



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS PROFESSOR ALBERTO CARVALHO  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**ALBERT SILVA DA EXALTAÇÃO**

**USO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO  
APLICADAS AO ENSINO DO CICLO DE BORN-HABER.**

Itabaiana

2018

ALBERT SILVA DA EXALTAÇÃO

**USO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO  
APLICADAS AO ENSINO DO CICLO DE BORN-HABER.**

Artigo apresentado ao Departamento de Química do Campus de Itabaiana como um dos formatos do Trabalho de Conclusão de Curso para um dos requisitos de obtenção do título de licenciado (a) em Química.

Orientador (a): Profa. Dra. Valéria Priscila de Barros

Co-Orientadora (a): Profa. Me. Nirly Araújo dos Reis

Itabaiana

2018

ALBERT SILVA DA EXALTAÇÃO

USO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO  
APLICADAS AO ENSINO DO CICLO DE BORN-HABER.

Artigo no formato de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química do Campus de Itabaiana, da Universidade Federal de Sergipe, como um dos requisitos para a obtenção do título de licenciado (a) em Química.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Profa. Dra. Valéria Priscila de Barros  
Universidade Federal de Sergipe

---

Profa. Dra. Ivy Calandrelly Nobre  
Universidade Federal de Sergipe

---

Profa. Dra. Edinéia Tavares Lopes  
Universidade Federal de Sergipe

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a minha família, Dona Marinalva e Seu José Raimundo, meu irmão Robert, minha namorada Hermínia e a todos os meus amigos que me apoiaram durante essa caminhada, meu mais sincero obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus por ter me dado forças para continuar sempre que estava prestes a desistir, a minha família, pai, mãe e meu irmão que me apoiaram e me ajudaram sempre que precisei. Um agradecimento em especial a minha namorada que desde o início esteve comigo e acompanhou cada passo dessa minha jornada. Aos meus amigos tanto os que me acompanham desde o ensino médio e torcem por mim sempre, até os que conquistei ao longo dessa trajetória de 4 anos, em especial, Bruna, Tatiane, Izabelly, Thaisy, Fagner, Fernanda, Camila, Grayce, Bárbara, Jaqueline, Rodrigo, e a todos o que moraram comigo no Cafofo durante todo esse tempo (Henrique, Mateus, Tamar, Jazielle, Lenita, Michael, Heitor, Wilton, Anderson, Roseli e Douglas). A todos os professores e técnicos do Departamento de Química do Campus Professor Alberto Carvalho, em especial, Renata C. Kiatikoski Kaminski, por ser uma mãe para mim durante esse tempo. Aos professores, Victor Hugo Vitorino Sarmiento, Valéria Priscila de Barros e Nirly Araújo dos Reis por me orientarem durante esses 4 anos.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar as dificuldades relacionadas a compreensão do Ciclo de Born-Haber (CBH) por alunos do curso de Química licenciatura plena. O CBH é um importante tema derivado da lei de Hess que se utiliza no ensino de formação dos compostos. Assim buscou-se articular esse tema com a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como forma de minimizar algumas dificuldades apresentadas por alunos do curso. Uma das formas encontrada de auxiliar nessas dificuldades foi a elaboração de uma simulação. Desenvolveu-se essa simulação em parceria com um especialista de sistema de informação do presente *Campus*. Os dados foram coletados em forma de um questionário online que foi aplicado para os professores e os alunos, com objetivo de identificar as dificuldades dos alunos na visão dos alunos e dos professores. Simultaneamente iniciou-se a construção da simulação a partir de experiências vivenciadas pelo pesquisador e dos dados coletados no questionário. Observou-se que a simulação pode auxiliar no ensino do tema ciclo de Born-Haber, por ser baseada nas dificuldades apresentadas pelos alunos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *TIC. Simulação. Ciclo de Born-Haber.*

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	2
3. METODOLOGIA.....	4
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	5
4.1 Análise do questionário aplicado aos alunos e professores .....	5
4.2 Elaboração de uma Simulação. ....	9
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	14
REFERÊNCIAS .....	15
APÊNDICES .....	17
APÊNDICE A – Questionário.....	17
APÊNDICE B - Contribuições para a simulação. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No ensino superior de Química nos deparamos com muitos conteúdos que exigem uma visão espacial e abstrata dos graduandos, o que pode gerar certa dificuldade nos alunos. Outras vezes, observamos, em experiências vivenciadas pelo autor do trabalho, que os alunos não compreendem a principal abordagem do ciclo de Born-Haber, que é um importante tema para o ensino de formação de um composto.

Seja qual for à área, sempre haverá um conteúdo que exige uma percepção diferente do real. Na Química Inorgânica, por exemplo, o conteúdo de formação de compostos muitas vezes necessita o auxílio de gráficos e tabelas, os quais mostram o envolvimento de energias em cada processo de formação, conhecido como ciclo de Born-Haber (CBH) muito bem apresentado em vários livros de química do ensino superior como a aplicação representacional da Lei de Hess.

Nesse contexto, diversas estratégias vêm sendo aplicadas para sanar muitas dificuldades, além de aproximar o aluno de novas ferramentas, como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que estão ganhando espaço significativo ao longo da última década com auxílio da disseminação da internet, as TIC têm o propósito de auxiliar na Educação de forma a integrar os assuntos abordados com o cotidiano físico ou tecnológico do aluno, como afirma os autores Tavares, Sousa e Correia (2013). Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), descrevem que “as Tecnologias da Informação e Comunicação e seu estudo devem permear o currículo e suas disciplinas”.

Atualmente, muitos são os *sites* conhecidos por disponibilizar essas TIC, que podem ser elaboradas de várias formas, sendo elas, infográficos, animações, imagens e simulações, esta última é o foco desse trabalho. No Brasil, um dos *sites* que se destacam na elaboração e divulgação de simulações, o *Phet Interactive Simulations*, desenvolvido nos Estados Unidos por um grupo de pesquisadores (UNIVERSITY, 2018). Outro muito utilizado e desenvolvido no Brasil por uma iniciativa da Universidade de São Paulo é o *Labvirt*, que segundo dados do próprio *site* possui em seu acervo simulações das áreas de química e física, com mais de 8.000 alunos de Ensino médio participantes e mais de 11 escolas estaduais com a perspectiva de ampliar para todo estado de São Paulo, esse *site* é a principal referência brasileira em simulações (ESCOLA, 2002).

