentados nas tabelas 28 a 35 foram obtidos de acordo com o critério estabelecido já descrito anteriormente. Consideramos como ações aceitáveis o número de ações correspondente à atividade multiplicada por uma vez e meia. Já a porcentagem de ações não aceitáveis corresponde ao número de participantes que cumpriram as tarefas com um número de ações superiores à definida como aceitável.

A partir dos resultados descritos nas tabelas 28 a 31, verifica-se que nos desafios, de maneira mais geral, a quantidade de ações não aceitáveis é superior às aceitáveis. No desafio 1, nota-se que 62,2% dos participantes cumpriram a tarefa com um número de ações superior ao aceitável, cabendo destacar que esta tarefa envolve uma certa dificuldade na digitação da resposta em questão; no desafio 2, 71,1% nas mesmas condições; no desafio 3, apenas 31,1%, ficando claro que houve mais facilidade na resolução e, no desafio 4, 91,1% dos participantes, o que mostra dificuldade no cumprimento da tarefa. A este último desafio, salientam-se dois fatores possíveis para tal resultado: o primeiro é o fato de a atividade apresentar uma conversão de potências e, como já verificado nos resultados da fase 2, os alunos apresentam dificuldades cognitivas neste ponto; o segundo fator diz respeito à parte de aplicação do software. Algumas máquinas utilizadas no laboratório no momento da aplicação do software estavam fora da configuração necessária à boa visualização das telas e não foi possível alterar, o que pode ter ocasionado dificuldade no entendimento de como digitar as respostas.

As tabelas 32 a 35 mostram os dados obtidos na segunda parte da fase 3, ou seja, os testes finais. Ressaltamos que esta parte da análise é de extrema importância, uma vez que apresenta os resultados de todo o trabalho e planejamento anterior.

No teste 1, os alunos que cumpriram as tarefas dentro do limite aceitável, estabelecido anteriormente, atingem a porcentagem de 64,4%; no teste 2, 55,6% nas mesmas condições; no teste 3, 86,7% dos participantes cumprindo dentro do limite aceitável e, no teste 4, 73,3%. Estes resultados evidenciam uma crescente melhora em relação aos desafios

resolvidos anteriormente. Cabe salientar que os desafios contêm tarefas muito semelhantes aos testes.

Em termos cognitivos, este resultado pode levar à conclusão de que, de alguma forma, os desafios iniciais e as fases anteriores colaboram para a construção do conceito de mol; se considerarmos o número de erros analisados na realização dos desafios e dos testes e fazendo uma associação com a análise da quantidade de ações aceitáveis, pode-se concluir que, no início, os estudantes estavam tomando contato com o conceito pela primeira vez e de uma forma diferente da tradicional "transmissão" do conhecimento. Após este contato, realizando as tarefas, quando resolveram os testes, de algum modo, apreenderam o novo conceito e utilizaram-no na resolução dos testes. Como ocorreu o aprendizado no aluno e em que quantidade não se pode medir com a metodologia escolhida para este trabalho, mas que houve progresso cognitivo para nós é questão inconteste.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se verificar, pela análise dos dados obtidos na parte pedagógica e na parte operacional, considerando as três fases do jogo didático, que a estratégia utilizada no projeto apresentou índices satisfatórios. De fato, os resultados provenientes dos testes aplicados são indicativos de um claro progresso nos conceitos explorados com considerável grau de aceitação dos estudantes, que se identificaram com o personagem, ou seja, o motivador de toda a atividade, e os objetivos planejados foram atingidos, com base em toda a análise dos resultados e sua discussão.

Durante a aplicação do jogo didático com os alunos, algumas observações foram importantes: nem todos consideraram o jogo como uma atividade, talvez apenas uma ação sem um significado cognitivo mais expressivo, pois não demonstraram empenho e nem envolvimento mais profundo na sua realização. Porém, uma parte considerável dedicou-se à resolução dos desafios, pois se sentiram motivados pela seqüência da história e pela interação com o jogo. Ou seja, enquanto que para alguns participantes o jogo representou apenas uma tarefa a ser cumprida dentro de um contexto escolar, para outros apresentou o significado proposto por Leontiev, no caso deste trabalho, uma atividade de ensino impulsionada por um motivo; e a análise dos resultados mostra uma evolução na apreensão dos conceitos explorados nas primeiras fases do jogo, como a montagem de fórmulas, cálculo com proporções e operações com potências e posteriormente para o conceito de mol, conceito este foco do nosso trabalho.

Nesta atividade de ensino, criada para desenvolver o conceito de mol, a ação está atrelada ao aprendizado, sendo indissociável e independente da vontade do usuário. Para que ele possa desenvolver todas as operações propostas no jogo, precisa rever conceitos, refletir qual operação é necessária para superar cada desafio e, nesta seqüência de ações, adquire novo conhecimento. Conclui-se então que, dentro dos objetivos propostos inicialmente, o *software* criado foi eficaz no aprendizado dos participantes.

Vale salientar que o objetivo do jogo é servir de **recurso facilitador** para a aprendizagem do conceito de mol por diversos fatores como contextualizar, revisar conceitos, fora o aspecto lúdico, característica de um jogo de entretenimento. Porém, o recurso não é autônomo, suficiente para garantir a aprendizagem total do conceito e não exclui outras atividades de sala de aula como explicação do professor, exercícios, experimentos etc. que possam reforçar a aprendizagem, além de ser necessária certa infraestrutura no espaço escolar que permita a utilização de computadores.

Finalmente, deixo aqui minha impressão sobre a utilização deste recurso: trabalhar na elaboração de um jogo foi uma experiência única, onde pude colocar em prática toda a teoria que sempre estudamos em ambientes acadêmicos, ou seja, criar uma atividade de ensino, com resultados que nem sempre são aqueles que desejamos, mas que nos fazem refletir com certeza sobre a prática de ser professor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, A.F.P.; VIEIRA, C.S.G.; SILVA, F.P. Estudo sobre “Quantidade de substância” e Mole. *Química e Ensino*, Portugal, Universidade de Aveiro, 2001/2002. Disponível em: <http://www.spq.pt/boletim/docs/BoletimSPQ_090_065_15.pdf>.

ANTHONY, R. *Playing Games* – Innovative computer tools aid school learning. Spectrum Massachusetts Institute of Technology, 2005. Disponível em: <http://www.web.mit.edu/giving/spectrum/spring05/playing_games.html>.

ANTUNES, C. *Jogos para estimulação das múltiplas inteligências*. Rio de Janeiro, Vozes, 1998.

ASBAHR, F.S.F. A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da teoria da atividade. *Revista Brasileira de Educação*, n. 29, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n29/n29a09.pdf>>.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora, 1994.

CEDRO, W.L. *O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: o clube de matemática*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

COLASANTO, C.A. *A linguagem dos relatórios: uma proposta de avaliação para a educação infantil*. Dissertação (Mestrado em Lingüística Aplicada e Estudos da Linguagem) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

CUNHA, M.B. *Jogos didáticos de química*. Santa Maria: 2000.

DANIELS, H. Abordagens atuais da teoria sócio-cultural e da teoria da atividade. In: _____. *Vygotsky e a pedagogia*. São Paulo: Edições Loyola, 2003. p. 93-125.

