

## Atividade Interativa de Saltos Quânticos

Ana Maria Coulon Grisa\* (PQ), Maria Alice Reis Pacheco (PQ), Helena Libardi (PQ), Valquiria Villas-Boas (PQ), Juliana Brunetto (IC)

Departamento de Física e Química, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de Caxias do Sul  
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130, CEP 95070-560, Caxias do Sul – RS

\* [AMCGrisa@ucs.br](mailto:AMCGrisa@ucs.br)

Palavras Chave: a) Ensino b) Interdisciplinaridade

### Introdução

Uma atividade sobre “Saltos Quânticos” foi desenvolvida dentro de um projeto maior, *Ambientes de aprendizagem interativos e interdisciplinares: ciências de todos*, que tem como objetivo dar oportunidade aos professores de ensino médio e profissionalizante de ciências, de experimentar diferentes condições de ensino-aprendizagem, através do desenvolvimento de novas metodologias, utilizando uma abordagem interdisciplinar, experimental e recursos da informática.

Neste projeto, temas significativos, dentro das propostas dos parâmetros curriculares nacionais, são desenvolvidos confrontando as dúvidas, formas de percepção, experiências do dia-a-dia, envolvendo a área das Ciências da Natureza e suas tecnologias, em ambientes de aprendizagem utilizando experimentos e inovações científicas.

O engajamento de bolsistas de iniciação científica e trabalho, vinculados aos cursos de licenciatura, ajuda a formar pessoal com experiência na área de ensino de ciências, servindo não apenas como capacitador profissional, mas também como uma ferramenta de ensino em diversas disciplinas.

Dentro do caráter interdisciplinar, participam deste projeto professores dos departamentos de Física e Química, de Matemática e Estatística, de Ciências Biológicas e de Informática, juntamente com o Museu da Universidade de Caxias do Sul e das escolas co-executoras, o Centro Tecnológico Universidade de Caxias do Sul e a Escola Estadual Técnica Caxias do Sul.

Nos ambientes de aprendizagem interativos e interdisciplinares, os discentes interagem com materiais lúdicos, objetos potencialmente significativos, geradores de discussões em nível teórico prático e interdisciplinar.

Aprender a aprender, criar, empreender e gerenciar informações são algumas das habilidades almejadas na formação de cidadãos capazes de

produzir resultados de valor para a sociedade contemporânea.

As situações de aprendizagem devem ser caracterizadas pelo seu significado e funcionalidade de maneira que cada estudante possa aprender a

aprender, e seja capaz de realizar aprendizagens significativas por si só, numa ampla gama de situações e circunstâncias <sup>[1]</sup>.

As propostas devem garantir a aprendizagem como um processo de construção e reconstrução de habilidades, atitudes, valores e formas de expressão em um contexto de interação <sup>[2]</sup>.

O enfoque *interdisciplinar* reúne estudos complementares de diversos especialistas em um contexto de estudo de âmbito mais coletivo. O trabalho em conjunto implica no compromisso de elaboração de um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato são modificadas e passam a depender claramente umas das outras. Aqui, se estabelece uma interação entre duas ou mais disciplinas, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, conseqüentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, modificação de conceitos, de terminologias fundamentais <sup>[3]</sup>.

Para este trabalho escolhemos como área de atuação a mecânica quântica, onde os alunos apresentam dificuldades em estabelecer relações entre a química quântica e os fenômenos da vida cotidiana, por se tratarem de conceitos complexos e difíceis de visualizar, principalmente por serem trabalhados apenas nas dimensões verbais e textuais <sup>[4]</sup>.

Dentro desta perspectiva foi elaborada e aplicada a atividade interdisciplinar relacionada com a ciência dos saltos quânticos. Esta atividade foi elaborada tendo como base a metodologia de aprendizagem ativa. A aprendizagem ativa é uma metodologia de ensino, diferente da metodologia tradicional que prega que cada indivíduo constrói

ativamente seus conhecimentos através de suas interações com pessoas e objetos, de acordo com suas possibilidades e interesses. Quando este indivíduo é levado a descobrir fenômenos e conceitos por si mesmo e em seguida conduzido a fazer uma ligação entre suas descobertas e seus conhecimentos prévios do mundo que o rodeia, o conhecimento adquirido se solidifica muito mais facilmente do que quando a informação é passada ao indivíduo passivo [5, 6]. Neste trabalho, vamos descrever a experiência propriamente dita e relatar alguns resultados obtidos com a aplicação da mesma.

