



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76  
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

## XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024

### MODELAGEM DIDÁTICA EM CINÉTICA DE ADSORÇÃO QUÍMICA NA FORMAÇÃO DOCENTE NA CRISE DA COVID-19

**Ester Nascimento Santos<sup>1</sup>; José Vieira do Nascimento Júnior<sup>2</sup>**

1. Bolsista – Modalidade Bolsa/PVIC, Graduando em Nome do Curso, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [esteruefs@gmail.com](mailto:esteruefs@gmail.com)
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: [jvjunior@uefs.br](mailto:jvjunior@uefs.br)

**PALAVRAS-CHAVE:** didática; química; *webbing*.

### INTRODUÇÃO

Neste estudo analisamos a implementação de um modelo didático no referencial da teoria antropológica do didático (TAD) de Chevallard (2009) na formação de professores de química no tema cinética de adsorção. Isso foi implementado através de atividades de estudo e investigação (AEP). O Modelo Epistemológico Dominante (MED) revelou alguns problemas diante das condições ao ensino deste objeto de ensino: na condição pré-requisito da disciplina de cálculo, a principal restrição se revelou no ensino desarticulado entre matemática e química – se reflete na formação matemática dos futuros professores de química; outro aspecto restritivo de relevância foi a não presencialidade na formação, devido à condição de isolamento social imposta pela pandemia da covid-19. Essas condições e restrições justificam a importância do estudo.

Diante disso, propusemos um Modelo Epistemológico de Referência Alternativo (MERA) e implementadas duas AEPs, tendo como variáveis didáticas a modalidade teórico-experimental em resposta às lacunas apresentadas na modalidade puramente teórica e a inserção de recursos das TICE<sup>1</sup> no processo de ensino-aprendizagem. O meio didático [*milieu*] foi composto por dispositivos da *internet*, *softwares*: *schoology*, *WhatsApp*, *Google Meeting*, *www.titrAB.fr*, *Microsoft Office (Excel e word)*, além de artefatos, como: computadores e smartphones. A essa miríade de recursos Trouche e Drijvers cunharam o termo *webbing* (2014). Nesse percurso, a resolução de tarefas experimentais numa abordagem praxeológica foi objeto de análise do aprendizado. A validação da eficácia dos dispositivos experimentais se deu pelo confronto entre as análises *a priori* de *a posteriori* à etapa de experimentação previstas nas atividades.

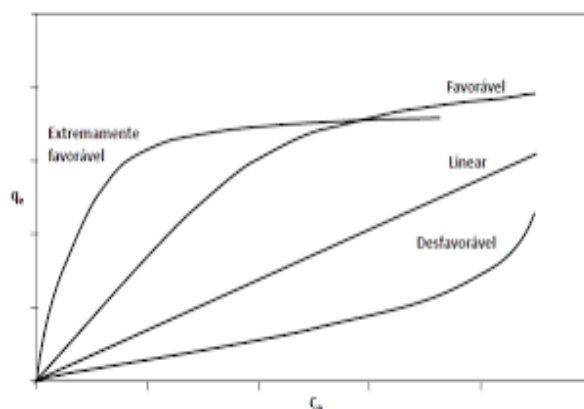
O objeto de ensino nesta investigação, foi a cinética de adsorção química e as condições e restrições envolvidas. Para tanto, conduzimos dois experimentos de adsorção do ácido acético,  $CH_3COOH$  (HAc), em carvão ativado. A exploração se deu em torno do tratamento dos dados experimentais, sua associação com as propriedades químicas do sistema investigado e habilidades de algebrização, organização e interpretação de dados empíricos.

A análise teórica do objeto se deu no levantamento bibliográfico e revelou que os dois principais no modelo de adsorção são os de *Lagmuir*, de 1916, e o de *Freundlich*, em

---

<sup>1</sup> Tecnologias da informação e comunicação para o ensino - TICE

1909. Esses modelos tentam explicar como se dão as interações entre adsorvente [sólido (S) ou líquido (L)] e adsorbato [líquido (L) ou gás (G)]. No processo adsorptivo adsorvente contribui com os sítios ativos de adsorção e o adsorbato com as moléculas adsorvidas. Segundo *Langmuir*, esses sítios ativos ou não, têm propriedades como uniformidade geométrica, energética e formação de monocamada molecular quando a adsorção for química. Devido à uniformidade desses sítios, o comportamento da adsorção seria previsto através de um modelo adsorptivo linear, cuja adsorção independe da presença ou ausência de espécies adsorvidas na sua vizinhança, só é possível formar uma monocamada de adsorbato. No entanto, esse comportamento não ocorre na maioria dos casos. Alternativamente, *Freudlich* propôs um modelo empírico de adsorção, que considera que nem todos os sítios são igualmente ativos, pois numa mistura, os componentes têm diferentes propriedades. Isso evidencia que diversos tipos de adsorção são possíveis. Podemos ver em destaque na Figura 1, qual é a influência da concentração de equilíbrio do adsorbato no sólido com a pressão parcial de um gás ou concentração da fase líquida, a temperatura constante. Os gráficos representam várias formas de adsorção e fornece informações importantes sobre o mecanismo de adsorção (Nascimento, 2014).



