



# PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR MEIO DO ENSINO DE QUIMIOMETRIA

## **METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE DEVELOPMENT OF SKILLS IN PROBLEM SOLVING THROUGH CHEMOMETRICS TEACHING**

**Raíza Rosa G. Guerra**

raizarosagg@gmail.com

*Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes – campus Vila Velha*

**Juliano Souza Ribeiro**

julianoribeiro@ifes.edu.br

*Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes – campus Vila Velha*

**Michele Waltz Comarú**

mcomaru@ifes.edu.br

*Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática – EDUCIMAT – Ifes - CEFOR*

### RESUMO

Num mundo onde cada vez mais somos bombardeados com muitas informações, a capacidade de lidar com múltiplos dados, aprender a selecioná-los e a utilizá-los de maneira adequada por vezes é tão ou mais importante do que o conhecimento de como gerar esses dados. É assim também com os instrumentos de análise química, que geram grande quantidade de dados. A quimiometria representa uma ferramenta importante para interpretação de dados. Todavia, a disciplina Quimiometria não está presente no currículo de cursos superiores de química (licenciatura e bacharelado). Este trabalho visou investigar a contribuição que os conhecimentos de quimiometria trazem para alunos de graduação em química na resolução de problemas. Dois grupos de alunos resolveram uma atividade-problema que exigia lógica e visão multivariada para interpretação de dados. Um grupo formado por alunos com conhecimento de quimiometria apresentou habilidades específicas facilitadoras, capacidade de seleção e escolhas. Ambos os grupos conseguiram negociar argumentos e trabalhar em grupo, mas os conhecimentos em quimiometria permitiram melhor resultado quanto aos acertos e caminhos percorridos. Dessa forma, conclui-se que a quimiometria funciona como ferramenta importante para se ter melhor dimensão de análise geral de dados em situações em que esses sejam numerosos e confusos. Também se defende que o uso das metodologias ativas promove mais autonomia para os futuros professores. Os resultados obtidos apontaram que esse conhecimento pode contribuir na formação dos estudantes de licenciatura em Química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Quimiometria, Ensino de Química, Aprendizagem baseada em problemas, Formação de professores.

**ABSTRACT**

*In a world where we are increasingly bombarded with a lot of information, the ability to deal with multiple data, learn to select and use them appropriately is sometimes as important as knowing how to generate such data. This is also the case with chemical analysis tools, which generate a large amount of data. Chemometrics represents an important tool for data interpretation. However, the Chemometrics discipline is not included in the curriculum of higher Chemistry courses (undergraduate and baccalaureate). This work aimed to investigate the contribution of chemometrics to undergraduate Chemistry students in solving problems. Two groups of students solved a problem activity that required multivariate logic and vision for data interpretation. A group of students with knowledge of chemometrics had specific facilitating skills, selection skills and the ability to select and make choices. Both groups were able to negotiate arguments and work in groups, but the chemometrics knowledge allowed a better result in terms of the correct answers and paths. Thus, it is concluded that chemometrics serves as an important tool to have a better dimension of general data analysis in situations where these are numerous and confusing. It is also argued that the use of active methodologies promotes more autonomy for future teachers. The results obtained indicated that this knowledge can contribute to the training of undergraduate students in Chemistry.*

**KEYWORDS:** *Chemometrics, Chemistry Education, Problem-based learning, Teacher training.*

**INTRODUÇÃO**

Os avanços tecnológicos e o surgimento de computadores possibilitaram o desenvolvimento de softwares capazes de realizarem cálculos matemáticos e estatísticos complexos e extensos. Concomitante a isso, a sofisticação de equipamentos analíticos e, conseqüentemente, a crescente geração de dados propulsionaram a quimiometria no mundo (BARROS NETO et al., 2006; BRUNS, 1985). Para Bruns (1985) "a quimiometria é a parte da química que utiliza métodos matemáticos e estatísticos para: a) definir ou selecionar as condições ótimas de medidas de experiências; e b) permitir a obtenção do máximo de informações a partir da análise de dados químicos".