DE BIEVRE, P.; PEISER, H.S. ‘Atomic weight’ - the name, its history, definition, and units. *Pure&App. Chem.*, v. 64, n. 10, p. 1535-1543, 1992. Disponível em: <<http://www.iupac.org/publications/pac/1992/pdf/6410x1535.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2007.

DIERKS, W. Teaching the Mole. *European Journal Of Science Education*, v. 3, p.145-148, 1981.

DUARTE, N. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. *Revista Perspectiva*, v. 21, n. 2, p. 279-301, 2003.

FURIÓ, C.; AZCONA, R.; GUIASOLA, J. Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada em un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las ciencias*, v. 24, n. 1, p. 43-58, 2006.

_____. Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las ciencias*, v. 20, n. 2, p. 229-242, 2002.

_____. Dificultades conceptuales Y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de catindad de sustancia y de mol. *Enseñanza de las ciencias*, v. 17, n. 3, p. 359-376, 1999.

GARCIA, M.J.P.; PIZARRO GALÁN, A.M.; CENDAL, F.P.; MARTIN DIAS, M.J.; LEAL, M.B. Ideas de los alumnos acerca Del mol. Estudio curricular. *Enseñanza de las ciencias*, v. 8, n. 2, p. 111-119, 1990.

KISHIMOTO, T.M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T.M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 1996.

_____. *O jogo, a criança e a educação*. Tese (Livre-Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

KROTOSKI, A. Game for Learning. *Technology Review*, abr. 2005. Disponível em: <<http://www.technologyreview.com>>.

LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M.K.; DANTAS, H. *Piaget, Vygotsky, Walon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo: Summus Editorial, 1992.

LEONTIEV, A.N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil; Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. In: VYGOTSKY, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Edusp, 1988. p. 59-83.

LIBÂNEO, J.C., A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: A teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov, *Revista Brasileira de Educação*, nº27, set/dez,2004.

LOURENÇO, I.M.B; MARCONDES, M.E.R. Um plano de ensino para mol. *Química Nova na Escola*, n.18, p. 22-25, 2003.

MACEDO, L., PETTY, A. L.S. PASSOS, N.C. *Aprender com jogos e situações-problema*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

MCLESTER, S. Game Plan. *Techlearning*, out. 2005. Disponível em: <<http://www.techlearning.com/shared/printableArticle.jhtml?articleID=171202908>>.

MOURA, M.O. A atividade de ensino como ação formadora. *Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média*. São Paulo: Pioneira, 2001.

_____. A séria busca no jogo: do lúdico na matemática. In: KISHIMOTO, T.M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 1996.

_____. A educação escolar como atividade. In: *ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, IX Anais. Olhando a qualidade do ensino a partir da sala de aula*. São Paulo. Águas de Lindóia: FEUSP, 1998.

NIST – National Institute of Standards and Technology. The NIST Reference on Constants, Units, and Uncertainty. *Historical context of the SI base units*. Disponível em: <<http://physics.nist.gov/cuu/Units/mole.html>>. Acesso em: 27 dez. 2007.

NOVICK, S.; MENIS, J. A Study of Student Perceptions of the mole concept. *Journal of Chemical Education*, v. 53, n. 11, p. 720-722, 1976.

PASSERINO, L.M. *Avaliação de jogos educativos computadorizados*, 1998. Disponível em: <http://www.ufmt.br/ufmtvirtual/textos/se_avaliacao_jogos.htm>.

PROJETO MICROBIOLOGIA para todos. Disponível em: <<http://icb.usp.br/~bmm/jogos/geral.html>>.

ROCHA FILHO, R.C. Mol: unidade de medida da grandeza quantidade de matéria. In: BELTRAN, N.O.; CISCATO, C.A.M. *Química*. 2. ed. revista. São Paulo: Cortez, 1991. p. 122-128. (Coleção magistério 2º grau, série formação geral).

ROGADO, J. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. *Ciência e Educação*, v. 10, n. 1, p. 63-73, 2004.

SANTOS, B.P. Uma breve análise de produções de alunos em situação de ensino/aprendizagem sob a luz da teoria da atividade de Leontiev. *Cadernos*, Centro Universitário São

Camilo, São Paulo, v.11, n. 3, p. 17-24, 2005. Disponível em:

<http://www.scamilo.edu.br/pdf/cadernos/27/02_Uma_breve_analise.pdf>.

SANTOS, C.A. Jogo – Fator de socialização que favorece a construção do conhecimento. *Revista do Professor*, n. 50, p. 9-13, 1997.

SILVA, R.R.; ROCHA FILHO, R.C. Mol – uma nova terminologia. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 12-14, 1995.

SOARES, H.F.B.; CAVALHEIRO, E.T.G. Proposta de um jogo pedagógico para ensino do conceito de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 13-17, 2003.

STAVER, J.R.; LUMPE, A.T. A content analysis of the presentation of the Mole Concept in Chemistry Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 30, n. 4, p. 321-337, 1993.

STRÖMDAHL, H.; TULBERG, A.; LYBECK, L. The qualitatively different conceptions of 1 mol. *International Journal of Science Education*, v.16, n. 1, p. 17-26, 1994.

TULBERG, A.; STRÖMDAHL, H.; LYBECK, L. Student's conceptions of 1 mol and educators' conceptions of how they teach 'the mole'. *International Journal of Science Education*, v. 16, n. 2, p. 145-156, 1994.

VASCONCELOS, P.A.C. *O jogo e Piaget*. São Paulo: Editora didática Supergraf, 2003.

VYGOTSKY, L.S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

VYGOTSKY, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Edusp, 1988.

WANG, W. O aprendizado através de jogos para computador: por uma escola mais divertida e eficiente. *Portal da Família*, 26 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.portaldafamilia.org/artigos/artigo479.shtml>>.

YALÇINALP, S.; GEBAN, O.; ÖZKAN, I. Effectiveness of Using Computer-Assisted Supplementary Instruction for Teaching the Mole Concept. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 10, p.1083-1095, 1995.

■ ANEXOS ■

ENTREVISTAS INICIAIS REALIZADAS COM PROFESSORES E ALUNOS

DOCENTE 1:

Eu gostaria de saber primeiro como é que você costuma definir o mol para seus alunos

R.: Definição de mol... o mol ou nº de Avogrado, eu costumo passar o seguinte: primeira coisa, eu não apresento o número em si, eu tento apresentar uma analogia do nº, tentar quantificar a ordem de grandeza desse número 6.10^{23} ; então o que eu faço: começo a fazer comparações, primeiro sem entrar na parte química, primeiro falo: a gente vai trabalhar com um número absurdamente grande, então, antes de entrar no conceito químico; então o que eu faço, olha, vamos fazer algumas comparações para vocês verem quanto vale esse número, quantificar esse número, então começo a comparar: bom, se eu pôr todos os computadores do mundo ligado em rede, precisa de mais de um bilhão de computadores para ter a memória que vai ter aproximadamente desse número; se eu pegar a Terra e pôr de bolinha de tênis vai dar a altura de 10 km, cobre toda a superfície da Terra de bolinha de tênis que equivale a esse número. Então começo fazer analogias, aí eles tendo a idéia de grandeza e também trabalho potência, potência de dez, que não é tão difícil mas que eles precisam ter um pouquinho mais calibrado para poder trabalhar com mol. Trabalho então potência, ordem de grandeza, só qualitativa, nada de quantitativa, só para comparar, para eles terem idéia, apesar de ser um nº grande, muito grande, para eles terem idéia de grandeza do nº, aí eu falo que é um nº muito pequeno, potência negativa e um nº muito grande, potência positiva, aí sim eu entro no conceito químico, aí eu falo, eu tento definir mol, eu falo: gente, esse 6.10^{23} é a mesma coisa que você falar em dúzia, você falar em dezena, em centena, em milhar, uma quantidade, né! Então, falo, o quê que seria 6.10^{23} , é, sei lá, o que seria um mol, seriam 6.10^{23} aí eu falo. Começo a falar, pessoas, laranjas, casas, escolas, o que eles quiserem, mas antes eles já têm a idéia de grandeza, para ele saberem o quê que é o mol; agora a definição de mol em si é complicada, é isso que pega, depois que eu trabalhei tudo isso aqui aí eu tento entrar na definição de mol, aí sim eu entro em química, primeiro é só uma conversa, depois eu tento entrar na química... o que seria um mol.... aí eu falo de átomos, moléculas, é um número que quantifica qualquer entidade química, seja átomo, molécula, íon, elétron, esse número é o 6.10^{23} , é o que carrega as entidades, sempre 6.10^{23} , entidades, né, aí eu começo a tentar entrar nesse assunto com eles, mas aí depois pega na parte de cálculo: regra de três, proporção.