**Figura 1:** Formas possíveis de adsorção.  
 Fonte: Moreira, 2008 *apud* Nascimento, 2014

Nesse sentido, a linearidade da cinética de adsorção é um dos parâmetros que definem qual é o melhor modelo de adsorção – isso pode ser quantificado através do valor do coeficiente de regressão linear dos pontos que representam as grandezas quantidade adsorvida de uma espécie química e sua concentração em equilíbrio,  $R^2$ . Daí se pode inferir sobre quais são as propriedades do adsorvente e adsorbato são as mais adequadas para uma finalidade. Segundo Nascimento *et al.* (2014: 36), equação de Freundlich implica que a distribuição de energia para os sítios de adsorção é essencialmente do tipo exponencial, ao invés do tipo uniforme como considerada. Isso se reflete através da dependência entre grau de cobertura da superfície do sólido,  $\theta$ , e a pressão do gás,  $P$

$$\theta = kP^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

Certas propriedades do sistema G-S, são dadas pelos parâmetros  $k$  e  $1/n$ , previstos no modelo de Freundlich, quando se teoriza o desvio da linearidade da relação massa de adsorbato e concentração em equilíbrio. O parâmetro  $1/n$  se relaciona com a heterogeneidade da superfície, já o parâmetro  $k$  está associado à capacidade de adsorção do adsorvente (Nascimento, 2014).

Por exemplo, a partir do valor de  $1/n$  se sabe o quanto a heterogeneidade da superfície afeta a competição dos sítios ativos pelo solvente ou se o adsorbato é constituído por moléculas planares. Tem superfícies cujas naturezas não são as mesmas ( $0 < 1/n < 1$ ), o que está de acordo com a geometria do íon carbonato,  $CH_3COO^-$ . Também permite

inferir se os sítios são compatíveis com o modelo de adsorção em que a mobilidade do soluto é grande na superfície do adsorvente.

O parâmetro  $k$  é a capacidade de adsorção do adsorvente, que depende de certas propriedades ligadas à superfície como porosidade, distribuição do tamanho de poros, grupos funcionais presentes na superfície do adsorvente (Domingues, 2005).

A equação (1) equação pode ser adequada a partir da aplicação de logaritmo membro a

$$\text{Log} \theta = (1/n) \log P + \log K \quad (2)$$

A representação gráfica da Eq. (2) permite obter experimentalmente os coeficientes linear e angular  $\log k$  e  $1/n$ . Por analogia, no caso da adsorção de um soluto em solução em um sólido, podemos usar este modelo substituindo a pressão pela concentração molar ( $C$ ) do adsorbato em equilíbrio e o grau de cobertura pela sua massa por unidade de massa do adsorvente ( $x/m$ )

$$x/m = kC^n \text{ ou } \log \left( \frac{x}{m} \right) = \log k + n \log C \quad (3)$$

onde  $x$ ,  $m$  e  $C$  têm o mesmo significado daqueles definidos para a isoterma de Langmuir: estão relacionadas à “capacidade e intensidade de adsorção” do sólido.

Diante das condições e restrições institucionais e aquelas vivenciadas durante a crise do coronavírus, o objetivo deste estudo foi estudar a cinética de adsorção e determinação de parâmetros da isoterma de Freundlich a partir das seguintes tarefas: (a) organizar os dados experimentais representar as variáveis cinéticas referentes à isoterma o *plot* de  $\ln(x/m)$  vs.  $\ln[\text{HAc}]$ ; (b) estabelecer comparação entre aspectos termodinâmicos e cinéticos envolvendo a adsorção do  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

## METODOLOGIA

Esta investigação foi realizada no segundo semestre de 2021, no Departamento de Ciências Exatas, DEXA, da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS. Se deu durante as aulas teórico-práticas na disciplina Físico-Química III. A modalidade de ensino foi a remota via plataforma *Google Meet* e contou com a participação de sete estudantes da Licenciatura em Química.