Mesmo com o crescente avanço e utilização da quimiometria como uma importante ferramenta na Química, as instituições de Ensino Superior têm-se demonstrado tímidas no que diz respeito ao ensino de quimiometria para alunos de graduação (GUIZELLIN et al., 2012; MACEDO GUEDES et al., 2013).

Segundo Ferreira et al. (1999), a quimiometria já é uma área científica suficientemente estabelecida e de uso disseminado para que se justifique sua introdução em cursos regulares de Química. As Diretrizes Curriculares para os Cursos Superiores em Química de 2001 permitem a flexibilidade na organização dos currículos por instituições de ensino superior, e apresentam recomendações para a abordagem de quimiometria nos cursos de graduação em Química (GUIZELLIN et al., 2012).

Uma pesquisa realizada com os cursos de graduação em Química de 71 Instituições de Ensino Superior (IES) investigou reflexos da presença da quimiometria na organização curricular dos cursos de graduação em Química no Brasil (GUIZELLIN et al., 2012). Segundo esse estudo, em 35 IES, os cursos não têm disciplina específica de quimiometria. Em 24 IES, aparece uma disciplina específica de quimiometria, sendo que em 12 delas trata-se de uma disciplina eletiva e em outras 12 é uma disciplina obrigatória. Dos cursos onde a disciplina é

obrigatória, apenas metade traz ementa destacando métodos quimiométricos, nas demais a disciplina envolve estatística em geral.

Segundo Bruns (1985), a Química Analítica é área da química mais interessada nos conhecimentos de quimiometria; no entanto, a Química Orgânica e Inorgânica também se utilizam desta ferramenta. Sendo assim, a quimiometria possui vasta utilização e aplicação na Química, podendo ser utilizada como uma ferramenta para o ensino dessas disciplinas.

No entanto, não são somente os alunos de Química que podem se beneficiar do conhecimento das ferramentas quimiométricas. Num mundo onde estamos todos, a todo momento, sendo simultaneamente e constantemente bombardeados com múltiplas e inúmeras informações, provenientes de diversas fontes, por vezes não nos damos conta da importância de se conhecer ferramentas mentais que nos ajudem a filtrar, selecionar, agrupar e analisar informações. Moran (2011) aponta que ter acesso a múltiplas janelas nos permite mapear melhor o que está acontecendo. Depois, é fundamental filtrar, escolher o que focar e o que descartar. O autor ainda nos aponta que o passo seguinte é entender, analisar, refletir, compreender, contextualizar, introjetar, comunicar (dizer ao outro o que compreendemos) e aplicar (fazer algum uso do que aprendemos, seja um uso teórico ou prático) (MORAN, 2011).

Sendo assim, alunos do curso de licenciatura em Química podem se beneficiar do estudo de quimiometria, não somente com abordagem relacionada à química analítica ou estatística, mas também como uma estratégia para compreenderem a importância de realizar essas mesmas análises no campo teórico ou no cotidiano da sua prática e na sua própria vida.

A metodologia de resolução de problemas se apresenta nesse cenário como uma possibilidade de apresentar aos alunos as situações que necessitam das análises de forma mais atraente, instigante e contextualizada. Tanto Pierini et al. (2015) quanto Sá e Queiroz (2010) concordam que a aprendizagem baseada em casos investigativos (e suas variações) é uma estratégia pedagógica que enfatiza o aprendizado autodirigido, centrado no estudante, tornando-o responsável por seu aprendizado. Nessas metodologias, os alunos aprendem por meio da resolução de cenários investigativos ou situações-problema, atuando em grupos colaborativos e com a ação do professor como um orientador do processo de aprendizagem. Ao se defrontarem com uma situação-problema, os alunos são desafiados a formularem três questões primordiais: O que nós já sabemos sobre o problema apresentado? O que nós precisamos saber? De que forma podemos encontrar as informações necessárias? Nesse contexto, ocorrem os chamados ciclos de aprendizagem que, no presente trabalho, se convertem no alvo da nossa investigação.

