

## Simulações Virtuais: seu desempenho e suas contribuições no ensino e aprendizagem no conteúdo de Soluções

Eliete Braga<sup>1</sup>, Arlindo Sousa Júnior<sup>1</sup>, Viviani Lima<sup>1</sup>, Cleber Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Av. João Naves de Ávila, 2121 – Uberlândia – MG – 38408-100

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Av. Doutor Randolpho Borges Júnior, 2900 – Uberaba – MG – 38064-300

{elietebragga, arlindoufu, vivialveslima}@gmail.com; cleber@ntecemepe.com

**Abstract.** *The content of Solution is linked to situations experienced by students, but in general the emphasis on calculations and the use of formulas make it difficult to correlate with everyday life. Experimentation assists, however, due to the lack of laboratories, they are not performed. Since mobile devices are an integral part of adolescents' lives, the simulator of the PhET Colorado portal was used as a strategy to reduce the difficulties of this content, and from the simulation, to enable the inextricable dynamics between theory and practice, facilitating the understanding of concepts Solution, pH scale, dilution and solution concentration. The data analysis showed that there was a better understanding of the concepts when using the virtual simulator.*

**Resumo.** *O conteúdo de Solução está ligado a situações vivenciadas pelos alunos, mas em geral a ênfase nos cálculos e o uso de fórmulas dificultam a correlação com o dia a dia. A experimentação auxilia, entretanto, devido à falta de laboratórios, elas não são realizadas. Sendo, os dispositivos móveis parte integrante da vida dos adolescentes, utilizou-se o simulador do portal PhET Colorado como estratégia para reduzir as dificuldades desse conteúdo, e a partir da simulação, viabilizar a dinâmica indissociável entre teoria e prática, facilitando a compreensão dos conceitos de Soluções, escala de pH, diluição e concentração das soluções. A análise dos dados apresentou que houve uma melhor compreensão dos conceitos ao utilizar o simulador virtual.*

### 1. Introdução

Em geral, a utilização de aulas ditas tradicionais a partir da transmissão de conteúdo e do uso exclusivo do livro didático, de forma a prezar pela memorização de conceitos e não mais que aplicação de fórmulas, como em geral, ocorre também com o conteúdo de Soluções, o que resulta no distanciamento da disciplina não oferecendo condições para que o aluno compreenda os conceitos e nem sua aplicação no dia a dia.

De acordo com Fonseca (2013), o estudo de Soluções é uma unidade, na qual é preciso destacar similarmente os aspectos qualitativos do conteúdo, realizando atividades mediadas pelo professor favorecendo a compreensão e o desenvolvimento de

conceitos pelos alunos, incentivando-os a estabelecer relações com as situações do dia a dia. Em contrapartida, pesquisas realizadas por Marcondes e Carmo (2008) apontam justamente a valorização dos aspectos quantitativos (cálculos de solubilidade, construção de gráficos e tabelas, cálculos de concentrações) em detrimento dos aspectos qualitativos, sem nenhuma participação dos alunos. Nessa mesma perspectiva:

Os conceitos relacionados às Soluções químicas são trabalhados em sala, com ênfase nos cálculos e aplicações de fórmulas, sem relações com as atividades da vida cotidiana, fato que acaba por valorizar os aspectos quantitativos do conteúdo, deixando para segundo plano os qualitativos, moldando um conhecimento abstrato e incompreensível para o aluno (ECHEVERRÍA, 1996 p. 15).

Dentre os principais assuntos trabalhados em Soluções, encontramos o preparo de soluções nas formas de concentrações variadas, suas diluições e mistura de soluções. O conteúdo geralmente é desenvolvido com aulas expositivas, utilização de fórmulas já definidas, para o entendimento e memorização [Souza and Santos 2008] e a realização de cálculos, em geral, totalmente sem significado para os alunos.

A fim de valorizar não só os aspectos quantitativos, mas também os aspectos qualitativos do estudo de Soluções, tende-se a estabelecer na experimentação a correlação entre os conceitos teóricos e a vivência cotidiana necessária à construção de um conhecimento, ampliando a capacidade individual, coletiva, crítica e reflexiva dos alunos. Dessa forma, o ensino de Soluções a partir das atividades práticas, além de possibilitar a compreensão e descrição dos fenômenos, é um meio de distanciar-se dos métodos tradicionais [Maldaner 1999].