A gama de simulações se estende por toda área das ciências exatas. Acredita-se que esse tipo de conteúdo pode auxiliar no aprimoramento dos professores, pois muitas vezes acabamos

nos deparando com uma formação profissional que apresentam pouco domínio sobre essas tecnologias.

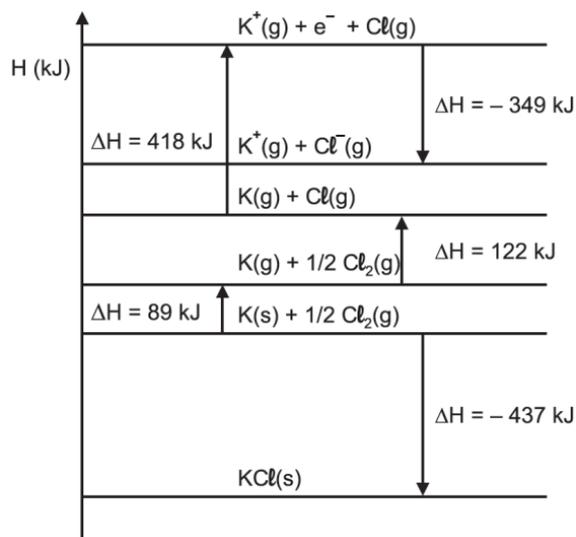
Diante da imersão das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, sejam no ensino básico ou superior, as simulações como ferramentas na internet podem auxiliar os professores no ensino em sala de aula. Como afirma Machado (2016 p.105), “as simulações são importantes, como, por exemplo, no Ensino de Química, que na maioria das vezes é muito abstrata para os alunos e requer uma visão microscópica da realidade”.

O seguinte trabalho foi realizado com o objetivo de investigar o uso das Tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino do tema Born-Haber. Através de aplicação de um questionário para os professores e alunos, que possibilitou coletar as dificuldades apresentadas pelos mesmos. E propor uma simulação como ferramenta para auxiliar na minimização das dificuldades apresentadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo pesquisas bibliográficas, elaboradas pelo autor observou-se que o ciclo de Born-Haber é um tema com poucos resultados encontrados em artigos científicos ou de cunho educacional, como em TIC. Mesmo sendo um tema central na formação de compostos inorgânicos observou-se a pouca utilização desse tema nas ferramentas de Ensino de Química, atualmente, existe uma forma gráfica (BROWN, 2005); (ATKINS 2001), que é a mais utilizada para representar o CBH na Figura 1, na qual relaciona as energias de formação de compostos inorgânicos com o processo de formação.

**Figura 1** - Ciclo de Born-Haber para formação do cloreto de potássio.



Fonte: Ciência Central.

Observa-se que essas representações podem dificultar a compreensão do aluno na aprendizagem do conteúdo, com isso o papel do desenvolvimento de novas TIC é importante, porquanto mais próximo e acessível ao aluno o tema for, haverá mais interesse e facilidade em compreender.

As TIC, no entanto, possuem uma classificação taxonômica, são algumas delas: infográficos, imagens, simulações, animações, softwares e programas. Existem algumas diferenças entre elas que são muito bem citadas no artigo de Silva (2017) e apresentadas abaixo.

Entre as TIC citadas temos: as animações, software e simulações. Os mais elaborados são, os softwares, portanto apresentam muitas funcionalidades e exigem um pouco mais do computador no sentido de que precisam ser instalados. (SILVA, 2017; VASCONCELOS, 2017).

Entre as menos elaboradas estão as imagens e os infográficos, as duas tem certa semelhança, porém os infográficos abordam um assunto específico em forma de um fluxograma didático, já as imagens passam apenas a informação central muitas vezes de forma limitada (SILVA, 2017).

Já as animações e simulações acabam sendo representadas da mesma forma, mas possuem funções diferentes, a primeira mostra de forma dinâmica algo estático, que já existe, mas que para se tornar didático ganha uma movimentação. Esse tipo de ferramenta é muito utilizado na Química para animar conteúdos que exigem uma visão abstrata do aluno. (SILVA, 2017; VASCONCELOS, 2017).

A segunda é, uma animação mais elaborada que pode ser utilizada em navegadores ou é necessário realizar download, o que as diferenciam em suma é o potencial de modificações, ou seja, permitem mostrar resultados diferentes ao decorrer da interação do aluno com a ferramenta (SILVA, 2017).

Essa técnica de ensino e modelagem auxilia o cérebro humano a construir modelos capazes de processar o assunto de forma mais divertida, fixando-o permanentemente. Segundo Carvalho (2016), a simulação é importante para esse tema, pois tem função de minimizar as dificuldades apresentadas no tema ciclo de Born-Haber, em que o aluno necessita de uma interação maior com o programa.

Ainda que as TIC foram citadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio, a imersão dos profissionais em capacitações ainda é baixa, ou seja, no Ensino superior poucos são os profissionais que completam os cursos de licenciaturas e são amplamente preparados para a utilização dessas tecnologias. (BRASIL, 2010).

### 3. METODOLOGIA

Neste trabalho, o uso das TIC no ensino do ciclo de Born-Haber foi investigado como tema central, e ocorreu na Universidade Federal de Sergipe *Campus* Itabaiana, no curso de Química Licenciatura Plena.

**Figura 2:** Etapas de Pesquisa.



Fonte: Autoria.

Como podemos observar, a Figura 2, traz a síntese das informações coletadas durante a pesquisa, e abaixo segue a descrição das etapas.

Dessa forma, o trabalho foi dividido em três etapas como mostra a Figura 2. A primeira etapa foi iniciada com a aplicação de um questionário (**Apêndice A**), que já havia sido validado por especialistas do departamento, para os professores das áreas de Físico-Química e Inorgânica.

