

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

DANIEL TELICHEVESKY

**USO DE MODELOS MOLECULARES E METODOLOGIAS ATIVAS NO
ENSINO DE ESTEREOQUÍMICA**

**PORTO ALEGRE
2024**

DANIEL TELICHEVESKY

**USO DE MODELOS MOLECULARES E METODOLOGIAS ATIVAS NO
ENSINO DE ESTEREOQUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Química Medicinal da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Química Medicinal

Orientadora: Profa. Dra. Simone Schneider Amaral

Co-orientadores: Prof. Dr. Alexandre do Nascimento Almeida e Profa. Dra. Gisele Orlandi Introíni

PORTO ALEGRE
2024

CIP - Catalogação na Publicação

Telichevesky, Daniel
Uso de modelos moleculares e metodologias ativas no ensino de estereoquímica/ Daniel Telichevesky. -- 2024. 333 f.
Orientador: Simone Schneider Amaral.

Coorientador: Alexandre do Nascimento Almeida.
Gisele Orlandi Introini.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação)
-- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Bacharelado em Química Medicinal, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. estereoquímica. 2. educação 4.0. 3. fabricação digital. 4. Metodologias ativas.

I. Amaral, Simone Schneider, orient. II. Almeida, Alexandre do Nascimento coorient. III. Introini, Gisele Orlandi. IV. Título.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Profa. Dra. Simone Schneider Amaral, por toda a troca e construção conjunta de conhecimentos durante nossa jornada juntos neste projeto e por ter aceito o desafio de orientar um TCC em Ensino de Química que culminou em um artigo, todo este apoio me tornou um melhor profissional e pessoa.

Aos meus coorientadores, Profa. Dra. Gisele Orlandi Introini e Prof. Dr. Alexandre do Nascimento Almeida, por complementarem de maneira ainda melhor com suas devidas *expertises* os conhecimentos necessários para a construção deste trabalho e da minha formação.

Aos demais professores e professoras da graduação, em especial à Profa. Dra. Ana Cristina Borba da Cunha que desde o início da graduação, durante o período de isolamento social, me acolheu e acompanhou meu crescimento, e ao Prof. Dr. Tiago Espinosa de Oliveira, paraninfo de minha turma de formandos.

Aos meus pais, Vera e Nelson, minhas irmãs, Clarissa e Miriam, meus cunhados, João Felipe e Gabriel e meus sobrinhos, Felipe e Manuel por todo o apoio prestado para me formar e trabalhar com aquilo que gosto e me identifico, sem a presença de vocês, essa jornada não teria sido tão importante.

Aos amigos e às amigas do peito Éric, Giovana, Rafael, Rafaela e Thalís que me incentivaram durante toda a graduação e sempre ouviam minhas alegrias e problemas desse período.

Aos colegas do LIPECIN, Luis, Andreia, Guilherme, Eduard, Júlia, Thiago, Carlise, Betinne, Eduardo, Géssica e Letícia que ajudaram nos momentos de dúvidas e a testar tudo que eu desenvolvi para este e outros trabalhos durante a graduação e que sempre podiam contar comigo para tal, me ensinando de fato o que é colaboratividade.

Aos colegas da Química Medicinal, em especial à Júlia Geyer, Jéssica Menezes, Laura Scapin, Iasmin Rios, Carolina Garcia, José Marques, Camila Souza, Gielly Terra, Melanie Azevedo, Mayara Pires, Camila Caovilla e Júlia Lazzarini, que de alguma forma estiveram presentes durante a graduação como amigos, dupla de laboratório ou testando o material deste trabalho, conviver com vocês enriqueceu muito meu tempo por aqui.

A todos aqueles com quem trabalhei durante meu período como voluntário no NEJ POA - Ailson, Daniel, Bruna, Leonardo, Alexandre, Isadora, Marco, Audrey, Gabriel, Gabriela, Sofia, Francisco, Laura, Rachel, César e Valdessa - e aos meus muitos “guardiados” desse período também - em especial para Gabriela, Heitor, Bruna, Giovanna, Izabela, Anna, Karen, Luciane, Andressa, Andreza, Lucas, Édlyn, Handriel, Mell, Carlise e Samuel - com quem tive a honra de aprender muito sobre empreendedorismo, liderança, e mais importante, trabalho em equipe.

E a todos e todas aqui não nominados que fizeram parte desta incrível jornada que foi a graduação em Química Medicinal.