É, a gente vai falar disso mais à frente.

R.: É mais ou menos isso aí, depende também da turma, tem turma que diz já entendi, aí vai pra frente, tem turma que eu fico duas aulas falando a mesma coisa, aí eu defino mol...é quantas entidades.... para mim é difícil isso, vou ser sincero, eu tenho dificuldade em entender e passar, até hoje...

Entendo perfeitamente, essa dificuldade não é somente sua.

R.: É um conceito muito abstrato.

Em que momento você acha que a gente deve começar a falar do mol?

R.: Primeira coisa, se o aluno não tiver pelo menos uma noção de proporcionalidade, regra de três, ele não tem como fazer, não tem como entrar em mol, se não souber fazer proporção, ele não tem como saber. Se a

sala souber, entro direto, mas se a sala não tiver esse conceito de proporção, porque química basicamente é em cima de proporção, né, então eu acho que não é para entrar e também o mol eu não introduzo em estequiometria, eu não começo com ele em estequiometria, tem professores que trabalham, por exemplo, reagente em excesso, entram em Lavoisier, pureza, rendimento, aí depois entra em mol, faz o contrário. Eu não, eu prefiro ver como é o andamento da sala, se dá, se estão com um pouco da matemática fundamentada, entender o que é uma proporção, uma regra de três, ligar isso à química, que a matemática é uma ferramenta de trabalho para a química, aí sim, aí eu já entro com o mol, depois eu dou segmento à estequiometria, entendeu?

Entendi. Agora, você considera importante o aluno ter essa noção de mol?

R.: Não considero, eu acho um assunto que poderia ser é, não a título de curiosidade, mas é um assunto prenda, não motiva, não é um assunto prático, você fala tá bom, calcule qual o número de mol, e aí pra eles? Ele pode até fazer, mas chegando na resposta, ele diz e aí professor? Ele não consegue relacionar aquele número com a química, ele calculou, fez toda a conta, a matemática tá ali, mas infelizmente ainda aquele resultado pra ele é só matemático, não faz a ponte com a química. Diferentemente, por exemplo, de você falar em pH, em cinética, uma vela pra queimar demora tanto tempo, umas reações são mais lentas, outras são mais rápidas, agora o mol não dá para trazer pro cotidiano, ele não consegue trazer de casa, da rua, alguma coisa que dê para ele fazer uma analogia, uma relação.

Você já comentou alguma coisa sobre isso, mas vou perguntar de novo: quais são os requisitos que você considera necessários para que o aluno entenda o conceito mol?

R.: Conceito mol... matemática fundamentalmente, potência de dez, proporção, ele precisa saber, eu acho, olha, vou falar uma coisa, esse assunto ele não precisa saber tanto, porque mesmo ele sabendo vai ficar difícil para ele entender, fazer, para quantificar ele precisa saber potência de dez e proporção. Agora, pra química, o que ele precisa saber é o significado do mol, para poder relacionar com a parte matemática, e conseguir entender o que está fazendo... ele tem que saber que naquela massa tem aquilo (6.10^{23} entidades), numa massa maior, vai ter mais, numa massa menor vai ter menos, é isso que mesmo ele fazendo não tem essa noção de fazer analogia.

Quando você está ensinando, quais são as dificuldades que os alunos mais demonstraram, quais são as perguntas que eles mais lhe fazem na hora que está ensinando o conceito?

R.: Primeiro, para que serve isso? Eu sempre falo para eles: pode ser que não sirva pra nada, que você nunca vá usar na tua vida, mas num concurso, num vestibular vai servir, mas pelo menos ele vai te dar noção de grandeza das coisas, o que é uma coisa absurdamente grande, uma absurdamente pequena, que a matemática não está ajudando e tendo isso você consegue fazer correlações, consegue fazer aproximações. O mol serve para quantificar um átomo, ele ajuda a quantificar, eu acho que ele serve para criar uma percepção de ordem de grandeza, mais pra isso. Se você parar pra pensar em termos químicos não tem tanta razão o mol, ele ajuda, em termos de explicar um modelo teórico ele não ajuda...

Pelo que você coloca, você acha que seus alunos não conseguem relacionar mol com massa, mol com quantidade de partículas?

R.: Acho que não.

Isso seria um entrave?

R.: Total.

Você acha que isso vem de trás, como é que é?

R.: Em geral, como esse assunto na média dado no segundo ano, então ele já tem que ter um pré-requisito do 1º para saber: o que é um elemento químico, o que é um átomo, o que é uma molécula, o que é um número atômico, o que é uma massa atômica, o que é um número de prótons, como calcula uma massa molecular, ele fazer uma leitura da tabela periódica, não decoreba. Uma leitura, na hora que ele olha a tabela ele consegue ver que os elementos estão ordenados por família, aquela família são os que têm as mesmas características físico-químicas etc., se ele fizer essa leitura da tabela periódica, aí sim, mas bem feita. Acho que o principal aí, em vez de você poder fazer um jogo interativo em cima de mol, fazer em cima da tabela periódica, entendeu?

Era isso que eu ia te perguntar: você quer dar alguma sugestão?

R.: Tabela periódica... para que o aluno entenda o jogo interativo de mol é preciso os pré-requisitos, átomo, molécula, número atômico, massa atômica, aí sim.

DOCENTE 2:

Como é que você costuma definir mol para seus alunos?

R.: Eu uso que mol é uma quantidade de matéria, e essa quantidade de matéria contém sempre o mesmo número de partículas, sejam íons, átomos. Então, eu uso um exemplo que acho meio grosseiro, é a dúzia. Que número corresponde à dúzia? Essa palavra, dúzia, na ideia deles, eles respondem doze. Aí eu começo: o que significa uma dúzia de bananas? Uma dúzia de alfinetes? Mostrar que são entidades, mas o número é um valor fixo. Então introduzo primeiro essa ideia, pra depois falar que essa quantidade de matéria corresponde à massa molar, que a gente vai utilizar depois, eu acho que eles têm bastante dificuldade da abstração disso.

E em que momento você acha que isso deve ser introduzido?