A elaboração deste questionário foi através do *Google Forms*, e tinha o objetivo de coletar as dificuldades apresentadas pelos alunos e professores com perguntas subjetivas que possibilitou avaliar as facilidades e as possibilidades de tornar o conteúdo ciclo de Born-haber mais didático.

A escolha dos alunos ocorreu de seguinte forma: alunos que cursaram e estão cursando as disciplinas de Química Geral, Inorgânica I e II, e Físico-Química I foram aplicados questionários a dois alunos de cada uma das disciplinas, com objetivo já citado acima. Essas disciplinas foram escolhidas, pois o tema que foi estudado está presente nas ementas das disciplinas.

Os alunos continham a seguinte característica: ter cursado e sido aprovado em apenas química geral, ter cursado e sido aprovado em Inorgânica I, ter cursado, mas não ter sido aprovado em Inorgânica I, e por fim ter cursado e sido aprovado em Inorgânica II e em Físico-

química II. Deste modo, os alunos foram nomeados com base nesses critérios, ou seja, “A” elevado ao período em que se encontravam e se haviam sido aprovados, resultando em: A<sup>2</sup>, A<sup>4</sup>, A<sup>4\*</sup>, A<sup>6</sup>. O “\*” refere-se ao aluno que já está no quarto período, mas não foi aprovado em Inorgânica II, esses alunos foram escolhidos por estarem no quinto período, mas não terem cursado a disciplina de Físico-Química II, ou seja, não ter chegado a última disciplina que aborda o tema ciclo de Born-Haber.

A construção da simulação iniciou-se simultaneamente com a aplicação do questionário essa construção teve base na análise prévia de algumas repostas do questionário e das percepções visualizadas pelo autor, que durante toda a sua graduação observou e apresentou as dificuldades relacionadas a visualização das etapas. Nesse contexto a simulação foi elaborada baseando-se nas fórmulas matemática, na aplicação da lei de Hess no ciclo, nas representações bidimensionais do modelo atômico de Bohr e nas relações energéticas, para assim ajudar os alunos na visualização do processo.

Para a construção foi utilizado o programa Java Script que pode ser instalado em qualquer versão do Windows a partir do Vista de 1998 e foi elaborada em parceria com especialista de Sistema de Informação (SI), do Departamento de Sistema de Informação do *Campus Itabaiana*.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

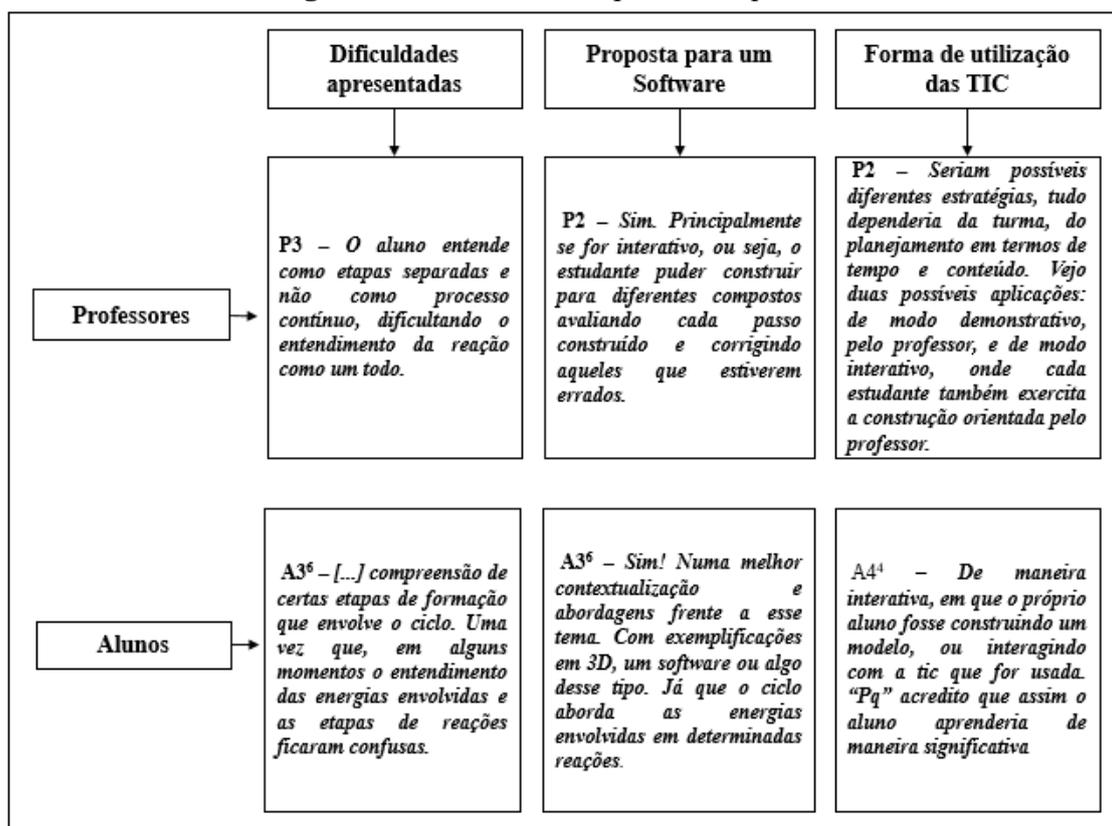
### **4.1 Análise do questionário aplicado aos alunos e professores**

O questionário aplicado tinha como objetivo investigar as dificuldades dos alunos, na visão dos alunos e dos professores, sobre o tema do ciclo de Born-Haber.

Os dois primeiros questionamentos foram em relação ao tempo de universidade dos participantes da pesquisa e as disciplinas as quais já haviam lecionado ou cursado, com o objetivo de relacionar o tempo que os professores abordam o conteúdo do ciclo de Born-Haber, o qual aparece em várias disciplinas diferentes no decorrer do curso e pode ter sido lecionado pelo mesmo professor, assim, o docente pode ter uma maior percepção sobre as dificuldades apresentadas pelos alunos.