Dedico este trabalho a todos e todas que sempre acreditaram no meu potencial como professor, isso aqui é apenas o começo dessa próxima etapa!

RESUMO

Este estudo buscou analisar o impacto de modelos moleculares tridimensionais e de metodologias ativas no ensino de estereoquímica ao mesmo tempo em que são trabalhadas diferentes habilidades humanas em disciplinas introdutórias de química orgânica para o curso de Biomedicina. Recorrendo-se à modelagem tridimensional, foi criado um modelo molecular, o qual pode ser produzido pela técnica de fabricação digital de impressão 3D, para tentar facilitar a manipulação visuoespacial de estruturas moleculares; com o mesmo objetivo, foram criados modelos moleculares digitais usando-se programas de visualização molecular, para que então se dividisse a turma (n = 27) em três grupos experimentais para testar estes modelos. Propõe-se aqui uma associação das metodologias ativas de ensino *peer instruction* e gamificação, visto não apenas seus potenciais como metodologias para desenvolvimento de competências atitudinais, mas também a inovação ao combiná-las, não sendo descrita anteriormente na literatura; essa associação deu-se por meio do jogo “Detetive Química Orgânica UFCSPA”, o qual tem seu progresso estruturado pela *peer instruction* e é jogado em grupos. Os resultados indicaram melhoria na compreensão dos conceitos da estereoquímica e boa aceitação dos modelos e da metodologia aplicada, mostrando que os modelos e o jogo cumpriram seus papéis de auxiliar no ensino de estereoquímica. Concluímos que as ferramentas disponibilizadas por um laboratório de fabricação digital mostram-se como valiosas aliadas para aprimorar o ensino de conteúdos abstratos e que a integração de modelos e metodologias ativas oferece uma abordagem eficaz para aprimorar a aprendizagem de estereoquímica e desenvolver as competências atitudinais dos estudantes, além de melhorar o engajamento em sala de aula.

Palavras-chave: Estereoquímica. Educação 4.0. Fabricação Digital. *Peer Instruction*. Gamificação.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of tridimensional molecular models and active teaching methodologies on teaching stereochemistry while also practicing different human abilities in introductory organic chemistry courses for Biomedical Science undergraduate program. Using three-dimensional modelling, a molecular model was created, which can be produced with the digital fabrication technique of 3D printing, in an attempt to facilitate the visuospatial manipulation of molecular structures; with the same goal, a digital model was created using molecular visualization programs, so that the class (n = 27) would be divided into three experimental groups. We propose an association of the active teaching methodologies of peer instruction and gamification, due to not only their potentials as methodologies that develop attitudinal competencies, but also because of the innovation of associating them; such association happens through the game “*Detetive Química Orgânica UFCSPA*”, in which progress is structured around the peer instruction, being played in groups. Results indicated improved understanding of stereochemistry concepts and good acceptance of the applied models and methodologies, showing that both models and game achieved their roles of aiding the teaching of stereochemistry. We conclude that the tools available at a digital fabrication laboratory show as valuable allies to improve teaching abstract contents and that integrating molecular models and active teaching methodologies offers an effective approach to enhance stereochemistry teaching and develop students' attitudinal skills.

Keywords: Stereochemistry. 4.0 Education. Digital Fabrication. Peer Instruction. Gamification.

SUMÁRIO

Abstract.....	06
Sumário.....	07
Preâmbulo.....	08
INTRODUÇÃO.....	10
Elementos da Educação 4.0.....	10
Ensino de Estereoquímica.....	13
METODOLOGIA.....	15
Intervenção pedagógica.....	16
Criação dos instrumentos de geração de dados.....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
Avaliação do desempenho acadêmico.....	20
Avaliação das pesquisas de opinião sobre a metodologia.....	23
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
AGRADECIMENTOS.....	27
NOTAS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
Referências Bibliográficas.....	32

PREÂMBULO

EDUCAÇÃO 4.0 COMO ALIADA NO ENSINO DE ESTEREOQUÍMICA

(A ser submetido no periódico **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**)

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/about/submissions>

(QUALIS CAPES A1 QUÍMICA - Quadriênio 2017 a 2020)

Daniel Telichevesky, Alexandre do Nascimento Almeida, Gisele Orlandi Introíni, Simone Schneider
Amaral

Departamento de Educação e Humanidades, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto
Alegre

Departamento de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto
Alegre

Departamento de Farmacociências, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJAYI, Victor Oluwatosin. Effects of predict-explain-observe-explain and Vee heuristic strategies on students' achievement, metacognitive awareness and self-efficacy belief in organic chemistry in Ekiti State, Nigeria. **Metacognitive Awareness and Self-Efficacy Belief in Organic Chemistry in Ekiti State, Nigeria (December 17, 2019)**, 2019.