R.: Não sei, não sei se eu tenho um raciocínio muito linear neste ponto, mas eu penso assim: depois que já trabalhei as ligações iônicas e covalentes, falo da classe de substâncias, no início do segundo, faço uma revisão das substâncias e aí vou falar dessas substâncias em reações químicas, trabalho no laboratório. Quando vou falar dessas reações no papel, quando vou falar de estequiometria, antes vou falar sobre as massas, massa atômica, massa molar, aí trabalho o mol. Geralmente é no início do segundo ano.

E você acha importante trabalhar com esse assunto no Ensino médio?

R.: Acho, acho muito importante, porque é o que vai dar base para eles saberem fazer os cálculos, cálculo de quantidade de substância numa reação, que acho que não dá pra trabalhar sem ter isso (o mol), cálculo de calor (nos combustíveis), é o que vai embasar o que posso falar depois, como equilíbrio químico, não posso ficar sem isso, então me preocupo até assim: será que é a melhor época? Vou falar uma coisa pra você que acho legal: por mais que se tenham bastante estudo, eu sinto falta de saber desenvolver melhor isso, porque as pes-

soas, elas vão atrás assim: que problemas tem? Problemas eu também sei, mas como se resolve isso? Que outras formas de você abordar, de você poder desenvolver? Isso eu acho que o professor precisa.

Entendi. O que você acha que o aluno precisa como requisito para entender esse assunto?

R.: Acho que ele tem que saber que átomo é diferente de molécula, olhar e saber a diferença entre o que representa uma substância, como que vê dentro daquela substância representada por uma fórmula, que ela é formada por símbolos de elementos. Os alunos fazem muita confusão com essas noções eu acho, os meus alunos, eles falam tudo é símbolo, símbolo H_2O , não me conformo, depois pergunta assim: como sabe quantos têm? Até nas ligações eu sinto muito isso, então pra mim o requisito vem mais da oitava série, por isso que eu demoro muito no primeiro ano, por que fico muito tempo vendo substância, substância simples e composta, propriedades das substâncias, mistura e substância pura, substância simples e substância pura e composta, eles fazem essa leitura toda errada, dos textos que as pessoas põem no jornal assim: um composto H da água, e aí eles acham que tudo é normal, então eu acho que primeira coisa é pegar bem isso, essa leitura de substância, representada pela fórmula, o que é um elemento, o que é um átomo, eu acho que eles fazem uma confusão disso, pra mim é uma parte muito importante. Segunda coisa, eles não sabem matemática, então eles não conseguem muitas vezes montar uma regrinha, sabe regra de três que a gente usa muito, eles já vêm com uma matemática muito fraca.

Então uma coisa que você acha importante é que eles tenham boa noção de matemática. Dentro dessas noções, o que ele precisa saber desenvolver?

R.: Fazer regra de três, proporção, química usa muito, simplificar fração eles não sabem, cálculo algébrico, que se usa em outras parte da química, também.

Quando você está ensinando o conceito, quais as perguntas mais freqüentes que seus alunos te fazem, quais são as dificuldades que eles demonstram em maior quantidade?

R.: Acho que é assim, primeiro confundem muito a extensão do número, é um número que eles não têm noção, é uma noção bem difícil eu acho; segundo, a confusão que eles fazem com o que é massa molar, como calcula a massa molar, pra que vai servir essa massa molar, por isso que eu falo que é muito abstrato pra eles, como que pode numa massa de dois gramas de gás hidrogênio ter o mesmo número de partículas do que 18 gramas de água, por exemplo? Eu acho que é uma noção muito abstrata, eu não sei direito como faz para passar isso, eu passo e vou insistindo no treino, eu não sei se fica entendido pra eles, tanto que quando vou ver mais tarde no segundo ano eu tento retomar, que acho que com a cabecinha um pouquinho mais madura, fica mais fácil, eu não tenho noção se eles entendem isso, sabe, eu acho que eles não têm essa dimensão do significado, não acho que eles construam isso. Um outro ponto: a relação é sempre a mesma? Pra eles é muito estranho a relação, por exemplo, dois gramas corresponde à massa molar, isso é um mol de partículas, eles acham estranho, mas depois mecanizam, não sei se isso é bom.

Ele entende a noção de padrão?

R.: Eu explico assim, por exemplo, o que é o quilograma? Aí eu fico explicando, mas como posso dizer que isso aqui pesa três quilogramas? Como comparar?

Como medir o comprimento da sala? Tantos metros, mas que inventou isso? Por que não posso medir em pés? Então eu falo que o padrão é um doze avos do carbono, aí eu mostro a fatia, o que eles pensam é assim: como é que pode ter comparado com essa fatia? Aí eu falo que são reações que foram sendo feitas, que foram comparando massa, então foi uma comparação, essa é uma dificuldade grande que eles têm, eu acho difícil essa noção.

Você acha que depois que ele aprendeu isso ele consegue relacionar mol com massa, mol com quantidade de partículas, quantidade de partícula com massa?

R.: Sabe o que eu acho? Ele consegue relacionar, por exemplo, quando ele mecaniza mol com massa, mol com quantidade de partículas desde que sejam por exemplo assim: CO_2 , um mol de CO_2 , que são lá os 44 gramas, essa massa quantas partículas tem? Ah... tem $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de CO_2 , mas eles não conseguem relacionar com átomos de oxigênio no CO_2 , então eles não têm o significado, isso mostra para mim, eles mecanizam, mas no geral eu não vejo esse significado, porque quando vou colocar lá o açúcar, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, eu tenho meio mol de partículas, quantas moléculas eu tenho? Eles conseguem fazer. Quantos átomos de carbono eu tenho? Aí ta feita a bagunça. Então eles não conseguiram, aí fico lá, uma molécula quantos átomo tem, e um mol de moléculas, pronto. Então acho que eles não têm o significado. Chega a ser um entrave e mostra que eles não tem o conceito firme, ou é uma dificuldade de matemática muito grande, acho que tudo te que ser pesquisado.

Falando daquela definição. Você dá aquela definição oficial para os alunos?

R.: Não, eu acho que confunde mais, ela também me confunde.

A sua intenção principal quando ensina mol é que ele aprenda o quê?

R.: que ela aprenda a olhar uma reação, saber calcular a quantidade de substância que vai ser produzida, quanto que foi utilizado, eu acho que ele vai usar isso na vida dele, Não vai usar essa definição (a oficial). Eu não sei se estou no caminho certo. Eu acho melhor simplificar.

DOCENTE 3:

Como você costuma definir o mol para os seus alunos?

R.: Em primeiro lugar, vejo se ele tem domínio das operações, da notação científica, então sempre preciso antes de falar em mol, falar em notação científica. Aí falo para eles o seguinte: eu falo, por exemplo, eu não entro no número de Avogadro direto, eu falo para ele que um mol é uma quantidade, é como se fosse, por exemplo, uma dúzia de qualquer coisa, né? Então em química nós não falamos em uma dúzia, nós não falamos em uma centena, nós falamos em mol, para ele relacionar, saber que é uma unidade de medida pra química, como a gente usa dúzia, como a gente usa a centena, pra qualquer quantidade. Aí eles já não se assustam com a palavra, eu percebo isso; quando eu ensino o mol, o cálculo, por exemplo, o peso molecular, eu não sinto dificuldade, eles gostam disso, mas eu acredito que eles não entendam quando eles tão calculando o peso molecular, eles estão achando aquilo fácil, quando você dá as massas atômicas, eles acham fácil a matemática, agora eu não acredito que todos entenderam o que significa mol; aí, por exemplo, eu não fico insistindo, eu nunca insisto em definição; para mim não importa a definição,

para mim importa ele saber usar. Então calcular o peso molecular eles gostam, eles só se atrapalham quando você diz, relacionar o mol com quantidade de moléculas, o peso molecular com a quantidade de átomos, nº de átomos, nº de moléculas, aí eu percebo que eles, aquilo que ele achou que era muito fácil, começa a complicar. Acho que a dificuldade maior deles... será que é no conceito de achar o nº, relacionar a quantidade de moléculas, átomos, ou são as operações mesmo?