A Figura 3 apresenta trechos das repostas dos alunos e professores que irão direcionar a discussão.

Figura 3 - Análise das respostas do questionário.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 3 nos mostra uma síntese das três últimas perguntas do questionário, na primeira coluna, sobre as dificuldades que os professores identificaram sobre aprendizagem do conteúdo e as dificuldades relatadas pelos próprios alunos. Na segunda coluna observamos as respostas em relação a se existisse uma TIC específica desse conteúdo como seria possível articulá-la com o conteúdo. Na terceira e última coluna, as respostas sobre como utilizar essa possível TIC na sala de aula.

Em relação as dificuldades relatadas, primeiro pelos professores, na Figura 3, observa-se que as dificuldades dos alunos são referentes aos processos, que são representados separadamente no ciclo já mostrado na Figura 1, o professor **P3** relata na resposta abaixo:

*P3 – O aluno entende como etapas separadas e não como processo contínuo, dificultando o entendimento da reação como um todo.*

Para o professor **P3**, os alunos não compreendem o processo de formação como contínuo e sim etapas separadas, desta forma observa-se que, por possuir a forma de ciclo demonstrada na Figura 1, os alunos podem se confundir em relação a separação que a representação mostra, desta forma o seguinte trabalho propôs uma forma mais interativa relacionando essas etapas que ocorrem no ciclo de Born-Haber. Vejamos que o professor **P2**

aponta mais uma dificuldade além da visualização de um processo particionado como fala o **P3**:

*P2 – Entendimento de cada contribuição energética e processo associado, principalmente da energia de rede e da entalpia de formação. (Trecho que não está presente na Figura 3)*

O não entendimento do processo energético pode se dar por falta de domínio no conteúdo, uma vez que no CBH há uma relação gráfica entre as energias envolvidas, como muito bem representado na fórmula do CBH ( $\Delta H_S + \Delta H_D + \Delta H_I + \Delta H_A + \Delta H_{Red} = \Delta H_f$ ) a energia de rede não pode ser calculada sem a presença do valor energético das outras etapas do mesmo, que são as, energia de sublimação, dissociação, ionização, afinidade eletrônica e energia de formação ou de rede. Em suma, os professores apresentaram duas dificuldades, uma a visualização do processo como contínuo e a outra a relação energética entre as etapas.

Vejam agora a segunda linha da primeira coluna da Figura 3, na qual os alunos, **A3<sup>6</sup>** e **A8<sup>4\*</sup>**, agora relatam suas dificuldades:

*A3<sup>6</sup> – As dificuldades foram na compreensão de certas etapas de formação que envolve o ciclo. Uma vez que, em alguns momentos o entendimento das energias envolvidas e as etapas de reações ficaram confusas.*

O aluno **A3<sup>6</sup>** cita muito bem em sua fala as dificuldades que os professores relataram, o que demonstra concordância entre as dificuldades visualizadas, tanto em relação ao aluno quanto em relação aos professores. Seguindo essa perspectiva foi questionado aos professores sobre a utilização de alguma ferramenta para auxiliar na minimização das dificuldades e apenas um professor relatou que utiliza representações como forma de torna o conteúdo mais didático. Isso pode ocorrer muitas vezes por não possuir disponível um material específico como já relatado pelo pesquisador no seguinte trabalho. Por isso há a necessidade de se construir algum material que auxilie no tema ciclo de Born-Haber.

As TIC são ferramentas que podem auxiliar nesse processo, segundo (PEIXOTO, 2012) ao inserir essas mídias como facilitadoras do processo de aprendizagem os professores tornam-se mediadores entre a informação, o aluno e as mídias, desta forma há possibilidade de maior participação dos alunos nas aulas. Entretanto, não se pode dizer que ao envolver os alunos diretamente com as TIC a aprendizagem será visível, como entendemos aprendizagem sendo um processo de construção.

Com isso foi questionado aos participantes, sobre a possibilidade de uma TIC e se auxiliaria no processo de compreensão do tema. Na Figura 3, segunda coluna observa-se as respostas e além disso os participantes sugeriram como poderia ser o funcionamento de uma possível TIC, tendo em vista que se trata de um tema que envolve muitas reações entre átomos e moléculas, como mostra o recorte da resposta do professor **P2**:

**P2** – *Sim. Principalmente se for interativo, ou seja, o estudante puder construir para diferentes compostos avaliando cada passo construído e corrigindo aqueles que estiverem errados.*

Nesta fala observa-se a importância de fazer demonstrações e ilustrações para os processos químicos, no caso específico do tema ciclo de Born-Haber seria muito importante a ilustração animada dos processos.

Essa é uma das possibilidades de utilização de uma TIC que possua etapas explicando o processo de forma dinâmica e interativa, segundo (MASSETO, 2000), o importante, neste processo dinâmico de aprendizagem, que o professor use as TIC, pois essas permitem uma relação dinâmicas entre tradicionais metodologias com as inovadoras que se encontram no cotidiano virtual do aluno. Vejamos as repostas apresentadas pelos alunos **A3<sup>6</sup>** e **A3<sup>8\*</sup>** com relação ao auxílio de uma possível TIC no tema CBH e como estão em concordância com os professores:

**A3<sup>6</sup>** – *Sim! Numa melhor contextualização e abordagens frente a esse tema. Com exemplificações em 3D, um software ou algo desse tipo. Já que o ciclo aborda a as energias envolvidas em determinadas reações.*

**A8<sup>4\*</sup>** – *Sim, se ele exemplificasse e ilustrasse as etapas envolvidas para então formação dos produtos e também relacionasse a questão das energias.*  
(Trecho que não está presente ne Figura 3)

A simulação ser interativa é um dos focos das respostas tanto dos alunos como dos professores, desta forma observa-se a importância da construção desta simulação, o que pode gerar no aluno a curiosidade tornando-o mais ativo no processo de compreensão do qualquer tema. Vejamos a resposta de outro aluno **A5<sup>4</sup>**:

**A5<sup>4</sup>** – *Sim. Possibilitando uma melhor visualização dos efeitos de ganho ou perda de energia e possibilitar que o aluno possa experimentar diferentes compostos.* (Trecho que não está presente ne Figura 3)

Essa facilidade de experimentar outros compostos, outra forma, outros cálculos, pode ocasionar um maior interesse pelo aluno no tema que está sendo estudado, auxiliando o professor nas atividades extraclasse.