ARVANITIDI, Eugenia et al. 3D printing and education. **International Journal of Computer Applications**, v. 177, n. 24, p. 55-59, 2019.

BERMUDES, Wanderson Lyrio et al. Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações. **Revista Vértices**, v. 18, n. 2, p. 7-20, 2016.

BROOKS, Bill J.; KORETSKY, Milo D. The influence of group discussion on students' responses and confidence during peer instruction. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 11, p. 1477-1484, 2011.

CASSELMAN, Matthew D.; EICHLER, Jack F.; ATIT, Kinnari. Advancing multimedia learning for science: Comparing the effect of virtual versus physical models on student learning about stereochemistry. **Science Education**, v. 105, n. 6, p. 1285-1314, 2021.

CAVAIGNAC, Selma. USO DO KAHOOT E DE ESTRATÉGIA DE GAMIFICAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR: relato de experiência da aplicação do peer instruction como metodologia de ensino. **PontodeAcesso**, v. 13, n. 3, p. 224-238, 2019.

CHRISTOPOULOS, Athanasios; MYSTAKIDIS, Stylianos. Gamification in education. **Encyclopedia**, v. 3, n. 4, p. 1223-1243, 2023.

DA ROCHA FERNANDES, Anita Maria; CASTRO, Fernando Santos. Ambiente de Ensino de Química Orgânica Baseado em Gamificação. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2013. p. 124.

DA SILVA FERRY, Alexandre. Cultura maker & educação inclusiva: produção e validação de uma prancha grafotátil sobre destilação simples para o ensino de química a estudantes cegos. **Cadernos de Estágio**, v. 5, n. 4, 2023.

DA SILVA, Stefany Jardim et al. Jogos pedagógicos produzidos digitalmente para aprimorar a comunicação e a integração de crianças vulneráveis. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 13, n. 1, p. 27-39, 2022.

DA SILVA JÚNIOR, José Nunes et al. Stereochemistry game: Creating and playing a fun board game to engage students in reviewing stereochemistry concepts. **Journal of chemical education**, v. 96, n. 8, p. 1680-1685, 2019.

DA SILVA JÚNIOR, José Nunes et al. HSG400—Design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding chemistry and chemical engineering students in the review of stereochemistry during and after the COVID-19 pandemic. **Education for Chemical Engineers**, v. 36, p. 90-99, 2021.

DETERDING, Sebastian et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: **Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments**. 2011. p. 9-15.

DOS SANTOS BELMONTE, Ismael; BORGES, Amanda Vieira; GARCIA, Irene Teresinha Santos. Adaptation of physical chemistry course in COVID-19 period: reflections on peer instruction and team-based learning. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 6, p. 2252-2258, 2022.

EBRAHIMI, Farnoosh; RAMEZANI DANA, Hossein. Poly lactic acid (PLA) polymers: from properties to biomedical applications. **International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials**, v. 71, n. 15, p. 1117-1130, 2022.

ELFORD, Daniel; LANCASTER, Simon J.; JONES, Garth A. Stereoisomers, not stereo enigmas: A stereochemistry escape activity incorporating augmented and immersive virtual reality. **Journal of Chemical Education**, v. 98, n. 5, p. 1691-1704, 2021.

EROL, Tugce; CELIK, Suat. Flipped classrooms: Designed and implemented with colleagues collaboration. **Journal of University Teaching & Learning Practice**, v. 19, n. 3, p. 13, 2022.

FROMM, F. On teaching stereochemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 22, n. 2, p. 98, 1945.

GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: The digital fabrication revolution. **Foreign Aff.**, v. 91, p. 43, 2012.

GOK, Tolga; GOK, Ozge. Peer instruction in chemistry education: Assessment of students' learning strategies, conceptual learning and problem solving. In: **Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching**. 2016.

GRIEBELER, Cassiana Herzer; PASSOS, Camila Greff; PAZINATO, Maurício Selvero. Peer instruction in chemistry classes: systematic review on contributions and possibilities. **Educación Química**, v. 35, n. 4, p. 108-126.

GUSMÃO, Rodrigo Monteiro. A impressão 3d no ensino de química: projeto e fabricação de modelos moleculares e sua aplicação no ensino de isomeria geométrica e ótica. 2023.