No laboratório, os alunos podem se tornar ativos em sua aprendizagem observando, analisando e aplicando o que, segundo Suart e Marcondes (2009), contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades, especialmente quando planejadas e executadas privilegiando a participação e o raciocínio lógico do aluno. Por outro lado, ainda que a utilização de atividades práticas contribua para a aprendizagem dos alunos e a compreensão dos fenômenos científicos [Suart and Marcondes 2009], na atual fase do nosso sistema educativo, elas, em geral, não são incluídas no plano de aula. Alguns problemas como a falta de laboratório ou equipamentos, tempo limitado, salas superlotadas, jornada dupla de trabalho entre outros, limitam o professor a realizar até mesmo uma atividade demonstrativa. Como reflexo dessa situação, Nardi acrescenta que:

[...] a falta de laboratórios ou infraestrutura inadequada, a falta de equipamentos, número excessivo de aulas, o que impede uma preparação adequada de aulas práticas; desvalorização das aulas práticas, conduzida pela ideia errônea de que aulas práticas não contribuem para a preparação para o vestibular; formação insuficiente do professor. (NARDI, 1998, p.28).

Diante dessas limitações, a busca por alternativas adequadas é inevitável. Com o avanço do mundo digital, é possível ensinar e aprender de muitas formas. A utilização de tecnologias educacionais para apoiar o processo educativo, a partir de um ambiente de aprendizado interativo, usando animações e simulações virtuais, é apontada como uma possibilidade para que os alunos possam construir e compreender conceitos, a

levantar hipóteses e encontrarem respostas para seus problemas tornando-os ativos em sua aprendizagem [Piva 2013].

Partindo desse pressuposto, essa pesquisa buscou associar e avaliar, como estratégia de ensino, a viabilidade de um simulador virtual (SV), analisando se ele pode contribuir para uma melhor aprendizagem do conteúdo de Soluções, com ênfase nos conceitos de Soluções, escala de pH, diluição e concentração das soluções. Optou-se por explorar os conceitos químicos de Soluções por ser este um conteúdo considerado de difícil [Marcondes and Carmo 2008; Echeverría 1996] compreensão pelos alunos, principalmente por relacionar apenas fórmulas e cálculos matemáticos, o que exige do professor o uso de estratégias diferenciadas de ensino.

Vale ressaltar que, para utilização de um SV, é preciso que a escola tenha um laboratório de informática com acesso à rede internet. Apesar da precariedade, essa escola, onde foi realizada a pesquisa, dispõe de um laboratório de informática. Por outro lado, as Tecnologias Digitais Móveis (TDM), como os *smartphones*, estão inseridas amplamente na vida dos adolescentes, já que, segundo pesquisa divulgada pelo Comitê Gestor da Internet (2015), 82% dos jovens entram na rede por dispositivos móveis. Compreende-se, então, que esses aparelhos são os principais representantes da convergência tecnológica, que permitem aos estudantes realizar ligações, enviar mensagens por SMS e o acesso a diferentes sites, o que pode facilitar o processo de construção do conhecimento [Valente 2000].

Diante disso, foi realizada uma pesquisa com os alunos da sala e se constatou que 95,6% dispõem de um desses dispositivos, sendo 42,6% com conexão *mobile*. Dessa forma, decidiu-se pela utilização do dispositivo dos alunos, evidenciando que esses aparelhos podem ser usados de forma interessante nas aulas, não apenas para diversão, aproveitando a interface de toque e a capacidade de processamento desses dispositivos para trabalhar a unidade Soluções, utilizando o simulador virtual do *PhET colorado*<sup>1</sup>.

Nesse contexto, os objetivos dessa pesquisa foram utilizar e analisar o uso de um simulador virtual (SV) que buscasse desenvolver habilidades e a partir dele reduzir as dificuldades dos alunos na aprendizagem do conceito de Soluções. Além disso, espera-se com o uso do simulador a compreensão dos fenômenos microscópicos para que o aluno possa abarcar de forma significativa conceitos importantes como diluição, concentração, pH e sua escala.

## 2. Desenvolvimento teórico

O modelo preconizado pela educação formal está deficiente o ensino de química e as metodologias utilizadas pelos professores se apresentam, na maioria das vezes, destituídos de significado. O uso excessivo de aulas expositivas, o emprego constante de fórmulas, acaba acarretando a memorização e gerando a desmotivação dos alunos, sendo uma das dificuldades observadas no ensino de Soluções [Silva 2011], além de que, para o bom desenvolvimento dessa temática, é necessário interdisciplinar com a matemática,

---

<sup>1</sup> [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/ph-scale](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ph-scale)

outra disciplina das exatas em que os alunos apresentam grande dificuldade de aprendizado. No decorrer da abordagem do conteúdo de Soluções, diante da ausência de correlação com o cotidiano dos alunos, a Química, que é uma ciência de natureza experimental, torna-se excessivamente abstrata. Os alunos apresentam dificuldades na interpretação de problemas, o que foi solicitado, a localização de dados e a diferenciação entre eles, por exemplo, massa e volume do soluto e solvente. Além disso, percebe-se que eles não correlacionam o preparo de um suco com o de uma solução, e nem que a concentração é alterada ao adicionar ou retirar água do suco e que muitas soluções estão presentes no nosso dia a dia. Logo, é preciso redefinir esse cenário de aprendizagem, no qual a escola não pode continuar orientando para transmissão memorizada e acumulada.