Isso é um ponto que, nesta análise que estou fazendo, preciso identificar.

R.: Porque o aluno que sabe as operações, o aluno que entende, ele faz sem olhar no exemplo anterior; agora, percebo que ele se atrapalha em resolver uma regra de três.

Então falando disso aí, quais são os requisitos que você considera necessários para que se desenvolva no assunto; o que ele precisa saber.

R.: O aluno que sabe as quatro operações, que sabe qual é o inverso da multiplicação, qual é o inverso da soma, e sabe fazer uma relação e resolver regra de três, ele vai bem. O aluno que não sabe isso, ele calculou o peso molecular, mas não passa daí.

Além da questão matemática, quimicamente falando, você acha que tem mais alguma coisa que ele tem que trazer, ou ele vai entender sem problemas o assunto?

R.: Eu faço o seguinte: quando eu falo nº de Avogadro, eu falo, por exemplo, que eles têm aquela quantidade, aí coloco o número sem a potência, coloco todos os algarismos, para ele ter noção da grandeza. Aí eu relaciono isso com nº de laranjas, nº de uma fruta, por exemplo, então ele tem a noção de grandeza, ele consegue visualizar a quantidade daquilo em laranjas, passa isso para átomo, passa isso para molécula.

Você acha que o aluno, quando ele vem, geralmente a gente ensina esse assunto no final do primeiro, início do segundo, depende da turma; você acha que ele vem com o conceito de átomo, molécula, esse tipo de conceito interfere no cálculo do mol, do seu entendimento...?

R.: Lógico, ele precisa saber o que é átomo, o que é molécula, ele precisa saber que uma molécula tem vários átomos, pode ter vários átomos, ele precisa ter noção disso. Ele mistura átomo com molécula, mistura muito, agora o aluno que sabe as operações, sabe trabalhar com notação, vai bem, agora isso não quer dizer que ele sabe as operações, isso quer dizer que ele raciocina também. Não quer dizer que se ele sabe as quatro operações, que ele vai entender, se ele sabe as operações é porque ele raciocina.

No momento que você está ensinando aquele assunto, que tipo de pergunta que aparece pra você com mais frequência, quais são as dificuldades que ele te apresenta?

R.: Eu percebo que, antes de falar no nº de Avogadro, se ele fizer muito exercício do tipo: uma molécula de água tem três átomos, dez moléculas de água vão ter quantos átomos? Cem moléculas de água vão ter quantos átomos? Uma molécula de açúcar tem quantos átomos? Dez moléculas têm quantos? Quando eles fazem esta relação fica mais fácil, mas precisa muito exercício, entendeu? Também é difícil para ele relacionar, por exemplo, fazer uma coluna só de átomos, outra só de moléculas, uma coluna só de massa, é muito difícil, é pré-requisito. Por

exemplo, quando a gente dá qualquer assunto, que precisa relacionar, mostrar a proporção, aí não sai.

Você acha importante ensinar esse assunto, esse conceito?

R.: É lógico que é importante, ele vai utilizar o mol em uma gama muito grande de itens de química, então, por exemplo, ele precisa calcular o mol para achar o regente em excesso, mas a dificuldade dele não é calcular o mol, é relacionar, é fazer a proporção.

Quando você vai entrar no mol, como é que você chama o aluno para o assunto?

R.: Eu começo fazendo comparações com coisas palpáveis para que ele tenha a noção de grandeza.

Com base na sua experiência, você gostaria de dar alguma sugestão de algum ponto que seria interessante pra gente destacar numa estratégia de ensino para que ajudasse o aluno em algumas dessas dificuldades? Algum ponto que fosse reforçado.

R.: Se eles tivessem proporção no primeiro ano do Médio ajudaria muito, para relembrar ou até mesmo para aprender. Às vezes até o professor tem dificuldade; podemos pedir para professores de matemática fazer uma revisão do assunto.

Você acha então que um ponto interessante de destaque no software seria alguma coisa que destacasse a proporção?

R.: É, acho. Antes de introduzir o mol, a estratégia seria fazer uma revisão das operações, de proporção, antes de entrar em mol.

DOCENTE 4:

Quando você trabalha com seus alunos, e vai falar sobre o mol, como você costuma definir o mol?

R.: Primeiro dou bastante exemplos com feijão, arroz, fazer relações com quantidade de grãos em um quilo, começo comparar assim, depois chego na dúzia, continuo fazendo relações. Então faço essa relação: um mol seria uma unidade de quantidade de matéria, e ele tem uma certa quantidade fixa em unidades, né?

Você fala desse assunto em que ponto, mais ou menos? Quando você começa a trabalhar com o mol?

R.: Geralmente depois que ele viu substâncias, já entende substâncias, o que é átomo, o que é molécula, vou seguindo o roteiro tradicional (planejamento escolar).

Para chamar o aluno para o assunto, eu levo coisas, para deixar mais concreto, por exemplo, massinhas, bolinhas, e eles vão montando moléculas. Aí peço para eles imaginarem, $6 \cdot 10^{23}$ dessas moléculas, quanto que seria...

Você acha importante ensinar esse conceito no Ensino Médio?

R.: Eu fico assim... como se estivesse agredindo o aluno (risos) eles ficam me olhando com aquela cara assim... "o que ela tá falando?" porque é vago, é distante, embora eu tente aproximar.

O que você considera como pré-requisitos necessários para que o aluno entenda o conceito?

R.: Se for mais tradicional ele tem que saber o que é elemento químico, átomo, molécula, algumas moléculas ele já tem que conhecer; Se for mais construtivista, aí não precisa muito antes, os conceitos podem ser formados, vai depender mais da minha colocação (forma que o professor fala) relacionando com o cotidiano dele lá.

Quando você tá trabalhando com esse assunto, tem alguma coisa que os alunos mais reclamam...

R.: Na verdade é assim, a gente explica, explica, explica, aí depois na aula seguinte o aluno fala: "mas o que que é o mol mesmo?" (risos) Onde eu errei, aí se acaba falando a mesma coisa...

Quando existe a comparação, para ele fica mais fácil, um mol é 6.10^{23} etc..., quando vai para massa, passo de U para gramas, ele conhece essa unidade, fica uma coisa mais comparável e fácil para ele entender.

E você acha que o aluno consegue relacionar mol, massa, quantidade de partículas?

R.: Não.

O que você acha que mais "pega" nessa comparação?

R.: Principalmente nos exercícios que já entram em estequiometria, para passar esse conceito.

A questão de cálculo também é dificuldade, a relação de um com o outro, a equivalência.

Ele acaba fazendo, mas acaba sendo meio "mecânico".