## Descrição da atividade

As atividades desenvolvidas para o estudo da ciência dos saltos quânticos têm como objetivo que o aluno, no aprender fazendo e comprovando, estabeleça relações e fundamente a teoria sobre saltos quânticos. O kit elaborado, que contém o material necessário para o desenvolvimento da atividade proposta é apresentado na Figura 1. Este material fica à disposição das escolas da rede de ensino, bem como para os cursos de graduação, para empréstimo.

As atividades propostas, além de explorarem o aspecto dos saltos quânticos, também estabelecem relações com outras áreas do conhecimento, fortalecendo a interdisciplinaridade da atividade.



**Figura 1.** Kit elaborado para a atividade interativa sobre saltos quânticos

Foram desenvolvidos 2 conjuntos de kits. Cada um deles contém 3 potes com sais de metais,

5 colheres, 1 vidro de conta-gotas contendo álcool, 1 caixa de fósforo e 6 espectros com a frequência das radiações luminosas do espectro eletromagnético solar.

Esta atividade foi aplicada a três turmas do primeiro ano do ensino médio das escolas co-executoras, dentro da sala de aula, com os alunos separados em grupos. A relação dos procedimentos das atividades a serem realizadas, juntamente como o material necessário, foi entregue a cada grupo.

A proposta de atividade a ser desenvolvida pelo grupo de alunos para a *Ciência dos Saltos Quânticos* é descrita a seguir.

A primeira parte do experimento considera a química dos saltos quânticos. Nesta primeira parte, o primeiro passo na realização do experimento consiste na familiarização com o material a ser utilizado. É solicitado aos alunos que observem e anotem os materiais e reagentes que compõem o kit.

### I. A Química dos saltos quânticos

Após a familiarização com o material a ser utilizado, os alunos executam o experimento.

É importante salientar aos alunos que tenham cuidado ao realizar as etapas do experimento, principalmente lembrando que estão trabalhando com material inflamável.

Cada grupo fará as observações, sobre o tema saltos quânticos, com substâncias de três sais de elementos químicos diferentes separadamente e após combinação das substâncias.

Para que não ocorra contaminação de uma substância com outra, as colheres, espátulas e substâncias utilizadas são numeradas.

No desenvolvimento do procedimento, solicita-se aos alunos que coloquem, com o auxílio da espátula de plástico nº 1, duas porções da substância nº 1 na colher de metal nº 1, adicionando a seguir duas gotas de álcool sobre a substância contida na colher de metal. A seguir, os alunos devem realizar a combustão do sal, devem observar e anotar o que ocorre. Repete-se o mesmo procedimento com a substância nº 2 e 3.

Na sequência, com o auxílio das espátulas de plástico nº 1 e nº 2, os alunos adicionam uma porção da substância nº 1 e uma porção da substância nº 2 na colher de metal nº 4. É solicitado aos alunos que adicionem duas gotas de álcool sobre as substâncias contidas na colher de metal, que realizem a combustão, observem e anotem o que ocorre.

Numa última etapa do experimento, solicita-se aos alunos que, com o auxílio das espátulas de plástico nº 1, nº 2 e nº 3, adicionem uma porção da

substância nº 1, uma porção da substância nº 2 e uma porção da substância nº 3 na colher de metal nº 5. Novamente devem adicionar duas gotas de álcool sobre as substâncias contidas na colher de metal, realizar a combustão, observar e anotar o que ocorre.

Nesta última etapa pede-se para que justifiquem o porque dos cuidados em não misturar as colheres.

Para cada etapa, com substâncias de sais de elementos diferentes, observa-se que a coloração da chama é diferente, como podemos visualizar na Figura 2.



**Figura 2.** Cores das chamas de diversas substâncias em combustão

Na Tabela 1, os alunos efetuam o registro de suas observações.

**Tabela 1.** Resultados experimentais

Substância	Cor observada	Elemento Químico	?	?
1				
2				
3				
1+ 2				
1+ 2 +3				

A Tabela 2 apresenta as cores emitidas pelos elementos sob ação de uma fonte de energia. Com o auxílio da Tabela 2 os alunos são desafiados a determinar o elemento contido nas substâncias presentes nos recipientes nº 1, 2 e 3 preenchendo a coluna referente ao elemento químico na Tabela 1.