Diante dessa perspectiva, no presente estudo buscou-se investigar como os conhecimentos de quimiometria podem auxiliar alunos do curso de licenciatura em Química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) do *campus* Vila Velha na resolução de problemas que requerem raciocínio lógico e veloz e visão multivariada para interpretação de dados.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa, segundo Kauark et. al. (2010), tem caráter qualitativo e exploratório, e é classificada quanto aos seus procedimentos como do tipo empírica. Trata-se de uma pesquisa de campo realizada no *campus* Vila Velha do Ifes. Foi realizado estudo exploratório sobre o desenvolvimento de habilidades e competências desenvolvidas por alunos de licenciatura em Química por meio da resolução de uma atividade problema por dois grupos distintos de alunos voluntários. Os alunos pertenciam a mesma turma e foram convidados a realizar a atividade no contraturno. Um grupo (Grupo B – n=4) caracterizado por alunos que não possuem

conhecimento de quimiometria, já o outro grupo (Grupo A – n=4) diferencia-se pelos conhecimentos de quimiometria adquiridos por meio de um minicurso (de carga horária de 20hs) exclusivamente ofertado para esses alunos voluntários. Como critério de inclusão, foi estabelecido que os membros do grupo B nunca deveriam ter realizado nenhuma capacitação na área de quimiometria.

A atividade-problema utilizada foi fundamentada no artigo de Kowalski, Schatzki e Stross (1972), "*Classification of Archaeological Artifacts by Applying Pattern Recognition to Trace Element Data*". Também foi fornecida tabela\* com dados para análise que foram retirados do próprio software de quimiometria utilizado nesta pesquisa, Pirouette®, com o cuidado de apresentar as informações necessárias à execução da tarefa. Na seleção deste problema, a possibilidade de resolução, mesmo sem os conhecimentos de quimiometria, foi um critério importante a ser considerado.

A atividade problema é apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1:** Situação problema apresentada aos dois grupos de alunos que participaram voluntariamente da pesquisa.

"Um museu de artefatos Arqueológicos dos Estados Unidos recebeu 67 artefatos históricos feitos de obsidiana encontrados na região da Califórnia. A informação que eles receberam foi que os artefatos pertenceram aos índios que habitaram nesta região, e que no Estado da Califórnia há quatro lugares em que se pode encontrar fontes de obsidiana, sendo eles na Contra Costa, San Mateo, Napa e nos condados de Mendocino. Para descobrir a origem exata de cada artefato, foi solicitada uma análise química dos metais presentes na composição dos artefatos. A técnica utilizada foi Fluorescência de Raios-X, e os elementos medidos foram Fe, Ti, Ba, Ca, K, Mn, Rb, Sr, Ir, e Zr. As concentrações variaram desde 40 até 1000 mg L<sup>-1</sup> (dados fornecidos na tabela\* em anexo). Ao determinar a origem do artefato de obsidiana, é razoável supor que a composição elementar do artefato é semelhante à composição elementar de obsidiana encontrada no depósito de origem. Com isso, vocês formam a Equipe de Químicos responsável pela análise dos dados fornecidos, e devem orientar o Museu acerca da origem de cada um dos artefatos de obsidiana. Os dados fornecidos pelo equipamento estão disponíveis na forma de documento digital no seu computador, e as ferramentas disponíveis para sua utilização são: computador, calculadora, Softwares disponíveis no computador (Excel, Word, Pirouette®, etc.), impressora e folhas de rascunho."

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do artigo de Kowalski, Schatzki e Stross (1972) "*Classification of Archaeological Artifacts by Applying Pattern Recognition to Trace Element Data*"

Os grupos seriam os responsáveis por definirem as classes a partir das semelhanças e diferenças das amostras, a partir da concentração dos metais (variáveis) e distribuí-las em quatro grupos (A, B, C e D) referentes aos lugares de origem (COVA e FIRMINO, 2011) e preencher uma folha de resposta com as conclusões às quais chegaram.