Você tem alguma sugestão que acha que deve ser trabalhado quando falamos nesse assunto? Não sinta obrigação em responder.

R.: Trabalhar com o concreto, as bolinhas, as massinhas, trabalhar com quantidade de pessoas, para o aluno ter noção de grandeza do número, e dar muitos exemplos.

ALUNOS 1 e 2:

Bom, a primeira coisa que eu vou perguntar para vocês: depois que vocês aprenderam esse conceito, se alguém perguntar para vocês o que significa o mol, o que você responde?

R.: 6.10^{23} .

E o que é esse número?

R.: É o número de moléculas dentro de um mol? Dentro de um mol de alguma substância...

E o que é um mol?

R.: Acho que é uma quantidade que se usa para medir, não é? Quer dizer, ela é pequena e aí você usa pra... uma unidade de medida.

O que vocês se lembram dele? Podem continuar.

R.: Acho que é uma unidade de medida que você usa quando você precisa saber de uma substância. Um mol é 6.10^{23} , acho que é um átomo, uma molécula.

Eu posso relacionar mol com massa, mol com quantidade de partícula, vocês se lembram disso?

R.: Pode, se você descobriu a massa, faz uma regra de três e compara mol com massa.

Quando vocês estavam aprendendo isso, quais os pontos que vocês mais tinham dificuldade, quando falava lá do mol, primeiro vocês viram aquela definição e tudo mais, depois é, lembro que sempre vocês de alguma maneira falavam: puxa, mas isso dá, não dá, enfim, o que vocês tinham mais dificuldade para trabalhar?

R.: Ainda é relacionar, tipo não entra relacionar mol com massa sabe, quando você tem que comparar mol com massa, concentração, é que não dá para entender direito o que é o mol entendeu.

E na matemática, o que “pegava”?

R.: O mais difícil não era fazer as continhas, acho que é mesmo relacionar.

Vocês sabem qual é a diferença entre massa atômica e massa molar?

R.: Ah não isso daí..., eu não lembro qual é qual, mas por exemplo, você tem HCl, aí soma a massa do H e a massa do Cl...

Então você tem a massa molecular.

R.: É, e a outra é a que você tinha na substância.

Se eu disser para você: tenho a substância HCl, eu posso calcular a massa molecular e a massa molar, uma é expressa em U (unidade de massa atômica), a outra é expressa em gramas.

R.: Isso é a mesma coisa, não é?

O número é o mesmo, mas porque uma é expressa em U e a outra é expressa em gramas? Tem alguma diferença entre a massa atômica e a massa molar. O que significa esse termo, massa atômica?

R.: Massa... do átomo.

E a massa molar?

R.: a massa do mol, não é? Porque o U é uma unidade muito pequena, não é? E o outro (o mol) é quando você tem uma quantidade maior...

Aí eu pergunto: você tem um mol de átomos de ferro e um mol de moléculas de água, qual deles tem a maior quantidade de partículas?

R.: Ah.... é igual.... porque um mol tem a mesma quantidade...

Se eu perguntar: qual tem a maior massa? Como eu respondo?

R.: Hi... tem que calcular a massa da água e do ferro... você depois relaciona lá com o valor 6.10...

Vou colocar para vocês assim: a massa atômica do ferro é 56 e a massa molecular da água é 18. Tendo um mol de átomos de ferro e um mol de moléculas de água, qual tem a maior massa?

R.: Acho que é igual, não é?... eu tenho que calcular a massa molar...

E depois?

R.: Compara...

ALUNOS 3 e 4 : **Se alguém te perguntasse: você sabe o que é o mol? O que você responderia?**

R.: Responderia quanto é um mol né, 6.10^{23} .

Eu falaria de proporção, né, quando pede. Um mol tem 6.10^{23} , aí quantos mols eu quero saber. Ele serve para medir.

O mol serve para medir o que?

R.: Moléculas, partículas, eu sei que tem partículas no meio, eu acho... um mol mede partículas de uma determinada substância.

Quando vocês estavam aprendendo esse assunto, o que acharam mais dificuldade para entender?

R.: Ah... eu não sei muito proporcionar, eu me complico assim, o que por embaixo do quê (na regra de três), o que pede...

Aquí aparece a dificuldade de interpretação de texto.

Então é um problema matemático, um problema de proporção?

R.: É, é isso... e também precisa muito de interpretação de texto.

Se eu perguntar: qual a diferença que tem entre massa atômica e massa molar? O que você me responderia?

R.: Massa molar é aquela da conta, da fórmula...soma as massa dos átomos. Massa atômica...é a massa do átomo.

A massa atômica é a mesma coisa que a massa molar?

R.: Não...

Por que a massa molar pode ser representada em gramas e a massa atômica é representada em U?

R.: Tem alguma coisa de transformar, né?...

Se eu falar: tenho um mol de átomos de sódio, a massa é 23 gramas, e a massa de um átomo é 23 U, porque posso representar a massa de um mol em gramas?

R.: Que é maior...não sei...tem 6.10^{23} átomos.

Suponha que você tenha um mol de átomos de ferro e um mol de moléculas de água, qual tem a maior quantidade de partículas?

R.: A água...porque o átomo é pequeno...

Mas tenho um mol dos dois.

R.: Não sei...

Se eu disser que tenho um dúzia de cada, qual tem a maior quantidade de partículas?

R.: Ah... os dois.

Se eu disser, tenho um mol de cada.

R.: Ah... tem a mesma quantidade.

E a massa, é igual?

R.: Não, porque eles pesam diferente, têm a mesma quantidade mas têm pesos diferentes.

Por quê?

R.: Porque são substâncias diferentes.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Desenvolvimento de um Jogo Virtual para o aprendizado do conceito de mol

Nome da Pesquisadora: Elaine Angelina Colagrande

Nome do Orientador: Prof. Dr. Bayardo Baptista Torres

Instituição: Instituto de Química – Universidade de São Paulo

Prezados Pais ou responsáveis:

Os alunos da 1ª série de Ensino médio do Colégio São João Gualberto, com a autorização do Reitor, Dom Robson Medeiros Alves O.S.B., estão sendo convidados a participarem da pesquisa DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL, que tem como finalidade realizar um estudo sobre a utilização de um *software* para o desenvolvimento do referido conceito químico. O objetivo é testar uma nova estratégia de ensino e observar o quanto ela pode favorecer a aquisição e aprimoramento do conhecimento. Esta pesquisa é de cunho acadêmico, fazendo parte de uma dissertação de mestrado na área de Ensino de Ciências. Durante a pesquisa, será realizado o seguinte procedimento: os alunos participarão, no laboratório de informática da escola, da aplicação do *software*, na forma de jogo didático e, durante esta aplicação, a pesquisadora coletará os dados necessários ao encaminhamento da pesquisa.

A participação do aluno nesta pesquisa é voluntária, mas de fundamental importância, pois através dos resultados pretende-se avaliar a eficácia da estratégia. É garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. Todas as informações coletadas neste estudo são confidenciais e de uso exclusivamente acadêmico, com possibilidade de exposição em artigos científicos, conferências e congressos e, ainda assim, a identidade do pesquisado será preservada. Não existirão despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Esperamos que esta pesquisa possa gerar informações importantes sobre os recursos didáticos para o ensino de Ciências.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participação do aluno nesta pesquisa acadêmica.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima expostos, eu, de forma livre e esclarecida,, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Participante da Pesquisa: _____

Ass. Responsável: _____

São Paulo, ____/____/____

São Paulo, 30 de maio de 2006.