Segundo Nascimento (2007), os recursos digitais na forma de simulações podem tornar a aprendizagem mais efetiva e profunda que a obtida por meio de metodologias tradicionais. Isso porque a compreensão dos conceitos químicos está relacionada com a capacidade de explicar os fenômenos nos níveis macroscópicos, microscópicos e simbólicos. O uso dos simuladores pode possibilitar a relação desses três níveis de representação e, assim, facilitar a aprendizagem oportunizando ao aluno buscar, construir e socializar o conhecimento.

O uso dos simuladores, segundo Piva (2013), além de favorecer a assimilação dos conceitos químicos, pode proporcionar aulas mais atrativas, visto que, com o uso dos simuladores, o aluno pode manipular determinadas variáveis, visualizando os resultados provenientes dessa intervenção de forma imediata e interativa. Vale ressaltar que o uso dos SV, bem como, de outras tecnologias, abre as janelas da escola para a vida, o que facilita o processo de aprendizagem e a capacidade de o professor em estabelecer relações de confiança com seus alunos, pelo equilíbrio, pela competência e pela simpatia com que atua e desenvolve a atividade [Moran 2013].

A partir dessas reflexões, sobre a importância de diferentes metodologias na construção do conhecimento e o avanço das mídias, uma das formas de se aproveitar a tecnologia a favor da educação em química, pode ser por meio dos simuladores virtuais. Eles podem possibilitar, não somente a reprodução de fenômenos difíceis de realizar em sala de aula, mas também a visualização de fenômenos na escala submicroscópica, trazendo, para o concreto, situações que demandam um elevado grau de abstração, permitindo aos alunos manipular objetos, simular efeitos, formular e testar hipóteses sobre o tema estudado [Dizeró, Vicentin e Kirner 1998].

### 3. Delineamento Metodológico

Esta pesquisa teve como objetivo explorar os simuladores virtuais para trabalhar os conceitos químicos sobre Soluções, por ser um conteúdo considerado de difícil compreensão pelos alunos, principalmente por relacionar fórmulas e cálculos matemáticos, exigindo do professor, estratégias diferenciadas de ensino [Souza and Santos 2008]. Optou-se por utilizar o Simulador Virtual de Química (SVQs), do *Phet colorado*, de forma a analisar se a simulação virtual (SV) pode facilitar a compreensão do conteúdo de Soluções, e em razão, da escola na qual foi realizada a pesquisa, não ter laboratório físico e nem espaço suficiente para realização de atividades práticas, exceto

a própria sala de aula superlotada [Nardi 1998]. E para que o aluno consiga compreender e descrever os fenômenos, construindo conceitos, as aulas não podem ser ministradas somente por meio de fórmulas e esquemas, o que a torna monótona e desinteressante.

Diante dessa realidade, fez-se necessário conciliar a sala de aula com o SVQs, utilizando os SV do portal *PhET Colorado* para trabalhar os conceitos de Soluções: escala de pH, diluição e concentração das soluções. A escolha do *PhET*, deu-se por priorizar o acesso gratuito e de código aberto - *open source*, com desenhos de simulação intuitivos, exploratórios e fáceis de usar, bem como, o fato de funcionarem perfeitamente em uma ampla variedade de dispositivos e *offline*.

A pesquisa de caráter qualitativa [Miranda 2012] foi realizada sobre a ação do uso dos simuladores. Os instrumentos de coleta de dados foram a observação, registradas em um diário de bordo, que permite com o registro interpretá-los posteriormente [Alves 2001], e um questionário. Para a autora, a observação é essencialmente participativa; o observador não se separa do objeto, mas interage de forma objetiva e subjetiva. Para análise, utilizou-se a Análise de Conteúdo que entende o texto registrado por um indivíduo como sua maneira de expressar-se, cabendo àquele que o analisa categorizar tal mensagem na busca de entender suas representações [Caregnato e Mutti 2006].

A pesquisa foi realizada com 45 alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio, de uma escola pública da rede estadual de Uberlândia – MG, sendo desenvolvida pela professora/pesquisadora (PP) no 2º bimestre do calendário escolar de 2016, num total de 09 aulas, nas quais a temática “Soluções” seria trabalhada.