A mesma situação problema foi entregue para cada um dos grupos em momentos separados (a atividade foi realizada numa tarde, e assim que o primeiro grupo concluiu e saiu da sala, o outro grupo entrou e começou). Todos os participantes estavam cientes dos objetivos da atividade. Foram disponibilizadas as seguintes ferramentas para os alunos: computador, software de quimiometria (Pirouette®), calculadoras, folha de resposta e folhas de papel em branco numeradas para utilização como rascunho (que foram recolhidas após o fim da atividade). Não houve limite de tempo pré-estabelecido para que a variável *tempo* não interferisse no resultado de observação, porém o tempo foi cronometrado. Os registros consistiram em: filmagem digital do monitor do computador, as folhas de rascunho recolhidas, cronometragem e as fichas de respostas entregues ao final da atividade. Também foi feito um diário de observação durante a atividade.

A partir do registro de gravação em vídeo do monitor do computador e dos rascunhos realizados no papel buscou-se identificar o percurso metodológico traçado pelos alunos. A partir da ficha de resposta foram determinados os índices de acertos.

Os alunos que participaram da pesquisa assim o fizeram de forma voluntária e preencheram o termo de consentimento livre e esclarecido, tomando ciência de que não teriam nenhum tipo de prejuízo e nem seriam identificados.

## RESULTADOS

A análise da filmagem da tela do computador, dos rascunhos entregues e do diário de observação nos permitiu traçar os caminhos, as opções realizadas por cada grupo para a resolução do problema. A Figura 1 apresenta os caminhos que o grupo com conhecimentos de quimiometria (Grupo A) traçou até chegar à resposta final.



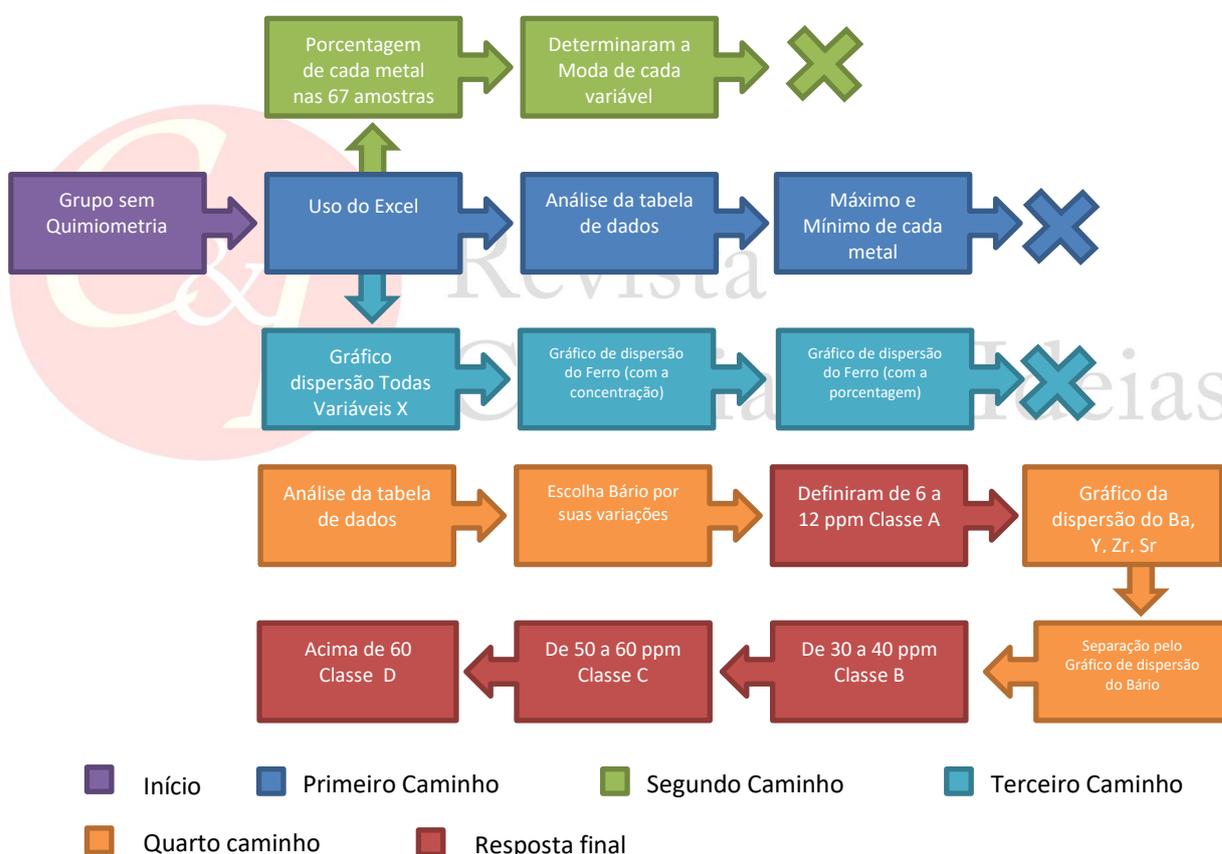
**Figura 1:** Percurso metodológico do Grupo com conhecimento de Quimiometria (Grupo A) para resolver a tabela de respostas da atividade-problema.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A etapa em azul indica o primeiro caminho lógico realizado pelo grupo. O primeiro passo dos alunos foi utilizar o software de quimiometria, e em seguida analisaram o gráfico de correlações entre as variáveis sem realizar nenhum tipo de tratamento de dados. Os alunos produziram a primeira PCA (ou ACP, em português, Análise por Componentes Principais)

