



ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS: A DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA CONSTANTE EBULIOMÉTRICA DA ÁGUA E COMPARAÇÃO COM MODELOS TEÓRICOS

Barbara Fendrich – barbara.fendrich@catolicasc.org.br
Centro Universitário – Católica de Santa Catarina
Rua dos Imigrantes, 500
Bairro Rau
89243-430 – Jaraguá do Sul – Santa Catarina

Luizildo Pitol-Filho – luizildo@catolicasc.org.br
Centro Universitário – Católica de Santa Catarina
Rua dos Imigrantes, 500
Bairro Rau
89243-430 – Jaraguá do Sul – Santa Catarina

Resumo: *Este artigo apresenta a discussão de resultados acerca do projeto elaborado em conjunto com docente e discentes dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Elétrica, na disciplina de Química Tecnológica ministrada durante o ano de 2012. A ementa da disciplina contempla, dentre vários tópicos, o estudo das propriedades coligativas. Com o intuito de compreender melhor a ebuliometria, buscou-se determinar a constante ebuliométrica da água na forma teórica e prática. Aos grupos coube a tarefa de determinar ambos os valores e analisar a diferença, atribuindo possíveis fontes de erros, por exemplo. O resultado do estudo foi de que o valor experimental da constante ebulioscópica da água mostrou-se muito próximo ao valor calculado através de modelos teóricos. Aliados a conhecimentos técnico-científicos, o trabalho teve como objetivo também ressaltar a importância da parceria entre acadêmicos e professor, organização, múltiplos saberes e inovação no ensino.*

Palavras-chave: *Ebulioscopia, Propriedades coligativas, Físico-química.*

1. INTRODUÇÃO

A forma mais prática para se ter acesso às constantes físico-químicas é ir em busca de um bom livro e folheá-lo até os apêndices. Esta era a maneira de ensinar o valor dos dados fixos necessários para resolução de fórmulas e aplicações, na disciplina de Química Tecnológica lecionada no Centro Universitário – Católica de Santa Catarina. Porém o questionamento dos alunos: “por que desta maneira e não de outra?” e “e se fosse assim?” motivou o docente a elaborar uma nova forma de aprendizado. Os princípios de busca, investigação e senso crítico, que devem fazer parte do currículo de um profissional da área



das Engenharias, foram aprimorados através da elaboração do projeto pedagógico proposto em laboratório nos semestres 2012.1 e 2012.2. O artigo está embasado na apresentação e discussão de resultados dos trabalhos redigidos pelos discentes dos cursos das Engenharias de Produção e Elétrica do Câmpus Jaraguá do Sul do Centro Universitário.

O tema principal discutido foi relacionado à definição da constante ebulliométrica da água, tanto na forma teórica (através de livros, apostilas e exercícios manuscritos) quanto no modo prático (com base em procedimentos experimentais realizados no laboratório, supervisionados pelo docente).

A primeira parte do projeto foi o entendimento da base do conteúdo: propriedades coligativas. Esta pode ser definida da seguinte maneira: do latim: (co-, junto, ligare, ligar) são aquelas que possuem a característica de serem independentes da natureza do soluto presente, mas unicamente dependentes da relação entre o número de moléculas do soluto e o número total de moléculas presentes. Dentre estas propriedades, a elevação ebullioscópica ou elevação do ponto de ebulição está presente (CASTELLAN, 1986). O estudo realizado pelos acadêmicos foi relacionado exclusivamente à elevação ou diminuição do ponto de fervura da água (descrição do termo ebulliometria ou ebullioscopia) (RODITI, 2005). Percebeu-se que o ponto de ebulição depende do equilíbrio estabelecido entre o solvente puro e o solvente na solução, sólido ou na fase de vapor e notou-se também que a adição de cloreto de sódio (componente utilizado durante o experimento) provoca aumento no ponto de ebulição e, em contrapartida, a adição de água na solução ocasiona redução deste ponto, tendo em vista que o percentual de cloreto diminui à medida que se acrescenta mais água.

Após acompanhamento e análise, um comparativo pôde ser discutido: os valores teóricos e experimentais assemelham-se. O motivo de não serem idênticos é resultado de quesitos (também elencados pelos acadêmicos) demonstrados no corpo do artigo. Além de aspectos pedagógicos como organização, comprometimento, conhecimento, relacionamento coletivo e habilidades técnicas, a importância de correlacionar teoria à prática foi fundamental para desenvolvimento do trabalho.