Antes da apresentação da proposta de trabalho, foi aplicado um questionário para levantamento do número de alunos que possuíam um dispositivo móvel e com conexão móvel. Tendo em vista a precariedade do laboratório de informática da escola, o uso dos DM poderia ser o momento adequado para oferecer aos alunos uma visão dos recursos desses dispositivos para outros fins e não exclusivamente para as redes sociais. Diante da análise do questionário, a atividade foi desenvolvida com a utilização dos *smartphones* ou *tablets* dos próprios alunos. No entanto, para melhor aproveitamento, os alunos utilizaram as simulações em grupos, diretamente na sala de aula, o que poderia dinamizar a interação, facilitar a coleta dos dados durante a simulação e promover maior interação entre os alunos/professor/aluno, a colaboração e o aprendizado, uma vez que:

É na discussão com os colegas que o aluno exercita sua opinião, sua fala, defendendo seu ponto de vista. O trabalho em grupo, portanto, estimula o desenvolvimento do respeito pelas ideias de todos, não favorecendo apenas a troca de experiência, de informações, mas criando situações que favorecem o desenvolvimento da cooperação e do respeito mútuo. A relação com o outro, portanto, permite um avanço maior na organização do pensamento do que se cada indivíduo estivesse só (TEIXEIRA, 1999, p. 26).

Para o desenvolvimento das aulas, elaborou-se um conjunto de etapas com duração de 9 horas/aula previamente planejadas, favorecendo a reflexão, o que permite reconhecer uma previsão do que acontecerá em sala de aula, auxiliando o professor a

organizar um ensino de qualidade. Conforme **Tabela 1** abaixo, é apresentando o número de aulas previstas para cada etapa bem como a descrição da atividade.

**Tabela 1. Sequência e descrição das atividades**

<b>Etapas da pesquisa</b>	<b>Descrição da atividade</b>	<b>Previsão de aulas</b>
Primeira etapa	Instalação do aplicativo <i>PhET Colorado</i>	1
Segunda etapa	Apresentação das telas	1
Terceira etapa	Explorando a tela de soluções	2
Quarta etapa	Tela de concentração	2
Quinta etapa	Tela da Escala de pH	2
Sexta	Explorando a tela da diluição das soluções	1

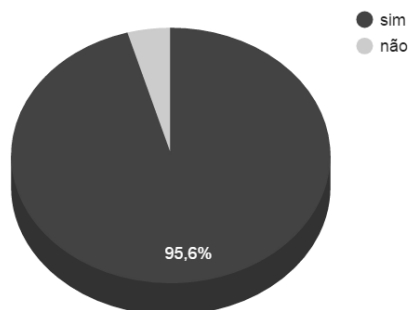
É importante salientar que o uso da simulação não garante, por si só, a compreensão e descrição dos fenômenos, visto que as simulações são baseadas em representações e modelos da ciência e, assim, não são cópias da realidade. Além disso, ao propor o uso de uma simulação, é preciso definir com clareza os objetivos da atividade. Logo, foi construído um guia de instruções para a utilização dos controles das simulações e uma proposta de trabalho com tabelas e questões para coleta e análise dos dados para, posteriormente, serem discutidos. Esse guia e a proposta de trabalho somente foram entregues aos grupos quando necessário, visando não interferir na interação dos alunos com a simulação, visto que a professora/pesquisadora no processo de ensino é a mediadora que preza pelo desenvolvimento das capacidades e habilidades dos alunos.

#### **4. Resultados e discussão**

A apresentação da proposta de trabalho para os alunos foi um momento de grande contentamento devido à viabilidade do uso dos dispositivos móveis, haja vista que, na maioria das vezes, é proibido o uso em sala de aula. De acordo com a tabulação dos dados obtidos no **Gráfico 1**, 95,6% dos 45 alunos possuem dispositivo móvel, evidenciando que cada vez mais os aparelhos estão nas mãos da maioria dos adolescentes e a atividade pode ser realizada por eles.

Apesar de o número de alunos com dispositivo móvel ser elevado, apenas 42,6% possuíam conexão com internet. Diante desse cenário, optou-se pelo trabalho em grupo. Além de levar em conta as considerações de Teixeira (1999) sobre o trabalho em grupo. Formaram-se 11 grupos, sendo 10 com 04 alunos e 01 com 05 alunos distribuídos de modo que, em cada grupo, houvesse pelo menos 02 dispositivos com conexão *mobile*. Durante a atividade, notou-se que a formação dos grupos proporcionou a interação entre os alunos e a troca de experiências entre eles, favorecendo, assim, o processo de aprendizagem.