Por fim, foi questionado aos participantes como seria a utilização dessa TIC em sala de aula, as repostas encontram-se na terceira coluna da Figura 3 primeira parte. Os professores, **P2** e **P3** apresentaram as seguintes sugestões:

**P2** – *Seriam possíveis diferentes estratégias, tudo dependeria da turma, do planejamento em termos de tempo e conteúdo. Vejo duas possíveis aplicações: de modo demonstrativo, pelo professor, e de modo interativo, onde cada estudante também exercita a construção orientada pelo professor.*

**P3** – *Depende do tipo de software. Uma simulação que pudesse ser usada antes de qualquer aula sobre o assunto, talvez fosse interessante. Um software que pudesse fazer o aluno compreender que as etapas não são independentes seria usado para explicar mesmo o assunto, ou seja, depende do software.*  
(Trecho que não está presente ne Figura 3)

Nesse questionamento final, os participantes deram sugestões de como seria trabalhado a simulação durante as aulas, os professores enfatizaram o cuidado na elaboração de uma simulação, pois ela teria que auxiliar no conteúdo e dependendo da forma em que ela se articula com o conteúdo, pode-se mudar a forma de utilização, deste modo a elaboração tem que ser cuidadosa para não gerar mais dúvidas nos alunos em relação ao tema abordado na simulação.

Os alunos também citaram bastante em sua resposta a possibilidade de ser interativa e o cuidado de como seria aplicada durante as aulas, como relatado nas seguintes respostas dos alunos A4<sup>4</sup> e A6<sup>6</sup>:

*A4<sup>4</sup> – De maneira interativa, em que o próprio aluno fosse construindo um modelo, ou interagindo com a tic que for usada. Pq acredito que assim o aluno aprenderia de maneira significativa.*

*A6<sup>6</sup> – A qualquer momento, depende da influência e abordagem do professor, ele pode ser aplicado antes depois e durante a explicação do assunto, dependendo da preferência do professor. Antes seria como uma introdução da aula, durante seria para uma melhor compreensão do assunto, e depois do assunto seria para exemplificar o assunto e ajudar a fixar a teoria abordada em sala. (Trecho que não está presente ne Figura 3)*

Os alunos mencionam muito sobre ser mais ativo em sua própria aprendizagem e sugerem que um software em forma de simulação poderia ajudar na compreensão do conteúdo químico.

Em suma observou-se as dificuldades, as sugestões de como seria possível construir um software que auxiliasse nas mesma e sugestões para uma abordagem articulada com o conteúdo sendo ela, antes, durante ou depois de lecionar o conteúdo de formação de compostos. Partindo destes conhecimentos prévios em relação ao tema sendo utilizado por uma TIC adequou-se às dificuldades para a construção de uma simulação, que proporcione aos alunos uma visualização melhor sobre o tema ciclo de Born-Haber, que possa ser totalmente interativa e os ajude na compreensão do tema.

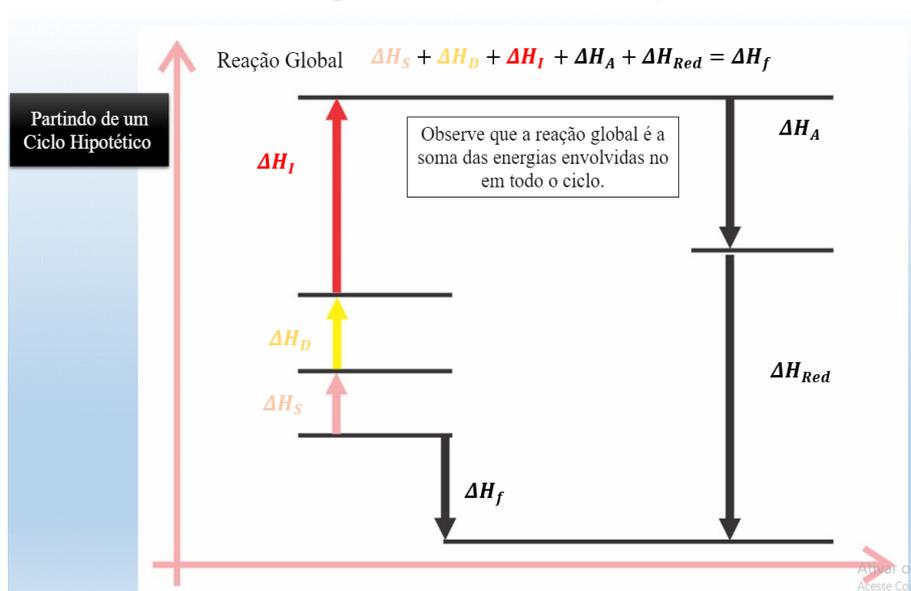
Desta forma observa-se a importância da construção de uma ferramenta que auxilie nessas dificuldades pedagógicas apresentas pelos alunos e que podem ser sanadas com a utilização de ferramentas durante as aulas.

## **4.2 Elaboração da Simulação.**

Tendo em vista nosso objetivo, essa etapa trata-se da elaboração da simulação que se iniciou com os conhecimentos prévios do pesquisador e foi sendo modificada com os dados apresentados pela análise dos questionários.

A elaboração de simulação foi iniciada com a proposta de facilitar nos cálculos de energia de rede, já que ao analisarmos o CBH observamos que a soma de todas as energias envolvidas é igual a energia de formação ( $\Delta H_f$ ) ou seja, ( $\Delta H_S + \Delta H_D + \Delta H_I + \Delta H_A + \Delta H_{Red} = \Delta H_f$ ), os quais representam respectivamente as energias de sublimação, dissociação, ionização, afinidade eletrônica e reticular como está bem representado na Figura 4, que é a primeira tela após iniciar a simulação. Além dos cálculos foi necessário abordar de forma bidimensional (2D), as reações que ocorrem no processo de formação, como em exemplo a formação do cloreto de sódio (NaCl).