2. MÉTODOS EXPERIMENTAIS E TEÓRICOS

Aos estudantes, os valores fixos e tabelados (como se pode chamar toda constante) são repassados de uma simples forma: copiando o valor do livro. No entanto a comprovação destas informações pode ser feita através de experimentos. Os relatos seguintes apresentarão de que forma embasou-se a análise da constante ebulliométrica, realizada pelos 26 grupos da segunda fase dos cursos das Engenharias de Produção e Elétrica.

2.1. Cálculo da constante através da teoria

Depois de compreendidos os conceitos de ebulliometria, propriedades coligativas e o roteiro do experimento, o cálculo da constante se iniciou. O objetivo principal do estudo foi verificar de que forma a adição de cloreto de sódio (*NaCl*) influencia no ponto de ebulição da água.

A equação para a determinação teórica da constante ebulliométrica (K_e) (CASTELLAN, 1986) utilizada foi a seguinte:

$$K_e = \frac{R \cdot T_0^2}{1000 \cdot Lv}$$

(1)

Para o cálculo de K_e , na Equação (1), os valores das constantes foram pesquisados. Como resultado da pesquisa (ATKINS & DE PAULA, 2003) obtiveram-se as seguintes informações: constante dos gases ideais ($R = 2 \frac{\text{cal}}{\text{K.mol}}$), calor latente de vaporização da água ($L_v = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$) e temperatura de ebulição da água a 1 atm – em Kelvin: ($T_0 = 373,15 \text{ K}$). O resultado do cálculo depende exclusivamente da substituição destes dados na Equação (1).

2.2. Cálculo da constante através dos experimentos

A parte experimental (e mais complexa) teve o mesmo objetivo da teórica (além de avaliar a influência da adição de cloreto de sódio no ponto de fervura da água, calcular o valor da constante ebullioscópica com base nos valores obtidos no experimento). Inicialmente, os acadêmicos foram orientados a separar as vidrarias solicitadas no roteiro: balão volumétrico de 100 ml, proveta graduada e béquer. Após separação e organização na bancada, as orientações já dispostas no roteiro deveriam ser seguidas criteriosamente para que o procedimento final fosse bem sucedido.

Passo I – Preparar uma solução inicial de cloreto de sódio de 3 a 5M (cada grupo recebeu uma orientação inicial distinta). Para tal produção, era necessário o preparo de 100 ml de solução.

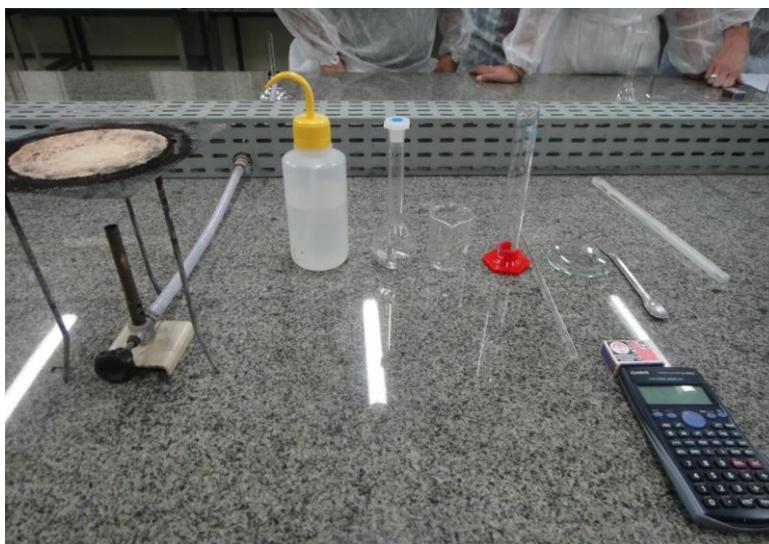


Figura 1 – Materiais utilizados para a experiência

Passo II – Calcular massa molecular da solução de cloreto, medir massa do balão, solução e solvente (subtraindo a massa do soluto ao valor da massa da solução).

Nestes primeiros procedimentos, os estudantes foram instigados a buscar conhecimentos antigos, como massa molecular (M.M.), conceito de molar (mol) e massa específica (ρ), estes já vivenciados durante o Ensino Médio e nas unidades anteriores da disciplina.

Passo III – Com o auxílio do bico de Bunsen, a solução foi aquecida até etapa de fervura. Então, a temperatura de ebulição pôde ser medida com o auxílio de um termômetro.



Figura 2 – Solução em processo de fervura

Passo IV – A solução foi diluída duas vezes para verificação da interferência da adição de água ao processo de ebulição.