**Gráfico1. Número de alunos com dispositivo móvel**



Na primeira etapa, quando foi solicitada a instalação do aplicativo do *PhET Colorado*, como nem todos os alunos possuíam conexão móvel, o roteador *Wi-Fi* da PP (acessível para conexão de 10 dispositivos) e os de 05 alunos foram ligados, permitindo outros dispositivos se conectarem a eles através da rede *Wi-Fi*. Além disso, notou-se certa resistência dos alunos em instalar um aplicativo para fins educacionais, conforme diálogo apresentado, em que se utilizam os códigos *A1*, *A2*, e assim por diante, para a identificação dos alunos. O trecho a seguir é um recorte desses diálogos:

*A1: Meu celular não baixa aplicativo.*

*A2: E o meu não tem memória.*

*A3: Professora, espera aí que estou excluindo umas fotos, meu celular não tem memória suficiente.*

*A4: O que eu faço depois no Play Store? Eu não sei qual, tem muito aqui.*

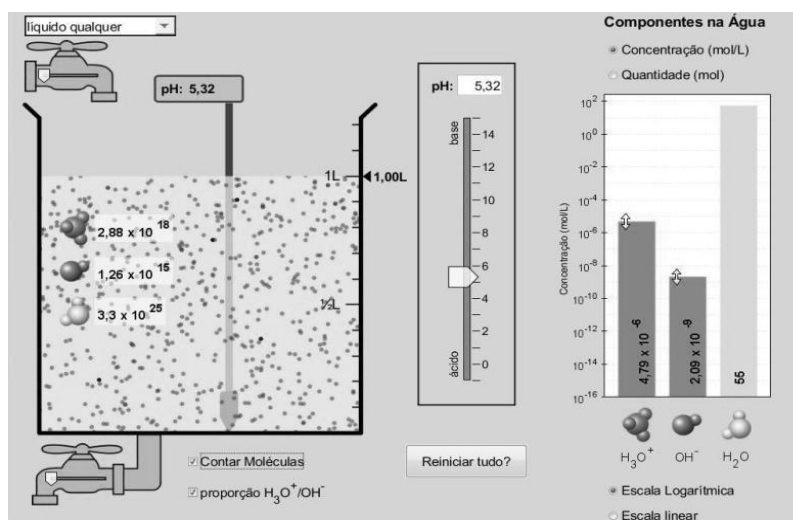
Essa atitude por parte de alguns alunos foi inesperada, evidenciando que a escola deve trazer para si grande parte da responsabilidade de conscientizar e incentivar os alunos a usarem a tecnologia digital em prol de sua educação e aprendizado. Além disso, supõe-se que a maioria das pessoas tenha o mínimo de conhecimento para o manuseio desses instrumentos, mas essa não é uma realidade [Bévort and Belloni 2009].

Na segunda etapa, os alunos tiveram contato com a tela do simulador, quando alguns grupos começaram a manipular e a interagir com os controles, enchendo e esvaziando a cuba, bem como, adicionando diferentes solutos. Demonstraram-se estimulados e curiosos navegando de uma tela a outra, “brincando” com a mudança de cor das soluções e a deposição de corpo de fundo, quando as soluções se tornavam saturadas. Em contrapartida, não se preocupavam em observar, analisar, discutir e descrever cientificamente os fenômenos. Dessa forma, foi necessária a intervenção do professor entregando a cada grupo o roteiro estruturado, que lhes possibilitou investigar os fenômenos, explorando todo o potencial da simulação e todas as relações entre as variáveis do fenômeno. O objetivo desse roteiro foi encorajar os alunos a explorar o comportamento da simulação, questionar suas ideias e desenvolver os correspondentes modelos mentais. Nele, também se encontravam instruções para a coleta dos dados que, posteriormente, facilitou a discussão. Segundo Libâneo (1994), o professor tem o dever de planejar, dirigir e controlar esse processo de ensino de forma a alcançar os objetivos planejados.

No preparo das soluções, nem todos os grupos utilizaram os mesmos solutos e o mesmo volume de solvente, o que permitiu discutir a solubilidade das substâncias. A partir do momento em que os alunos se sentiram mais seguros na manipulação dos controles e interagiram mais com o simulador e entre eles, foi possível inserir conceitos e controlar variáveis propiciando a construção e ou reconstrução do conhecimento.

Durante o processo, o trabalho foi evoluindo, sendo possível notar que os grupos conseguiam descrever a relação entre a quantidade de soluto, volume de solução, cor da solução e concentração da solução. Ao mesmo tempo, eram capazes de prever e descrever o que acontecia com a concentração de uma solução quando a água era evaporada, adicionada ou drenada da cuba.

A **Figura 1** mostra a representação da tela típica do programa. Nesta representação, os alunos simularam o cálculo do pH de um 11 substâncias do seu cotidiano, fazendo anotações na tabela presente no roteiro de trabalho, para o volume de 1L de solução, nas concentrações de  $H_3O^+$  e  $OH^-$  mostradas à direita da tela. Pelos pontos coloridos no sistema, evidenciaram a diferença de concentração entre as espécies iônicas citadas. Além disso, fizeram alteração dos diferentes parâmetros como: adição da substância estudada, diluição (adição de água), alteração do pH e da concentração dos íons hidrônio e hidroxila.