**Figura 4 - Início da simulação.**



Fonte: Autoria própria.

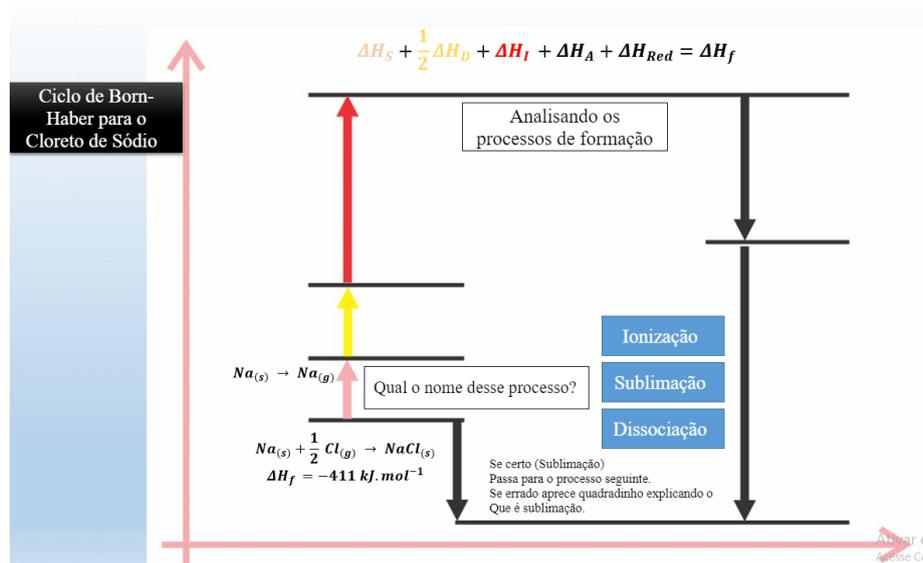
A Figura 4 representa a primeira tela de início da simulação, nessa tela inicial focamos em relatar a relação entre as energias e como estão posicionadas no CBH, a primeira seta preta apontando para baixo com a descrição de ( $\Delta H_f$ ) refere-se a energia de formação e seguindo um sentido horário temos, ( $\Delta H_S$ ) energia de Sublimação, ( $\Delta H_D$ ) energia de dissociação, ( $\Delta H_I$ ) energia de ionização, ( $\Delta H_A$ ) energia de afinidade eletrônica e por último ( $\Delta H_{Red}$ ) a energia de rede que é o ponto principal desse ciclo, já que as outras energias são tabeladas e possíveis de se calcular separadamente, já para calcular a energia de rede é necessário possuir todas essas informações.

Note que na Figura 4, parte superior do ciclo possui uma reação global, ( $\Delta H_S + \Delta H_D + \Delta H_I + \Delta H_A + \Delta H_{Red} = \Delta H_f$ ), que representa a função matemática do ciclo de Born-Haber, por isso podemos calcular a energia de rede através dos dados das outras energias por possuírem uma relação proporcional. Observe também as posições das setas em relação ao eixo cartesiano que indicam que a energia é positiva quando a seta apontar para cima e serão negativas quando

apontar para baixo, além disso essas setas podem relacionar a proporcionalidade numérica das energias com os seus tamanhos.

Em relação a reação global, ela está representada para um ciclo hipotético e quando se aplica a um composto real pode se aplicar valor que representa a porção de energia utilizada de uma molécula como por exemplo a do cloreto de sódio (NaCl), ( $\Delta H_S + \frac{1}{2}\Delta H_D + \Delta H_I + \Delta H_A + \Delta H_{Red} = \Delta H_f$ ), na qual o a energia de dissociação necessitasse apenas metade para formação do composto. Segui a baixo uma tela no meio do desenvolvimento da simulação para o ciclo de formação do cloreto de sódio (NaCl).

**Figura 5** - Pergunta para selecionar a alternativa correta do processo para o clico do NaCl.

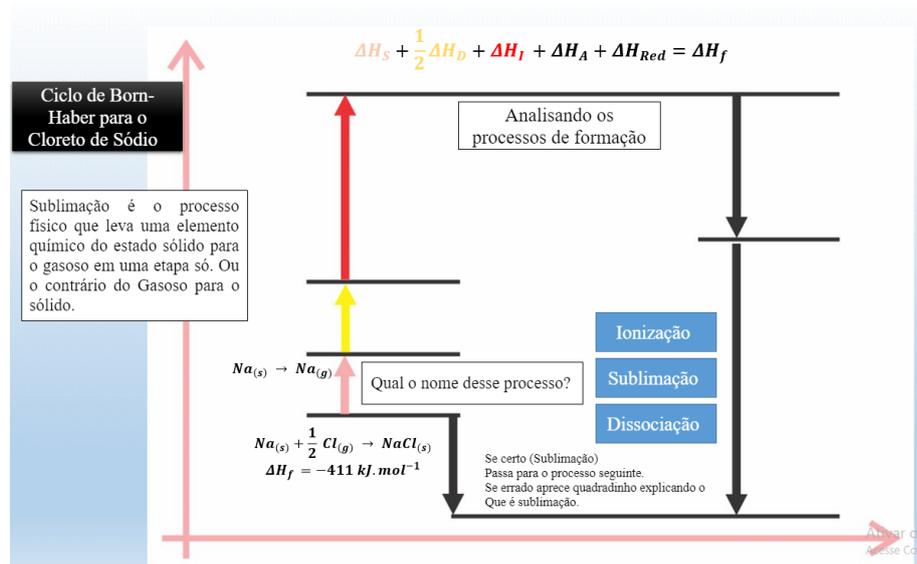


Fonte: Autoria própria.