utilizando como pré-tratamento dos dados o autoescalonamento. Após a análise das representações gráficas das amostras (gráfico de *scores*) e das variáveis (gráfico de *loadings*), os alunos excluíram amostras ao invés de interpretar os pesos das variáveis no gráfico dos pesos. Este procedimento se repetiu por três vezes: os alunos excluíam amostras e criaram novas PCAs, como está indicado no fluxograma. Em seguida, recomeçaram a partir da primeira PCA, etapa indicada pela cor verde. Analisaram os gráficos em duas dimensões das amostras e das variáveis e preencheram a ficha de respostas com a informação da PCA1.

A Figura 2 apresenta o percurso metodológico do grupo sem os conhecimentos de quimiometria (Grupo B) que, inicialmente, analisou os dados da tabela e observou as variações na concentração dos metais e nas unidades de concentração. Eles encontraram os valores máximos e mínimos de concentração de cada variável (etapa indicada em azul), mas perceberam que o método não os ajudaria a agrupar as amostras por suas semelhanças e diferenças e desistiram desta etapa. Após discussões, resolveram calcular a porcentagem de cada metal nas 67 amostras e, assim, tentar encontrar alguma semelhança entre elas. Também calcularam a moda desses valores, mas como não conseguiram encontrar semelhanças desistiram desta segunda etapa (indicada pela cor verde).



**Figura 2:** Percurso metodológico do Grupo sem conhecimento de Quimiometria (Grupo B) para resolver a tabela de respostas da atividade-problema.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O terceiro caminho consistiu em construir gráficos de dispersão no Microsoft Excel® (etapa indicada em azul claro). Primeiramente, construíram um gráfico de dispersão de todos os dados Variáveis *vs* Amostras. Logo após, escolheram a variável Ferro (Fe) para produzirem

um outro gráfico de dispersão específico, referente às concentrações em função das amostras, utilizando os dados da concentração em  $\text{mg L}^{-1}$  e também os dados da concentração em porcentagem. Por não conseguirem retirar informações dos gráficos para separação das amostras, eles desistiram deste caminho. O último caminho adotado pelo grupo foi analisar, observando os valores da tabela, o metal que mais apresentava variações em suas concentrações. O grupo classificou o Bário (Ba) como um metal com variações consideráveis para a separação das amostras.