Ao
Instituto Educacional São João Gualberto

SOLICITAÇÃO

Senhor Reitor:

Eu, Elaine Angelina Colagrande, professora neste estabelecimento de ensino e mestranda no curso de pós-graduação em Ensino de Ciências – modalidade química, pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo, venho por meio desta solicitar autorização para realizar a pesquisa intitulada DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL, envolvendo os alunos da 1ª série do Ensino Médio.

Para tanto, utilizarei as dependências do laboratório de informática da escola, e os alunos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, garantindo a intenção deste estudo. Todas as informações coletadas são confidenciais e de uso exclusivamente acadêmico, com possibilidade de exposição em artigos científicos, conferências e congressos e, ainda assim, a identidade do pesquisado será preservada.

Atenciosamente

Elaine Angelina Colagrande

TESTE INICIAL DA PRIMEIRA FASE DO JOGO

PROJETO DE PESQUISA: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL

TESTE INICIAL - FASE 1 - PROPORÇÕES

Leia com atenção:

Este teste faz parte da pesquisa, portanto responda as questões com **seriedade e calma**, você não terá nota pelas respostas, nem será identificado. Apenas desejamos verificar as dificuldades que surgem neste assunto. Bom trabalho!!

1. Você tem que preparar um bolo, para uma visita que irá fazer à casa de amigos. Para isso, dispõe de uma receita, cujos ingredientes são:

2 xícaras de farinha de trigo

3 xícaras de açúcar

1.5 xícaras de chocolate

1 colher de margarina

300 ml de leite

12 gramas de fermento

O rendimento da receita é para três pessoas. Se você quiser fazer um bolo para quinze pessoas, qual a quantidade de cada ingrediente você deverá usar?

Alternativa	Farinha de trigo (xícaras)	Açúcar (xícaras)	Chocolate (xícaras)	Margarina (colheres)	Leite (ml)	Fermento (gramas)
A	10	13	8	5	1500	60
B	9	15	7,5	6	1500	50
C	10	15	7,5	5	1500	60
D	11	15	8	5	1500	60
E	10	15	7,5	5	1500	50

- 2.** Observe o mapa a seguir:

Sabendo que, em escala, cada centímetro corresponde a 10.000 metros, calcule quantos quilômetros de distância existem entre as cidades de Carapicuíba e Salesópolis.

- a) 119 km b) 118km c) 123 km d) 121 km e) 122 km

3. Um pedreiro foi contratado para colocar pisos em dois quartos de uma casa. Um dos quartos tem 2,5 metros de largura por 3 metros de comprimento. O outro quarto tem 3 metros de largura por 3,5 metros de comprimento. Sabendo que uma caixa com dez pisos cobre uma área de três metros quadrados, calcule quantas caixas o pedreiro irá utilizar na obra. Haverá sobra de pisos?

- a) 5 caixas, sem sobra de pisos.
b) 6 caixas ,com sobra de pisos.
c) 5 caixas, com sobra de pisos
d) 6 caixas, sem sobra de pisos.
e) 5,5 caixas, com sobra de pisos.

4. Um esportista consumiu um lanche que corresponde a um valor calórico de 1470 kJ (quilojoule – unidade de medida que expressa conteúdo energético); para "adoçar a boca" após a refeição, comeu uma sobremesa com valor energético de 290 kJ . Após o consumo, resolveu caminhar para " queimar energia" . Determine quanto tempo aproximado, em minutos, este esportista deve caminhar para consumir a energia mencionada, sabendo que cada uma hora de caminhada consome 1100 kJ.

- a) 92,3
b) 93,2
c) 91,2
d) 99,4
e) 94,9

5. Um paciente, tratando de uma inflamação, necessita tomar um medicamento conforme recomendação médica: tomar 7,5 ml a cada 8 h durante dois meses. Sabendo que o frasco do remédio contém um volume de 300 ml, quantos frascos ele deverá adquirir para cumprir a prescrição médica?

- a) 3,5
b) 4,5
c) 4
d) 3
e) 5

GABARITO - COMPLETE AQUI AS RESPOSTAS ASSINALADAS

QUESTÃO	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

TESTE FINAL DA PRIMEIRA FASE DO JOGO

PROJETO DE PESQUISA: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL

TESTE FINAL – FASE 1 – PROPORÇÕES

Leia com atenção:

Este teste faz parte da pesquisa, portanto responda as questões com **seriedade e calma**. Você não terá nota pelas respostas, nem será identificado. Apenas desejamos verificar as dificuldades que surgem neste assunto. Bom trabalho!!

1. Um atleta realiza suas atividades físicas regularmente. Pratica futebol durante duas horas, três vezes por semana. Sabendo que esta atividade tem uma queima energética de 2200 kJ/hora, quantos kJ ele terá “queimado” após um mês de treino? (Considere que um mês tem quatro semanas).

a) 58.200
b) 52.800
c) 53.000
d) 58.250
e) 52.600
2. Considere que uma gota de água equivale a 0,05 ml. Qual será o número de gotas necessário para encher uma caixa d’água de volume igual a 0,5 m³?
(1m³ = 1000L ; 1L =1000 ml)

a) 1.000 gotas
b) 10.000 gotas
c) 100.000 gotas
d) 1.000.000 gotas
e) 10.000.000 gotas
3. Um pintor precisa aplicar textura em uma parede que apresenta as seguintes medidas: 30m de comprimento e 6m de altura. Nesta parede existem duas janelas com 3 m de comprimento e 2 metros de altura e outras duas janelas com 1,5m de comprimento e 1,5 m de altura.

Sabendo-se que um galão de textura cobre 27m^2 de parede, calcule quantos galões o pintor vai precisar para cumprir sua tarefa.

- a) 5 galões, sem sobra de material.
 - b) 5 galões, com sobra de material.
 - c) 4 galões, sem sobra de material
 - d) 6 galões , sem sobra de material
 - e) 6 galões, com sobra de material.
4. Para uma festa infantil, serão encomendados docinhos diversos (brigadeiros, beijinhos e cajuzinhos). Estima-se que para cada participante da festa serão distribuídos pratinhos contendo 4 brigadeiros, 3 beijinhos e 2 cajuzinhos. Se o número de participantes corresponde a 200, quantos docinhos deverão ser encomendados para atender ao número de convidados e ainda haja sobra de 100 docinhos de cada tipo?
- a) brigadeiros: 900, beijinhos:900, cajuzinhos:900
 - b) brigadeiros: 900, beijinhos:700, cajuzinhos:500
 - c) brigadeiros: 800, beijinhos:800, cajuzinhos:600
 - d) brigadeiros: 900, beijinhos:600, cajuzinhos:600
 - e) brigadeiros: 800, beijinhos:900, cajuzinhos:700
5. Uma diarista utiliza diversos materiais para a limpeza que efetua habitualmente numa das residências em que trabalha. A dona da casa pretende fazer uma compra e deseja saber a quantidade correta de cada material que deverá comprar . Supondo que a diarista utilize 500ml de desinfetante (do frasco de 1 litro), 1 frasco de detergente, 250g de sabão em pó (caixa com 1 kg), 3 sabões em pedra, todos para cada semana que realiza a limpeza, qual a quantidade exata de cada material a dona de casa deverá comprar para suprir as necessidades de um mês? (considere que um mês tem quatro semanas).
- a) 2 L de desinfetante, 2 frascos de detergente, 1 caixa de sabão, 15 sabões em pedra.
 - b) 2 L de desinfetante, 4 frascos de detergente, 1 caixa de sabão, 18 sabões em pedra.
 - c) 1 L de desinfetante, 3 frascos de detergente, 2 caixas de sabão, 17 sabões em pedra.
 - d) 1 L de desinfetante, 2 frascos de detergentes, 1 caixa de sabão, 15 sabões em pedra.
 - e) 2 L de desinfetante, 3 frascos de detergentes, 2 caixas de sabão, 18 sabões em pedra.