Figura 3 – Diluição da solução para novo aquecimento

3. ANÁLISES E RESULTADOS

3.1. Constante ebulliométrica através do modelo teórico

Substituindo os valores na Equação (1), tem-se:



$$K_e = \frac{2 \frac{\text{cal}}{\text{K.mol}} \cdot (373,15 \text{ K})^2}{1000.540 \frac{\text{cal}}{\text{g}}} \cong 0,51 \frac{\text{K}}{\text{mol.g}} \quad (2)$$

Então, acima se descobriu o valor obtido através do método teórico.

3.2. Dados experimentais de temperatura de ebulição e concentração

As informações coletas pelos acadêmicos pertinentes à temperatura de ebulição, concentração molar e massa específica da solução inicial de cloreto de sódio foram anotadas durante o procedimento experimental. A fim de demonstrar parte dos resultados, a Tabela 1 foi organizada.

Tabela 1: Dados brutos dos experimentos por grupo – solução inicial

Grupo	Temperatura (em K)	Molaridade (em mol)
01	380,15	5,00
02	377,65	4,00
03	377,65	4,00
04	380,15	5,00
05	378,15	4,00
06	380,15	5,00
07	376,15	4,00
08	377,00	3,00
09	377,00	3,00
10	381,15	5,00
11	378,15	4,00
12	375,15	4,00
13	378,15	3,00
14	377,15	3,00
15	376,65	4,00
16	375,15	4,00
17	376,15	3,00
18	370,15	3,00
19	377,15	4,00
20	379,15	5,00
21	381,15	5,00

Observação: 5 grupos (de um total de 26) não forneceram dados compatíveis, portanto estas informações não estão contidas na Tabela 1.



Figura 4 – Análise dos resultados após fervura

Com o objetivo de verificação, dados da última diluição foram registrados. Os dados da Tabela 2 correlacionam concentração molar e temperatura de ebulição da solução diluída pela segunda vez. Nesta etapa, os acadêmicos puderam analisar a interferência da adição do solvente (água) à solução inicial ($NaCl$) em relação ao ponto de ebulição.

Tabela 2: Dados brutos dos experimentos por grupo – solução diluída

Grupo	Temperatura (em K)	Molaridade (em mol)
01	376,15	0,80
02	373,15	0,64
03	373,15	0,64
04	375,15	0,80
05	373,15	0,64
06	376,15	0,80
07	373,15	0,64
08	375,00	0,48
09	375,00	0,48
10	375,15	0,80
11	372,15	0,60
12	273,15	1,40
13	371,65	0,48
14	374,15	0,48
15	372,15	0,10
16	373,15	1,40
17	373,15	0,48
18	366,15	1,80
19	370,15	0,64



20	373,15	0,80
21	374,15	0,80
22	374,15	1,95

Observação: 4 grupos (de um total de 26) não forneceram dados compatíveis, portanto estas informações não estão demonstradas na Tabela 2.

3.3. Constante ebulliométrica experimental

O cálculo da constante ebullioscópica da água (K_e) através do método experimental foi baseado na Equação (3). Para tal, há a necessidade de conhecer os seguintes dados: variação de temperatura (ΔT), massa de cloreto de sódio presente na solução inicial (m_1), massa do solvente (água) presente na solução inicial (m_2) e massa molecular do cloreto de sódio presente na solução inicial (M_1) e por fim, a relação entre o número de partículas finais pelo de partículas finais (i). Atentando-se ao fato de que o cloreto de sódio em água sofre dissociação, gerando duas partículas finais.

$$\Delta T = K_e \frac{1000 \cdot m_1 \cdot i}{m_2 \cdot M_1} \quad (3)$$

Tabela 3: Valor da constante ebulliométrica experimental calculada por cada grupo

Grupo	Constante ebulliométrica - K_e (em $\frac{K}{mol \cdot g}$)
01	0,61
02	0,11
03	0,77
04	0,62
05	0,57
06	0,60
07	0,64
08	0,59
09	0,59
10	0,71
11	0,61
12	0,77
13	0,62

Observação: 50% dos grupos forneceram dados incompatíveis, portanto estas informações não estão demonstradas na Tabela 3.