As análises dos fluxogramas mostraram que o grupo A resolveu o preenchimento da tabela da folha de resposta com apenas duas etapas. No primeiro caminho o grupo apresentou um erro na interpretação dos gráficos dos scores e loadings, confundiram o comando do software e excluíram as amostras ao invés das variáveis. Após perceberem o equívoco, voltaram atrás. No entanto, pode-se observar que no segundo caminho lógico traçado pelo grupo (indicado pela cor verde) apenas cinco passos foram suficientes para chegar à resposta.

O grupo B apresentou dificuldades em encontrar um caminho lógico para seguir e chegar até a resposta final. A intuição foi a principal estratégia usada para determinar os intervalos de concentração do Bário na separação das amostras em quatro classes. Todavia, não é possível construir métodos sistemáticos pautados em decisões nas quais não se pode identificar os fatores e as variáveis que afetam e confirmam a decisão (ABREU et al, 2008). Chamamos a atenção aqui para a importância de se planejar uma tomada de decisão, fator que precisa ser aprendido. Muitos de nossos alunos tendem a ser imediatistas e esperam do(a) professor(a) a indicação de como resolver problemas. No entanto, ter domínio de saberes que os permitam decidir por caminhos e ter autonomia também faz parte da formação profissional. Sendo assim, o grupo não conseguiu estabelecer de forma sistemática o caminho para chegar à resposta. Além disso, como mostra o fluxograma na Figura 2, o percurso desse grupo foi mais tortuoso com diversas reviravoltas e mais longo, o que demonstra a dificuldade em estabelecer um raciocínio lógico imediato sem o recurso da quimiometria.

Quanto à análise do tempo, que foi cronometrado, esperava-se que o grupo A fosse mais rápido do que o grupo B. Essa hipótese fundamenta-se no fato da quimiometria ser uma ferramenta facilitadora na análise e interpretação dos dados. No entanto, isso não ocorreu ( $t_A = 1:13:05$ ;  $t_B = 1:11:36$ ). Pode-se atribuir tal fato às dificuldades que os alunos recém-formados no minicurso apresentaram ao trabalhar com o software. A quimiometria facilita a interpretação dos dados, mas é uma ferramenta com muitos conteúdos e, portanto, complexa, o que pode levar a um gasto complementar de tempo devido à adaptação ao uso. No entanto, observa-se que o grupo A resolveu a atividade-problema com menos etapas e maior índice de acerto (Tabela 1).

**Tabela 1:** Resultado dos índices de acertos dos alunos

Equipe	Total de acertos	Total de erros
Grupo A	67	0
Grupo B	52	15

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sobre os registros do relatório de observação, pode-se perceber que ambos os grupos passaram por situações de impasse, em que as decisões tiveram que ser negociadas. Como exemplo, os estudantes do grupo A, após já terem 4 PCAs, discutiram muito antes de decidirem

voltar à análise da primeira. Houve diversos momentos, em ambos os grupos, nos quais os integrantes discutiram entre eles, e o posicionamento sobre qual decisão deveria ser tomada se deu em favor daquele que apresentava o melhor argumento de convencimento dos demais. Da mesma maneira a comemoração após uma decisão acertada (na opinião deles mesmos) era eufórica como num time. No geral, os alunos se envolveram muito, e falas como "... *agora é uma questão de honra!*" ou "... *vamos lá, grupo!*", nos aponta a determinação de ambos os grupos na resolução do problema apresentado, ou seja, determinar a origem de cada um dos artefatos de obsidiana.

Ao final da atividade os alunos dos dois grupos foram apresentados aos resultados e se promoveu uma discussão sobre as decisões tomadas, os erros e os acertos.

## DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Os resultados deste teste indicam que os conhecimentos em quimiometria funcionaram para esse grupo como ferramenta que permitiu maior agilidade na interpretação de dados multivariados. Compreendendo a dinâmica dos dias atuais, em que os jovens recebem diversas fontes de informação de diferentes origens simultaneamente, desenvolver, ou pelo menos compreender situações como a demonstrada aqui, que provoquem nos alunos olhares multifacetados e que fujam do currículo "bidimensional e engessado" já tradicional na graduação em Química, pode contribuir significativamente para uma formação mais completa dos futuros professores de Química. Dessa forma, defendemos fortemente a introdução desses tipos de ferramentas (como a quimiometria) e de metodologias ativas nas graduações em Química, auxiliando, assim, os alunos a desenvolverem habilidades de resolução de problemas complexos e multivariados.