**Tabela 2.** Tabela de cores emitidas pelos diferentes elementos sob ação de uma fonte de energia.

Elemento	Cor
Lítio	Vermelho carmim
Sódio	Amarelo
Potássio	Violeta
Cálcio	Laranja
Estrôncio	Vermelho
Bário	Verde
Cobre	Azul
Chumbo	Azul-claro

## II. A Física dos saltos Quânticos

A segunda parte do experimento considera a física dos saltos quânticos. Nesta segunda parte, o primeiro passo na realização do experimento consiste na apresentação do espectro eletromagnético aos alunos, com a região do visível destacada, contendo comprimentos de onda da luz visível de 250 a 800 nm, para as principais cores. Os alunos são levados a consultar o espectro eletromagnético, a fim de constatar quais as cores obtidas no experimento que estão presentes no espectro eletromagnético. A seguir, os alunos realizam a observação da relação cor/comprimento de onda no espectro eletromagnético, preenchendo na Tabela 1 a coluna referente ao comprimento de onda das cores observadas.

## III. A matemática envolvida no estudo dos saltos quânticos

A terceira parte do experimento considera a matemática envolvida no estudo dos saltos quânticos. Ao realizarem a observação do espectro eletromagnético, desde os raios cósmicos até infravermelho, os alunos podem observar que as unidades de frequência ( $\nu$ ) destas radiações estão expressas em hertz (Hz). As unidades dos comprimentos de onda (?) relativos a cada cor que compõe a luz visível estão expressas em nanômetros (nm).

Nesta etapa, os alunos, orientados por seus professores, realizam uma análise do espectro eletromagnético, com relação às energias de cada radiação, quanto às unidades de medida e às conversões das unidades de ? e  $\nu$ .

Com base nesta análise, o aluno deverá completar a Tabela 1 preenchendo os valores das frequências das cores emitidas pelos elementos contidos neste experimento.

## IV. Formalizando o aprendizado sobre saltos quânticos

Através de observações cuidadosas de fenômenos físicos e químicos, cientistas desenvolvem modelos ou teorias para explicar suas observações. Estes modelos também podem ser usados para prever um comportamento físico ou químico. A partir das observações das atividades propostas, os alunos são levados a responder às seguintes questões:

1. Baseado nos modelos atômicos existentes, qual identifica a emissão de cores das diversas substâncias estudadas?
2. O que estas cores têm a ver com os saltos quânticos?
3. Ampliando um pouco mais o seu conhecimento sobre saltos quânticos tente relacionar este fenômeno que ocorre a nível atômico com fenômenos conhecidos da natureza e do seu dia-a-dia. Uma dica: "Você já observou um vaga-lume?" Você saberia explicar um fato semelhante que ocorre na natureza? Qual?

Fenômenos do dia a dia envolvendo cores, e os fenômenos de bioluminescências nos animais de hábitos noturnos são levantados, levando os alunos a buscar explicações. O aluno é levado a questionar suas dúvidas e encorajado a buscar novos conhecimentos, tanto na biblioteca quanto na internet.

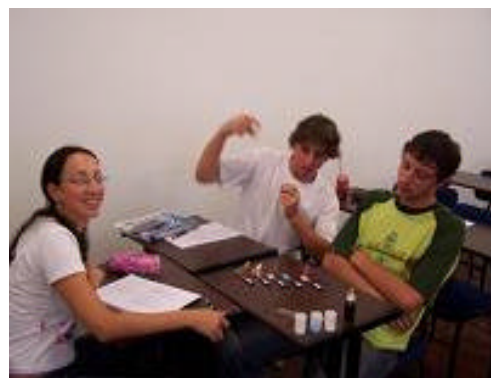
## Resultados e Discussão

Esta atividade foi desenvolvida em duas escolas de ensino médio: a Escola Estadual de Ensino Médio Danton Corrêa da Silva na cidade de Canela, e o Centro Tecnológico Universidade de Caxias do Sul (CETEC) na cidade de Caxias do Sul. As duas escolas, nas quais foi aplicada a nova metodologia, apresentam realidades bastante diferentes no que diz respeito aos ambientes de aprendizagem e aos recursos tecnológicos disponíveis. A população do CETEC está em constante contato com diferentes tecnologias tanto na escola quanto em casa, enquanto que a da EEEM Danton Corrêa da Silva o contato é bem menor. Estes dados referentes ao contato com diferentes tecnologias foram levantados através de um questionário que avaliou:

- (i) o uso e a posse de computadores;
- (ii) o acesso à internet;
- (iii) a comunicação via: celular, torpedos, MSN, chat rooms;
- (iv) a prática com jogos eletrônicos (PS2, X-Box, World of Craft, Tibia, festas em Lan Houses; etc...)