**Figura 1: Interface do programa PhET “Escala de pH”**

A partir dessa etapa, os alunos estavam mais receptivos e confiantes em lidar com o simulador, deixando de ser uma “brincadeira”, mas sim, uma ferramenta para aprendizagem. Isso foi notado, conforme diálogo apresentado entre os grupos (códigos G1, G2, assim por diante, para a identificação dos mesmos). O trecho a seguir é um recorte desses diálogos, registrados no diário de bordo:

*G1: À medida que adicionamos mais dicromato de potássio, a concentração da solução foi aumentando e até a cor dela ficou diferente, mais forte...*

*G2: Nosso grupo não usou dicromato, usamos nitrato de cobalto (II), e em 500 mL de água adicionamos nitrato de cobalto até que a gente obteve uma concentração de 5,640 mol/L e que, ao*



*colocar mais 500 mL de água, mantendo a mesma quantidade de soluto a concentração era quase a metade. Tá certo professora?*

*Prof.: Sim, pois há uma relação entre o soluto e solvente. Pense ao fazer dois sucos com polpa de maracujá. O que ocorre ao adicionar muita polpa em um e pouca polpa no outro? Qual estará mais concentrado?*

*G2: O que o colocou muita polpa. Tem maior quantidade de polpa em relação à água.*

*G1: Professora, se conhecermos a concentração podemos calcular a massa do soluto, já que não aparece no simulador? E podemos calcular a concentração também quando colocamos mais água e comprovar que ela diminui.*

Analisando o trecho do diálogo estabelecido entre os grupos de alunos e com a mediação da PP (*Prof.*), foi possível perceber que os estudantes são capazes de transpor o observado durante a simulação associando os aspectos qualitativos e quantitativos presente no conteúdo de Soluções. Desse modo, nota-se que a tecnologia pode trazer dados, imagens de forma rápida e atraente, contudo, cabe ao professor ajudar o aluno a interpretar esses dados e tornar a informação significativa [Moran 2013].

As demais etapas foram sendo desenvolvidas quase sem a intervenção da PP, devido à aquisição do domínio dos alunos com o simulador e a atividade. As discussões entre os grupos eram dinâmicas e a PP apenas circulava pela sala, entre os grupos, acompanhando a discussão e registrando as observações utilizado o diário de bordo, como recomenda Alves (2011). A partir disso, constata-se que o professor pode ensinar seu grupo de alunos, mas também pode mediar ações em que os alunos aprendam a partir da interação com o outro.

Entretanto, mesmo com a evolução das concepções dos alunos em relação aos conceitos químicos e a forma mais autônoma em relação ao simulador, observou-se que apresentaram certa dificuldade em fazer leitura da tela micro por visualizarem o número relativo de íons hidroxila e íons hidrônio na solução, ou seja, a representação “microscópica” na forma de modelos. Nesse momento, foi necessária uma nova mediação da professora/pesquisadora realizando questionamentos. Como eram 10 grupos, e para facilitar a discussão, a professora sugeriu que dois grupos analisassem as mesmas substâncias: água de bateria, sabonete, suco de laranja e água sanitária. O trecho a seguir é um recorte desses diálogos:

*Prof.: Na tela micro, vamos observar cada parte de uma vez para melhor compreensão, certo?*

*Prof.: Coloquem água de bateria na cuba. O que vocês observam dentro da cuba?*

*A1: Que tem mais pontos vermelhos que azuis.*

*A2: No sabonete é o contrário, tem mais azuis que vermelhos, por quê, professora?*

*Prof.: Vamos pensar, quem sabe chegamos a uma resposta.*

*A3: No suco de laranja também tem mais vermelho.*

*A4: No creme dental mais azul.*

*A1: Eu acho quem tem o pH baixo tem mais pontos vermelhos, e pH alto tem mais pontos azuis.*

*Prof.: Mas o que são esses pontos? De onde eles surgiram?*

*A3: Eu acho que, pelo que vi aqui, o ponto vermelho é cada  $H_3O^+$  e os pontos azuis  $OH^-$  foi o que vi na tela do simulador, olhem aí.*

*Prof.: O que acontece com as partículas que vocês disseram ser os íons hidrônio ( $H_3O^+$ ) e os íons hidroxila ( $OH^-$ ), ao adicionar água na cuba junto a água de bateria? São capazes de explicar esse fenômeno?*

A1: Professora, eu vi aqui na água de bateria, que é formada por ácido sulfúrico, que quando nós adicionamos água, a quantidade de  $H_3O^+$  que era de  $3.01.10^{22}$  passa para, uai, nossa tem outra quantidade de  $H_3O^+$ ,  $1.10^1$  agora me perdi.

Prof.: Olhe direito, pra você saber a grandeza, você precisa olhar a unidade, preste atenção.