O método de investigação adotado foi qualitativo, tendo a construção, aplicação e observação das AEPs em Cinética Química Heterogênea e Adsorção. As análises didáticas foram feitas a partir das praxeologias de investigação tendo como tarefas a inserção das TICEs e a formação de conceitos em A\adsorção. As envolvidas envolveram os modelos de *Langmuir* e *Freundlich*.

## RESULTADOS

Os principais resultados experimentais estão expostos nas figuras 2 e 3.

$(x/m)/\text{gg}^{-1}$	$[\text{HAc}]/\text{molL}^{-1}$
0,0913	0,4750
0,0953	0,2850
0,0383	0,1901
0,0216	0,0950

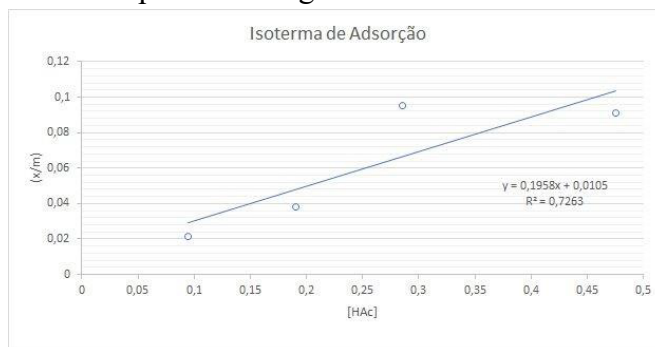


Figura 2. Massa de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  por unidade de massa de carvão versus concentração de HAc em equilíbrio a  $26^\circ\text{C}$ .

$\log(x/m)/\text{gg}^{-1}$	$\log[\text{HAc}]/\text{molL}^{-1}$
-1,0395	-0,3233
-1,020	-0,545
-1,417	-0,721
-1,665	-1,022

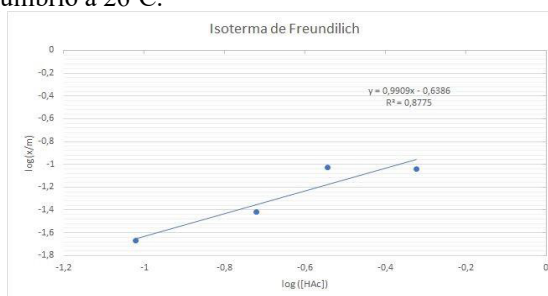


Figura 3. Log da massa de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  por unidade de massa de carvão versus log da concentração de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  em equilíbrio a  $26^\circ\text{C}$ .

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo como o conjunto de observações da execução das tarefas e técnicas foi evidenciada a possibilidade de formar professores num cenário restritivo devido ao isolamento social e a desarticulação entre o ensino de operações algébricas e a química. Para a experiência, bem avaliada diante das condições didáticas, permitiu a inserção de uma quantidade apreciável de recursos da *webbing* no processo. Mesmo a experimentação contando com dados gerados previamente, houve avanços nas relações entre o saber objetivado, cinética de adsorção, e o estudante, apesar das lacunas teóricas evidenciadas na falta de uma interpretação teórica mais consistente do fenômeno da adsorção G-S. Esses achados revelaram que algo positivo foi conquistado diante da crise da covid-19: o desenvolvimento on-line de habilidades que tiveram que ser exercidas de forma plena, diante da forte restrição global, imposta pela formação de professores.

## REFERÊNCIAS

- CHEVALLARD, Y. 2009. *La notion de PER: problèmes et avancées*. In: <[http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La\\_notion\\_de\\_PER\\_problems\\_et\\_avancees.pdf](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_notion_de_PER_problems_et_avancees.pdf)>.
- DOMINGUES, V. M. F. 2005. *Utilização de um produto natural (cortiça) como adsorvente de pesticidas piretróides em águas*. Tese de doutorado defendida na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2005.
- NASCIMENTO, R. F... [et al.]. 2014. *Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais*. Capítulo Cinética de adsorção, p. 51/71. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256 p. (Estudos da Pós - Graduação), ISBN: 978-85-7485-186-0. Disponível em [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10267/1/2014\\_liv\\_rfdnascimento.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10267/1/2014_liv_rfdnascimento.pdf).
- TROUCHE, L.; DRIJVERS, P. 2014. Webbing and orchestration. Two interrelated views on digital tools in mathematics education. *Teaching Mathematics and Its Applications*. Oxford, v. 33, 193-209. Disponível em <https://doi.org/10.1093/teamat/hru014>.