Tal como aponta Moran (2011), concordamos que no cotidiano das salas de aula muitas vezes nos apegamos enquanto educadores na dualidade positivista do ***Aprende X Não-aprendeu*** e não nos voltamos para o ***Como aprendeu***. Um estudo como este apresentado aqui serve como exemplo de experiência de observação dos alunos no processo de aprendizagem. Usamos aqui ferramentas de produção de dados que nos permitiram visualizar as opções que os alunos fizeram, as reviravoltas nas decisões, as questões de intermediação e relação interna dos grupos e as características do trabalho em equipe, típicas de quando se usam metodologias ativas, como foi o caso – resolução de problemas.

Trabalhar com metodologias ativas, nas quais os alunos são protagonistas de seu processo de construção de conhecimento, também é uma decisão interessante nessa discussão. Segundo Pierini et al. (2015), fazem parte desse conjunto de técnicas, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP ou PBL) e suas variações, a Problematização, o Estudo de Caso, entre outras propostas metodológicas. Particularmente, cada uma dessas técnicas possui origens e contextos processuais diferenciados, mas a questão do protagonismo do aluno e da autonomia destes para chegar a conclusões e construir caminhos é algo comum entre elas. Gostaríamos, aqui, nesse momento de análise, de chamar atenção para o fato de que uma atividade como esta, realizada e descrita nesse artigo, não se propôs a ensinar somente quimiometria ou análise de dados multivariados. Durante a atividade proposta, os alunos tiveram a oportunidade de exercitar a tomada de decisões, argumentar, negociar, registrar e trabalhar em grupo. Demonstraram confiança e foram estimulados a tomar decisões. Também tiveram acesso a um pouco de conhecimento sobre geologia e geografia política dos Estados Unidos da América. Pierini e Lopes (2017) discutem como o uso da resolução de problemas tem um caráter interdisciplinar e plural e nós ratificamos esse caráter ao observarmos como uma questão contextualizada trouxe interesse

e concentração, foi intrigante e desafiadora, e aumentou o leque de informações na formação integral do sujeito, indo muito além da técnica.

Por fim, desejamos conduzir essa discussão à relevância de serem os sujeitos desse estudo futuros professores de Química. Uma das questões que os egressos dos cursos de licenciatura frequentemente relatam na prática docente é que eles conhecem as metodologias, conhecem os recursos didáticos e conhecem os conteúdos a serem ensinados, mas têm muita dificuldade em decidir qual é o melhor recurso e a metodologia mais adequada para aquela determinada turma, num contexto específico. De fato, corroboramos ao que Carvalho (2004) discute quando aponta a tomada de decisão como um dos critérios estruturantes para o ensino de Ciências. Deseja-se, segundo a autora, uma formação de professores de Ciências que busque aliar mais a teoria (tanto de conceitos químicos quanto pedagógicos) à prática do cotidiano escolar. Dessa maneira, é fundamental desenvolver atividades que promovam autonomia na tomada de decisões, estimulem a confiança dos licenciandos e os ensinem a procurar suas próprias respostas, afinal, cada sala de aula é uma, com peculiaridades que somente o(a) professor(a) será capaz de conhecer e interpretar.

Voltando à quimiometria e aos resultados observados, não nos cabe aqui julgar se o Grupo A apresentou melhor ou pior desempenho em comparação ao Grupo B, pois, se por um lado, o grupo com conhecimentos de quimiometria chegou às respostas mais acertadamente, o Grupo B desenvolveu um senso de criatividade maior ao desenvolver caminhos e estratégias diversas. O que se busca com o ensino de quimiometria é fazer com que os alunos percebam que tais conhecimentos são facilitadores e permitem que se faça uma análise muito mais lógica e efetiva. Na discussão final com os alunos dos dois grupos, todos concluíram que conhecer o fundamento da análise dos dados, na maioria das vezes, é tão importante quanto executar as análises propriamente ditas, e que é muito importante planejar as tomadas de decisões baseadas na lógica e no conhecimento do conteúdo.