A1: É mesmo  $3.01.10^{22}$  é a quantidade de  $H_3O^+$  tá certo. E quando coloca água aumenta. Não continua do mesmo jeito. É o  $1.10^1$  que muda. Mais ainda não entendi.

A1: Ah, professora, é a concentração que muda, ela diminuiu porque passou de  $1.10^{-1}$  mol/L para  $4.2.10^{-2}$  mol/L. Eu vi aqui.

Prof.: Sim, por isso você deve observar bem o que acontece no simulador, ligando a teoria ao fenômeno observado.

A2: Professora, se a gente abre a torneira e coloca mais água, porque a quantidade de  $H_3O^+$  não aumenta? Pra mim, aumentava, pois a ionização num acontece quando na presença de água?

Analisando os diálogos, nota-se que os alunos não conseguiram associar as telas macro/minha solução com a tela micro, não pensando na constituição das substâncias. No decorrer da discussão, com a mediação da PP os alunos conseguiram compreender melhor os conceitos de ionização, dissociação e até solvatação, bem como, a definição de ácido, de acordo com Arrhenius.

Nessa fase, após a intervenção da PP, os alunos começaram a compreenderem os aspectos microscópicos presentes na tela do simulador de Escala de pH. Em destaque a afirmação de A1: “... é a concentração que muda, ela diminuiu porque passou de  $1.10^{-1}$  mol/L para  $4.2.10^{-2}$  mol/L...”.

No diálogo de A2, percebe-se claramente que os alunos não conseguiram sistematizar os conceitos já estudados e não observaram que a água de bateria já é uma solução. A professora/pesquisadora interveio, escrevendo na lousa a equação de ionização do ácido que compõe a água de bateria, questionando as relações estequiométricas. “Agora entendi, na água de bateria já ocorreu a ionização completa, por isso os pontos vermelhos não aumentam e colocar mais água só está diluindo”, relata o aluno. É importante ressaltar que o uso dos SVs facilitou a aprendizagem dos conceitos de Soluções, tendo em vista, a análise dos diálogos dos alunos/professora/aluno, ao manifestarem suas dúvidas e inseguranças, tanto em relação ao conteúdo, quanto ao uso dessa tecnologia para a promoção do conhecimento.

Ao término da atividade, a professora/pesquisadora, com uma aula expositiva dialogada, fez o fechamento dos conceitos necessários para a compreensão do tema Soluções e, em seguida, aplicou uma atividade avaliativa. Na avaliação, constatou-se que, dos 10 grupos formados, 04 grupos tiveram um acerto de 100%, 03 grupos 42,8% e 01 grupo com 71,4%; 01 grupo com 57,1%; e o outro com 14,2%, prevalecendo uma média de 67% de acertos.

Em relação ao uso dos simuladores, 100% dos alunos disseram que, no início, quando foi falado que iriam trabalhar com celular, acharam que não teriam nenhum problema com o dispositivo, mas não foi bem assim. Reconheceram que precisam conhecer mais as potencialidades do aparelho para fins educacionais e não apenas para o lazer. “Quando eu não conseguia acessar o app corretamente eu fiquei muito nervosa, mas, quando aprendi a usar, percebi que é um ótimo instrumento para a nossa aprendizagem”, relatou uma aluna.

## 5. Considerações finais

Pode-se concluir que os alunos tendem a manifestar desinteresse pela disciplina de Química devido aos métodos de ensino que, muitas vezes, são inadequados. Nota-se a importância de investir em propostas interativas, sendo que, pelo desafio de achar as respostas e de aprender, há um aumento do interesse dos alunos, valorizando a educação. A utilização dos simuladores contribuiu para a compreensão dos alunos sobre os conceitos relacionados ao estudo de Soluções químicas. A partir dos questionamentos e análises realizadas, eles demonstraram que a atividade ampliou o foco de estudo contribuindo para o aprendizado e a revisão de diversos conceitos químicos. Foram trabalhados conceitos importantes para o entendimento de conteúdos que serão estudados adiante, como Propriedades Coligativas, Eletroquímica entre outros. Os alunos foram conduzidos a problematizar os conceitos com os colegas do grupo, formular ideias e testar hipóteses, construindo o conhecimento baseado nas suas próprias observações.

Assim, pode-se dizer que os recursos tecnológicos contribuem para a melhoria do processo de ensino e de aprendizagem, pois o uso de diferentes linguagens amplia o acesso às informações e facilita a promoção do conhecimento. Entretanto, constantes pesquisas e reflexões são necessárias no ambiente escolar para proporcionar trocas de vivências e, ao mesmo tempo, avaliar e fortalecer essa prática pedagógica, pois o uso de dispositivos móveis ou mesmo computadores não deve resumir-se à transmissão de informações e à interação social. Esses aparatos tecnológicos devem ser percebidos como facilitadores dos processos de ensino e de aprendizagem [Moran 2013].