GABARITO - COMPLETE AQUI AS RESPOSTAS ASSINALADAS

QUESTÃO	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

TESTE INICIAL DA SEGUNDA FASE DO JOGO

PROJETO DE PESQUISA: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL

TESTE INICIAL – FASE 2 – POTÊNCIAS E NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Leia com atenção:

Este teste faz parte da pesquisa, portanto responda as questões com **seriedade e calma**. Você não terá nota pelas respostas, nem será identificado. Apenas desejamos verificar as dificuldades que surgem neste assunto. Bom trabalho!!

1. A caixa d'água da casa do Zezinho comporta $0,5 \text{ m}^3$ de água. Sabendo que cada 1 ml corresponde a 20 gotas de água, quantas gotas no total cabem na caixa d'água do Zezinho?
 - a) 1.10^5
 - b) 1.10^6
 - c) 1.10^7
 - d) 1.10^{20}
 - e) 1.10^8
2. A distância que Aninha percorre a pé, de sua casa até a escola é de $6,2.10^2 \text{ m}$. Esta distância corresponde a quantos centímetros?
 - a) $0,62.10^4$
 - b) $0,062.10^4$
 - c) $7,3.10^4$
 - d) 62.10^4
 - e) $6,2.10^4$
3. Qual é o valor que você escolheu na questão 2, representado em milímetros?
 - a) 6.200.000
 - b) 620.000
 - c) 620
 - d) 62
 - e) 6200
4. Um grande produtor de frutas tem seu estoque assim dividido:
 $2,30.10^4$ mangas
 $7,42.10^6$ laranjas
 $4,95.10^5$ abacaxis

O encarregado de estoque fez a contagem. Qual o total de frutas que ele calculou?

- a) $6,92 \cdot 10^5$
- b) $793,80 \cdot 10^6$
- c) $79,38 \cdot 10^6$
- d) $7,938 \cdot 10^6$
- e) $6,92 \cdot 10^6$

5. Um recipiente comporta 100 g de álcool etílico. Sabendo que em cada 46 g de álcool existem $6 \cdot 10^{23}$ moléculas, qual o número de moléculas que existem no recipiente?

- a) $1,3 \cdot 10^{27}$
- b) $13 \cdot 10^{27}$
- c) $1,3 \cdot 10^{24}$
- d) $0,13 \cdot 10^{24}$
- e) $0,13 \cdot 10^{27}$

TESTE FINAL DA SEGUNDA FASE DO JOGO

PROJETO DE PESQUISA: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO VIRTUAL PARA O APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL

TESTE INICIAL – FASE 2 – POTÊNCIAS E NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Leia com atenção:

Este teste faz parte da pesquisa, portanto responda as questões com **seriedade e calma**. Você não terá nota pelas respostas, nem será identificado. Apenas desejamos verificar as dificuldades que surgem neste assunto. Bom trabalho!!

1. Um tratador de piscinas calcula o quanto usará de produtos químicos para tratamento da água baseando-se no volume total de água existente. Sabendo que o comprimento da piscina é de $8 \cdot 10^2$ cm, a largura é de $5 \cdot 10^2$ cm e a profundidade é de 170 cm, calcule o volume de água que a piscina comporta:

- a) 68 cm^3
- b) 6800 cm^3
- c) 680 cm^3
- d) 68000000 cm^3
- e) 68000 cm^3

2. Uma grande loja de ferragens recebeu um novo lote de materiais para seu estoque:

$4 \cdot 10^4$ parafusos
520.000 porcas
 $79,4 \cdot 10^3$ arruelas

Do total, 15.000 peças foram vendidas. Qual o valor final deste lote?

- a) $7,24 \cdot 10^5$
 - b) $6,24 \cdot 10^7$
 - c) $6,24 \cdot 10^5$
 - d) $0,62 \cdot 10^5$
 - e) $8,24 \cdot 10^5$
3. Um ciclista percorre por dia um circuito cuja distância é de 2,57 km. A quantos centímetros equivale esta distância?
- a) $2,57 \cdot 10^4$
 - b) $2,57 \cdot 10^5$
 - c) $2,57 \cdot 10^7$
 - d) $2,57 \cdot 10^6$
 - e) $2,57 \cdot 10^2$

4. Para preparar uma festa infantil, um monitor contratado tem que montar três piscinas com bolinhas. Na primeira piscina serão colocadas 600 bolinhas, na segunda, 1.200 bolinhas, e na terceira, 1.500 bolinhas. Quantas bolinhas ele terá que separar para esta festa?
- a) $0,33 \cdot 10^2$
 - b) $0,47 \cdot 10^4$
 - c) $3,3 \cdot 10^6$
 - d) $3,3 \cdot 10^3$
 - e) $3,3 \cdot 10^2$
5. Um frasco de remédio contém $3 \cdot 10^{24}$ moléculas do medicamento. Sabendo que cada 100 g do remédio equivale a uma quantidade de $6 \cdot 10^{23}$ moléculas, qual a massa que está dentro do frasco?
- a) 200 g
 - b) 300 g
 - c) 400 g
 - d) 500 g
 - e) 600 g

TESTES UTILIZADOS PARA REVISÃO DE CONTEÚDO – FASE 3
MEDIDA DE APRENDIZADO DO CONCEITO DE MOL

Teste 1 - Existem várias substâncias químicas que estão presentes em nosso dia-a-dia. Calcule a massa correspondente a mol das substâncias a seguir. Utilize os valores das massas expressos na tabela a seguir:

Substância :	sal de cozinha	álcool etílico	componente do mármore	glicose
Fórmula química:	NaCl	C ₂ H ₆ O	CaCO ₃	C ₆ H ₁₂ O ₆
	58,5 g	46 g	100 g	180 g

Teste 2 - Um frasco de remédio contém $3 \cdot 10^{24}$ moléculas do medicamento. Sabendo que cada 1 mol do remédio equivale a uma massa de 100 g, qual a massa presente no frasco?(lembre-se: 1 mol contém $6 \cdot 10^{23}$ unidades). R.: **500 g**.

Teste 3 - A glicose é uma importante substância para o ser humano. Considerando que cada 1 mol de glicose corresponde a uma massa de 180 g, qual a quantidade, em mols, presente em 900 g de glicose? R.: **5 mols**.

Teste 4 - A argamassa é um preparado utilizado na construção de prédios e casas. Um de seus componentes é o hidróxido de cálcio, cuja fórmula química é Ca(OH)₂. Sabendo que $6 \cdot 10^{23}$ partículas da substância equivalem a massa de 74 g, quantas partículas estão presentes em 296 g desse material? R.: **$24 \cdot 10^{23}$** partículas de Ca(OH)₂.