Nessa tela, Figura 5, após explicar como é o funcionamento do ciclo, inicia-se o ciclo do NaCl, no qual o aluno é questionado sobre qual o tipo de processo químico está ocorrendo, nesse caso estamos na primeira etapa de formação, a sublimação do sódio (Na), já que está mudando de estado físico, de sólido para gasoso.

Todos os dados de químicos referente a energia e as reações são representadas e informadas no desenvolvimento da simulação, para que o aluno acompanhe todo o processo. Caso haja dúvidas os alunos podem retornar ao processo anterior para refazer a etapa e entender o que está sendo representado.

Como forma de avaliar se os alunos conseguem assimilar uma reação a um processo químico, para que o ele passe para a etapa seguinte, tem que selecionar a opção correta do que está acontecendo, caso o aluno selecione a opção errada surgirá na tela um quadro explicando o que ocorre nessa etapa e qual é e o porquê da resposta correta. Observa-se a baixo na Figura 6 um aluno que selecionou uma resposta incorreta e como se apresenta a explicação na tela.



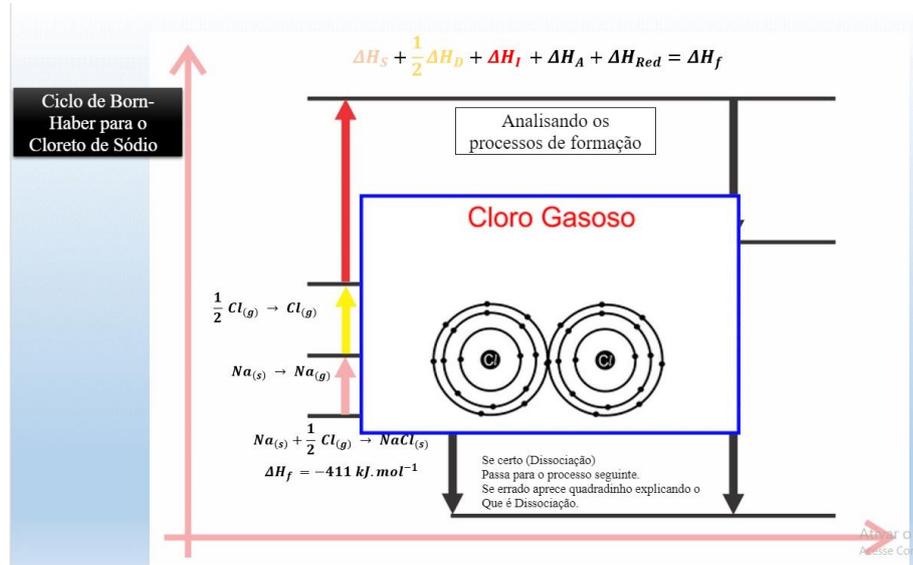
**Figura 6** - Explicação para caso o aluno tenha errado a resposta.

Fonte: Autoria própria.

Observe como se posicionam as informações na Figura 6, o aluno terá três opções para descrever o processo químico que está ocorrendo na etapa. Ao selecionar uma opção incorreta, no caso ainda estamos tratando da primeira etapa do ciclo, sublimação do sódio (Na), a explicação logo surgirá e informação ao aluno que ele errou e qual o processo correto baseado em referências do conceito químico.

Considerando que o aluno acertou a resposta, surgirá na tela uma simulação em 2D de como ocorre essa etapa microscopicamente, que está bem representado nas Figuras 7 e 8:

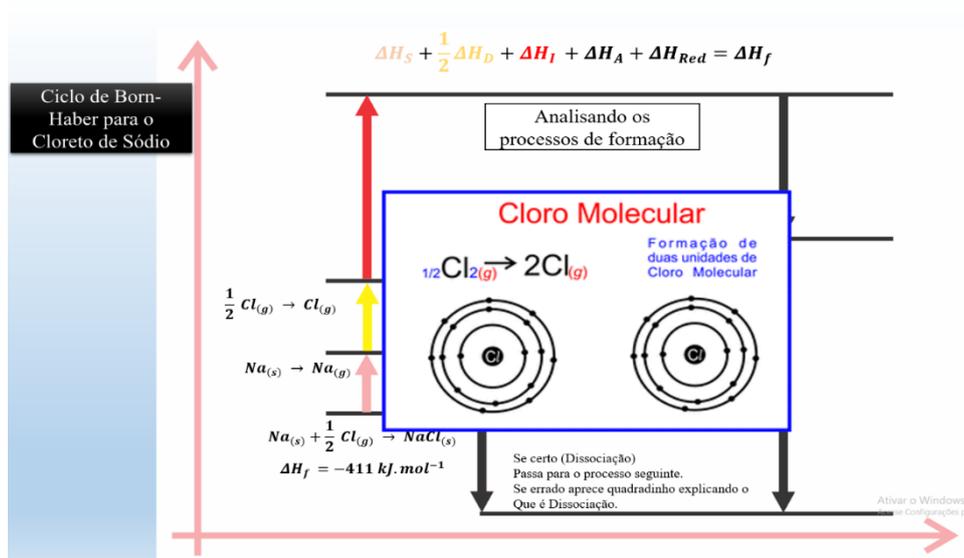
**Figura 7** - Início da simulação da dissociação do cloro.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 7 representa a ação após o aluno responder corretamente o questionamento, nesse caso mudamos de etapa para a de dissociação do cloro ( $Cl_2$ ), assim uma animação surgirá mostrando a reação de dissociação do  $Cl_2$  de forma bidimensional, observe na Figura 7 possui dois átomos de cloro (Cl) ligados entre si. Agora observa-se a Figura 8:

**Figura 8** - Final da simulação da dissociação do cloro.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 8, o  $Cl_2$  se transformou através da dissociação em 2 cloros atômicos, para demonstrar ao aluno o que ocorre microscopicamente na etapa de dissociação do cloro. Essas

simulações ocorrem durante todo o processo de formação do composto, buscando relacionar um processo com o outro e mostrar ao aluno que tudo faz parte de um processo contínuo.