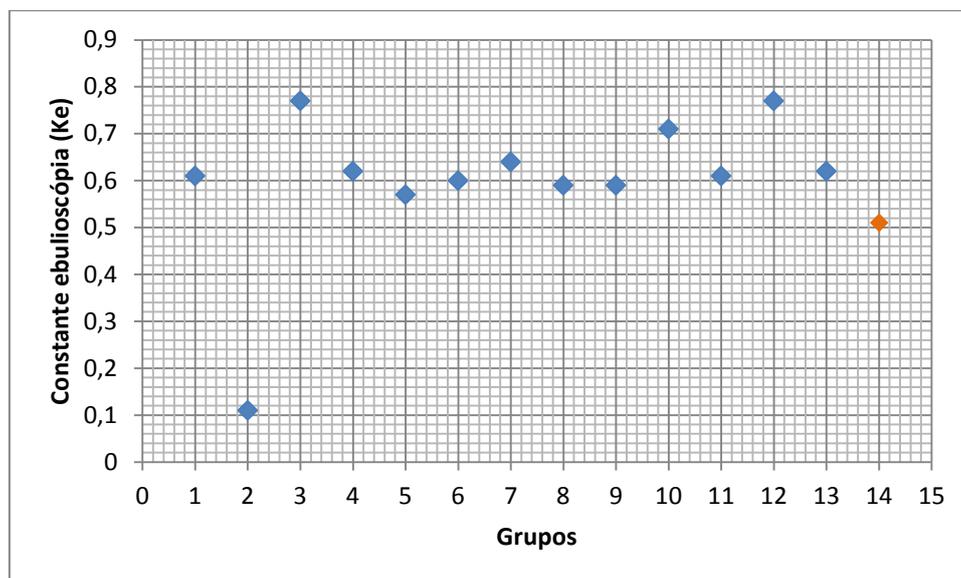


Gráfico 1 – Demonstrativo da constante ebulliométrica por grupo

Nota: o último ponto (alaranjado) do Gráfico 1 – acima - (alusivo à Tabela 3), refere-se ao valor calculado através da Equação (1) (modo teórico). Percebe-se, então, que os valores calculados experimentalmente por cada grupo estão muito próximos a este valor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar a aula em laboratório, os acadêmicos ficaram incumbidos de descrever a prática através de um relatório final. Neste documento elencaram-se dados como procedimentos passo a passo, cálculos, resultados a cada diluição, medições (temperatura e massa, por exemplo) e análises de possíveis fontes de erro. Notou-se que durante a realização dos experimentos, a balança, o termômetro e a vidraria são fontes de possíveis erros de cálculo. Além destes também é possível citar o arredondamento das casas decimais (método matemático) e o erro humano nas medições (exemplificado pela paralaxe, que é a mudança aparente da posição de um objeto observado, causada por uma alteração na posição do observador).

A não igualdade entre os valores teóricos e práticos é dada pelos aspectos descritos anteriormente. Porém, como se pode perceber, os valores muito se assemelham. O experimento teve grande valia para o aprendizado dos acadêmicos, pois unir teoria à prática auxiliou no entendimento do conteúdo e despertou nos discentes aspectos como coletivismo, iniciação na pesquisa e táticas para desenvolvimento de práticas em laboratório.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos alunos matriculados na disciplina de Química Tecnológica dos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Elétrica do Centro Universitário – Católica de Santa Catarina (semestres 2012.1 e 2012.2), cujo empenho, parceria e dedicação possibilitaram a elaboração deste trabalho. A primeira autora agradece, ainda, aos colegas de grupo, Cleberon da Silva, Eduardo Novak Fernandes, Leonardo Zipf de Freitas Melro e Maicon André Beiersdorf pela concessão das imagens.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, P. W. (Peter William); DE PAULA, Julio. **Físico-química**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 3v, il.

CASTELLAN, Gilbert William. **Fundamentos de físico-química**. Rio de Janeiro: LTC, 1986-2011. 527p, il.

RODITI, Itzhak. **Dicionário Houaiss de Física**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2005. 248p, il.

TEACHING OF COLLIGATIVE PROPERTIES: EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE EBULLIOSCOPIC CONSTANT OF WATER AND COMPARISON WITH THEORETICAL MODELS

Abstract: *This article presents a discussion about the results of the project that was made by students (supervised by the teacher) of the course of Production and Electrical Engineering in the course of Chemical Technology taught during the year 2012. The discipline's menu includes, among many topics, the study of colligative properties. In order to better understand the ebullioscopy, the students sought to determine the ebullioscopic constant of water in the theoretical and practical way. Groups took the task to determine both values and analyze the difference, giving possible sources of error, for example. The result of the study was that the experimental value of the constant ebullioscopic of the water was very close to the calculated value by theoretical models. Allied to technical and scientific knowledge, the study aimed to also emphasize the importance of the partnership between academics and teacher, organization, multiple knowledge and innovation in teaching.*

Key-words: *Ebullioscopy, Colligative properties, Physical chemistry.*