Por fim, de acordo com Machado e Aragão (1996), os recursos educacionais digitais, na forma de simulações, podem tornar a aprendizagem mais profunda e efetiva diminuindo o realce no quadro-negro ou na lousa, na palavra onipotente do professor e no domínio do livro didático. Eles são capazes de estimular os alunos a aplicar o que aprenderam na parte prática, e como os conceitos químicos são interligados e se inter-relacionaram na explicação dos fenômenos.

## Referencias

- Alves, F. C. Diário (2011) “Um contributo para o desenvolvimento profissional dos professores e estudo dos seus dilemas”. Instituto politécnico de Viseu. <http://www.ipv.pt/millennium/Millennium29/30.pdf>, dezembro.
- Bévort, E. and Belloni, M. L. (2009) “Mídia-Educação: conceitos, história e perspectivas” Educação e Sociedade, Campinas, v. 30, n. 109, p. 1081-1102, set./dez.
- Bueno, L., Moreia, K.C., Soares, M.; Dantas, D.J., Wiezzel, A.C.S. and Teixeira, M.F.S. (2008) “O Ensino de Química por meio de Atividades Experimentais: a realidade do ensino nas escolas”. In: Segundo Encontro do Núcleo de Ensino de Presidente Prudente, UNESP, São Paulo: Prograd UNESP, [unesp.br/prograd/ENNEP/...%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf](http://unesp.br/prograd/ENNEP/...%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf), dezembro.
- Caregnato, R. C. A. and Mutti, R. (2006) “Pesquisa Qualitativa: Análise de Discurso versus Análise de Conteúdo”. Texto Contexto, Florianópolis, Out - Dez. p. 679-684.

- Carmo, M. and Marcondes, M. (2008) “Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Ideias dos Alunos”. Química Nova na Escola. nº 28.
- Dizeró, W. J. and Vicentin, V. J.; Kirner, C. (1998) “Estudo de interação para um sistema de ensino a distância baseado em interfaces de realidade virtual”. In: Atas I Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 98), Campinas, SP, p.1 – 8.
- Echeverría, Agustina Rosa (1996) “A Formação das Soluções”, Química Nova na Escola Nº 3, maio.
- Fonseca, Martha Reis Marques da. (2013) “Química”. 1.ed. São Paulo. Ed. Ática
- Libâneo, José Carlos (1994) “Didática”. São Paulo: Cortez.
- Machado, A.H. and Aragão, R.M.R. (1996) “Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico”. Química Nova na Escola. Vol. 4, p.18-20.
- Maldaner, O. A. (1999) “A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de Química”, Química Nova na Escola, Vol. 22, p. 289
- Masetto Marcos T, Behrens Marilda Aparecida and Moran, J. M. (2013) “Novas tecnologias e mediação pedagógica”, 21ª.ed.rev.e atual. Campinas, SP: Papirus,.
- Miranda, Maria Irene; Silva and Lázara Cristina da. (2012) “Pesquisa-ação: uma alternativa à práxis educacional”. EDUFU.
- Nardi, R. (1998) “Questões atuais no ensino de ciências. Ed. Escrituras”. São Paulo. v. 2, p. 43-52.
- Nascimento, A.C.A.A. (2007) “Objetos de aprendizagem: entre a promessa e a realidade. In: Prata, C.L.; Nascimento, A.C.A.A. (orgs.). Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico. Brasília: MEC, SEED,
- Piva Júnior, Dilermano (2013) “Sala de Aula Digital: uma introdução à cultura digital para educadores”. 1ª.ed.São Paulo: Saraiva.
- Silva J. F S.S. (2011) “Concentração de Soluções: A dificuldade de interpretação das grandezas massa e volume”. In Conferência Interamericana de Educação Matemática. CIAEM.
- Souza, F. L. and Santos, A.C.S. (2008) “Interdisciplinaridade e Ensino de Físico-Química para os Cursos de Agropecuária e Agroindústria da EAF-Codó/MA”. In. Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba. Anais XIV ENEQ.
- Suart, R. C. and Marcondes, M. E. R. (2009) “A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química”. Ciências & Cognição, Rio de Janeiro, Vol. 14, 50-74.
- Teixeira, Cícera F. (1999) “Compreensão, criação e resolução de problemas de estrutura multiplicativa: uma seqüência didática com problemas “abertos”. Monografia. Recife: UFPE / Curso de especialização em ensino de pré a 4ª Série.
- Valente, J.A. (2002) “A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos”. Em M.C. Joly (ed.) Tecnologia no Ensino: Em J. A. Valente (org.) Computadores na Sociedade do Conhecimento. Campinas: Nied – Unicamp, implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo Editora, p. 15-37.