Em uma tela final os alunos podem inserir os dados de energias para poder calcular a energia de rede de um composto, ou até mesmo outras energias que não esteja disponível na literatura, porém o *software* só trabalha com uma variável, desta forma só é possível calcular uma energia por vez.

Observou-se então que o processo de construção da simulação, baseou-se nos conhecimentos prévios apontados pelos alunos e professores, como também nas sugestões de que fosse o mais interativo possível, para que pudesse auxiliar no processo de compreensão do tema ciclo de Born-haber.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, foi possível investigar as dificuldades de compreensão do ciclo de Born-Haber, tanto em relação aos alunos quanto ao que os professores visualizam sobre o aluno, e com base nesses dados das dificuldades e algumas sugestões propostas pelos participantes da pesquisa, foi possível propor uma simulação que pode auxiliar na compreensão do ciclo de Born-Haber.

Analisou-se que essa simulação favorece a visualização dos alunos em relação ao ciclo de Born-Haber além de que pode minimizar as dificuldades relacionadas a compreensão desse tema utilizando essa ferramenta como suporte do professor em sala de aula, notou-se ainda a importância da utilização de uma TIC para auxiliar no ensino de química.

Essa simulação pode ser aplicada em turma de graduação intercalando o conteúdo com a utilização, já que por ser totalmente interativa possibilitar a utilização em qualquer momento da aula ou até mesmo em um momento extraclasse. Temos como perspectiva futura melhorá-la para que seja compatível nos smartphones.

Percebeu-se também as dificuldades da elaboração de uma nova ferramenta, já que durante o processo foi necessário adequar a simulação toda vez que notava-se algo que poderia gerar no aluno uma dificuldade. Por isso que observa-se nas pesquisas, pouco material disponível na literatura sobre esse tema.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P, Princípios de Química – questionando a vida e o meio ambiente, Ed. Bookman, 2001.

BRASIL, Secretaria da Educação. Brasil. ministério da educação e do desporto. Conselho nacional de educação; Mayara, m.; silva, p.; capes, u. e. l.; Cesar, m.; silva, v.; capes, u. e. l.; Rossi, r. a.; falis. a.; almeida, j. j. f. parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Secretaria de educação fundamental, v. 1, n. 15, p. 138, 2010.

BROWN, T L.; H. E.; Bursten, B. E; Burdge, J. R. Química, a ciência central, 9ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARVALHO, L. J.; Guimarães. C. R. P. Tecnologia: um recurso facilitador do ensino de ciências e biologia. Enfope. Vol. 9, n. 1 2016.

CÓRDOVA, S.T.; PERES, J.A. Utilização de recursos áudio visuais na docência de medicina veterinária. Revista Eletrônica Lato Sensu. Vol. 3, n.1, março. 2008.

ESCOLA do futuro. Universidade de São Paulo. Labvirt. 2002. Disponível em: <<http://www.labvirtq.fe.usp.br/institucional.asp?time=10:26:05>>. Acesso em: 03 set. 2018.

JUNIOR, David Pereira Faraum; CIRINO, Marcelo Maia. A Utilização das TIC no Ensino de Química durante a Formação Inicial. Revista Debates em Ensino de Química, v. 2, n. 2, p. 102-113, 2017.

MASETTO, M. T. Mediação pedagógica e o uso da tecnologia. Novas tecnologias e mediação pedagógica. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. *Química e Sociedade*, Vol. 38, p. 104–111, 2016.

PEIXOTO, J. Tecnologias da educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 33, n. 118, p. 253-268. 2012.

QUÍMICA vestibular: Lista termoquímica 26. Disponível em:  
<<http://quimicaestibular.com.br/caderno-bom/lista-de-exercicios-de-termoquimica/>>  
Acesso em 10 jan. 2018.

SIMPÓSIO de educação e informação, 2012, Aracaju. o uso das tics em sala de aula: uma reflexão sobre o seu uso no colégio vinícius de Moraes/são cristóvão. [S.l.: s.n.], 2012. 215-228 p. v. 3. Disponível em: <<http://geces.com.br/simposio/anais/anais-2012/Anais-215-228.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2018.

SILVA I. P.; Silva A. T. M. O tema “experimentos virtuais” nos anais dos eventos brasileiros de ensino de física. *REnCiMa*, Vol.8, n.1, p.137-154, 2017.

TAVARES, R.; SOUSA R. O. O.; CORREIA, A. O., Um estudo sobre a “tic” e o ensino da química. *GEINTEC* 2013. Vol. 3 n. 5 p.155-167

UNIVERSITY of colorado boulder. Grupo Universitário. PhET - simulações interativas em ciências e matemática. Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

VASCONCELOS, C. Objetos de aprendizagem em química e ciências: avaliando potencialidades e desafios. p. 1–10, 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário

- 1) A quanto tempo está na universidade federal de Sergipe? Especificar em períodos ou em anos.
- 2) Caso seja aluno, quais disciplinas já cursou na área de físico-química e inorgânica? Caso seja professor, quais disciplinas já ministrou na área de físico-química e inorgânica?
- 3) Dentre as disciplinas listadas, esse tema foi abordado ou estudado?
- 4) Para o ensino do ciclo de Born-Haber (BH) foi utilizado alguma ferramenta de TIC?
- 5) Quais as dificuldades apresentadas para a compreensão do ciclo de BH?
- 6) Se existisse algum software que tratasse especificamente do ciclo de BH, você acredita que este recurso ajudaria no ensino e/ou na compreensão desse tema? Como?
- 7) Existindo um software para a abordagem desse conteúdo, como ele poderia ser utilizado durante a aula? (Para o Professor especificar em qual momento da aula seria aplicado).

Link para o questionário online: [https://docs.google.com/forms/d/1ARvO7nNQxw-HgP7zq9IE1F5x9ZIGwL\\_7Yckfjb2JMpI/edit](https://docs.google.com/forms/d/1ARvO7nNQxw-HgP7zq9IE1F5x9ZIGwL_7Yckfjb2JMpI/edit)