HABIG, Sebastian. Who can benefit from augmented reality in chemistry? Sex differences in solving stereochemistry problems using augmented reality. **British Journal of Educational Technology**, v. 51, n. 3, p. 629-644, 2020.

HALLAL, Kassem; TLAIS, Sami. ChemiPuzzle: A Tool for Assembling the Structure of Organic Compounds and Enhancing Learning through Gamification. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 1, p. 402-409, 2022.

KL, Narasimha Swamy; CHAVAN, Pankaj S.; MURTHY, Sahana. Stereochem: Augmented reality 3d molecular model visualization app for teaching and learning stereochemistry. In:

2018 IEEE 18th international conference on advanced learning technologies (ICALT). IEEE, 2018. p. 252-256.

KRISTIAWAN, Ruben Bayu et al. A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing parameters. **Open Engineering**, v. 11, n. 1, p. 639-649, 2021.

KURBANOGLU, N. Izzet; TASKESENLIGIL, Yavuz; SOZBILIR, Mustafa. Programmed instruction revisited: a study on teaching stereochemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 1, p. 13-21, 2006.

KUSUMANINGDYAH, Rooserina et al. Teaching Stereochemistry with Multimedia and Hands-On Models: The Relationship between Students' Scientific Reasoning Skills and the Effectiveness of Model Type. **Center for Educational Policy Studies Journal**, v. 14, n. 1, p. 171-197, 2024.

MIRANDA, Jhonattan et al. The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. **Computers & Electrical Engineering**, v. 93, p. 107278, 2021.

MISTRY, Nimesh. Diagnosing and addressing the issues faced when students learn stereochemistry. **Teaching Chemistry in Higher Education: A Festschrift in Honour of Professor Tina Overton**, p. 165, 2019.

MÜLLER, Maykon Gonçalves et al. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, n. 3, p. e3403, 2017.

OLIVEIRA, Leandro. Recursos educacionais e multimodalidade na construção de significados em aulas de Estereoquímica do Ensino Superior. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 13, p. 1-21, 2023.

PAVLINIC, Slavica et al. Computing in stereochemistry-2D or 3D representations?. **Research in science education-past, present, and future**, p. 295-300, 2001.

PENHAKI, Juliana de Rezende. Soft skills na indústria 4.0. 2019.

PENNY, Matthew R. et al. Three-dimensional printing of a scalable molecular model and orbital kit for organic chemistry teaching and learning. **Journal of chemical education**, v. 94, n. 9, p. 1265-1271, 2017.

PING, Raedy et al. Unpacking the gestures of chemistry learners: What the hands tell us about correct and incorrect conceptions of stereochemistry. **Discourse processes**, v. 58, n. 3, p. 213-232, 2021.

PIRES, Jeniffer Jeniffer Giovanca Oliveira Souza; CANDIDA, Taynara Sousa; ALVES, Dylan Ávila. EXPLORANDO A RADIOATIVIDADE POR MEIO DE JOGOS DIDÁTICOS:: uma abordagem lúcida de aprendizagem no ensino de química. **Revista**

Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais (2238-3565), v. 13, n. 3, p. 261-270, 2024.

RAMÍREZ-MONTOYA, María Soledad et al. Complex thinking in the framework of Education 4.0 and Open Innovation—A systematic literature review. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 1, p. 4, 2022.

RAUPP, Daniele Trajano. Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica. 2015.

ROY, Béatrice; GASCA, Stéphan; WINUM, Jean-Yves. Chem'Sc@ pe: An organic chemistry learning digital escape game. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 3, p. 1382-1391, 2023.

SANTANA, Leonardo et al. Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 23, p. e12267, 2018.

SATARI, Clarysa et al. Systematic Literature Review: A Fun Organic Chemistry Learning Experience with Educational Games. **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**, v. 10, n. 7, p. 377-487, 2024.

SCHELL, Julie; MAZUR, Eric. Flipping the chemistry classroom with peer instruction. **Chemistry education: Best practices, opportunities and trends**, p. 319-344, 2015.

SHINE, H. J. Aids in teaching stereochemistry: Plastic sheets for plane projection diagrams. **Journal of Chemical Education**, v. 34, n. 7, p. 355, 1957.

SOLOMONS, T.W G.; FRYHLE, Craig B.; SNYDER, Scott A. **Química Orgânica. v.1**. Porto Alegre: Grupo GEN, 2018.