Na EEEM Danton Corrêa da Silva, a atividade foi aplicada em uma turma, de 20 alunos, de primeiro ano do ensino médio. O kit foi apresentado para os alunos, que foram dispostos em grupos a fim de realizar as tarefas propostas. Ao realizarem as atividades, o entusiasmo demonstrado pelos alunos era evidente. Os alunos questionaram se poderiam experimentar outras atividades além das propostas e mostraram interesse em desenvolver outros trabalhos semelhantes.

No CETEC, a atividade foi aplicada em duas turmas de primeiro ano do ensino médio, com respectivamente 38 e 29 alunos. Os alunos foram distribuídos em grupos, em seguida foi realizada a apresentação do kit para a visualização e manuseio dos materiais contidos no kit e realização das atividades. A proposta de metodologia aplicada foi bem aceita pelos alunos, o que ficou evidente a partir da observação do entusiasmo dos alunos no desenvolvimento das atividades. No desenvolvimento do experimento houve questionamentos sobre a possibilidade de realização de outras atividades que não constam no procedimento, evidenciando a investigação científica pelo desconhecido e a busca de novos conhecimentos. Os alunos mostraram também pré-disposição para a realização de novas atividades. Entretanto, nas turmas com 38 alunos, constatamos que para um melhor aproveitamento, as turmas deveriam ser divididas em grupos com um número menor de participantes, embora tenhamos observado que, na turma com maior número de alunos, a participação e responsabilidade dos alunos



no desenvolvimento das atividades eram maiores.

Na Figura 3 podemos observar um grupo de alunos CETEC realizando o experimento.

**Figura 3.** Alunos desenvolvendo atividade sobre saltos quânticos

## Conclusões



Ao compararmos o desempenho das turmas em relação ao perfil do aluno, avaliado através do questionário descrito anteriormente, observamos que os alunos da escola com menor contato com as atuais tecnologias mostraram um aproveitamento tão bom quanto o da de maior contato.

Dentro deste universo de alunos de ensino médio estudado, observamos que uma grande parte dos alunos se mostrou bastante receptiva à nova dinâmica desenvolvida em sala de aula e julgou este tipo de atividade, baseada na aprendizagem ativa, mais eficiente do que as atividades tradicionais (lousa, giz e discurso). Também uma grande fração declarou que gostaria de vivenciar mais atividades deste tipo. Contudo, ainda existem alunos despreparados para este tipo de atividade. Este despreparo é um reflexo da falta de atividades que levam o aluno a se envolver mais ativamente no processo de ensino-aprendizagem.

A aplicação de atividades baseadas na aprendizagem ativa nestes dois universos distintos revelou principalmente que não importam as condições do ambiente de aprendizagem, mas sim a metodologia adotada. Em ambas as escolas, estas atividades tornaram o ambiente da sala de aula menos formal, ou seja, os alunos se sentiram mais à vontade, mais confiantes, mais participativos e inquisitivos. Os alunos ficaram mais satisfeitos à medida que entenderam o porquê estavam aprendendo aquele determinado conteúdo e qual era a sua utilidade.

## Agradecimentos

À FINEP, UCS, Centro Tecnológico Universidade de Caxias do Sul e EEEM Danton Corrêa da Silva.

## Referências

<sup>1</sup> Cool, C. *Cuadernos de Pedagogia*, 139, (6), 12-6.

<sup>2</sup> Nolasco, M. R.; Modarelli, M. C. *Revista Iberoamericana de Educacion*, 2006, 38/1.

<sup>3</sup> Santomé, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade – O Currículo integrado* Editora Artmed Porto Alegre, 1998.

<sup>4</sup> Arroio, A.; Honório, K. M.; Weber, K. C.; Mello, P.; Silva, A. B. F. *Quím. Nova*, 2005, 28 (2).

<sup>5</sup> McGrew, R.; Saul, J.; Teague, C. *Instructor's manual to accompany Physics for Scientists and Engineers 5<sup>th</sup> edition*, Serway & Beichner, 2000.

<sup>6</sup> Villas-Boas, V.; Balen, O.; Libardi, H.; Mossmann, V. L. F. *Introducing Active Learning Activities in an Introductory Physics Course at the Universidade de Caxias do Sul*, in: E. Graaf; G. N. Saunders-Smits; M. R. Nieweg, (Ed) *Research and Practice of active learning in engineering education*, Amsterdam University Press, 2005, chap. 12, 101-106.