Dessa forma, concluímos que os conhecimentos de quimiometria auxiliaram os licenciandos em Química do *campus* Vila Velha do Ifes na resolução do problema proposto, na medida em que eles conseguiram resolvê-lo de forma lógica, veloz e com visão multivariada para interpretação de dados. Porém, para além disso, outras habilidades de caráter formativo foram estimuladas, como, por exemplo, a capacidade de trabalhar em grupo, negociar e apresentar argumentos e tomar decisões - habilidades que consideramos muito importantes para a formação de professores de Ciências.

### Agradecimentos

Este projeto contou com financiamento do Instituto Federal do Espírito Santo, ao qual somos gratos.

### REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. S.; FILHO, J. C. L. S.; OLIVEIRA, B. C.; JÚNIOR, F. L. H.; Perfis estratégicos de conduta social e ambiental: estudos na indústria têxtil nordestina. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 159-172, jan./abr. 2008.

BARROS NETO, B.; SEARMINIO, S. I.; BRUNS, E. R. 25 anos de quimiometria no Brasil. **Química Nova**. São Paulo, SP, Vol. 29. nº 6, p. 1401-1406, nov./dez. 2006.

BRUNS, R. E.; FAIGLE, J. F. G. Quimiometria. **Química Nova**. São Paulo, SP, Vol. 8, nº2, p. 84-99, Abr. 1985.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning. p. 1-18. 2010.

COVA, T.; FIRMINO G. G. **Aplicações em quimiometria. Do diagnóstico médico à cientometria**. 2011. (Tese de mestrado) – Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal, Coimbra, 2011.

FERREIRA, M. C. M.; ANTUNES, M. A.; MELGO S. M.; VOLPE, L. O. P. Quimiometria I: calibração multivariada, um tutorial. **Química Nova**. São Paulo, SP, Vol. 22, nº5, p. 724-731, set./out. 1999.

GUIZELLINI, A. T.; ROSSI, V. V. Quimiometria na graduação em Química no Brasil. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 16.; ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA NA BAHIA, 5., 2012, Salvador. **Anais eletrônicos**.

Disponível em:

<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7113> Acesso em: 04 junho 2018.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, C. F.; SOUZA, C. H. M. **Metodologia da Pesquisa: Um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010. 96p.

KOWALSKI, B. R.; SCHATZKI, T. F.; STROSS, F. H. Classification of archaeological Artifacts by Applying Pattern Recognition to Trace Element Data. **Analytical Chemistry**, Vol. 44, nº 13, p. 2176-2180, nov. 1972.

MACEDO GUEDES, L. T.; SOARES, L. S. M.; NEVES, S. L.; LIMA, G. M. K. O tempo de pega em gelatinas comerciais: uma experiência da disciplina de quimiometria para estudantes de graduação em química. **Química Nova**. São Paulo, SP, Vol. 36, nº 3, p. 480-483, fev. 2013.

MORAN, J. M. Aprender a ler e compreender no ritmo alucinante das informações online. In: **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 5ª ed., Campinas: Papirus, 2011.

PIERINI, M. F.; Rocha, N. C.; Silva Filho, M. V.; Castro, H. C.; Lopes, R. M. Aprendizagem Baseada em Casos Investigativos e a Formação de Professores: O Potencial de Uma Aula Prática de Volumetria para Promover o Ensino Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**. Vol. 37, Nº 2, p. 112-119, maio. 2015.

\_\_\_\_\_.; LOPES, R. M. A formação interdisciplinar dos professores de ciências da natureza para a integração curricular através da aprendizagem baseada em problemas. In: KAUARK, F.; COMARÚ, M. W. (Org.). **Ensinando a ensinar ciências: Reflexões para docentes em formação**. Vitória: Edifes, p. 71-80. 2017.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso no ensino de química**. São Paulo: Átomo, 2010.