



# Impactos das Tecnologias na Engenharia Química

---

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Impactos das Tecnologias na Engenharia Química

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Natália Sandrini e Lorena Prestes

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

134	Impactos das tecnologias na engenharia química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 1)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-237-1 DOI 10.22533/at.ed.371190304  1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.  CDD 660.76
-----	--

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Inovações tecnológicas surgem a todo o momento, em todo o mundo, sendo utilizadas como uma ferramenta estratégica para manutenção e crescimento dos negócios nas indústrias. A Engenharia Química foi uma das carreiras que mais contribuiu para a evolução da Era Industrial para a Era Moderna.

A preocupação em desenvolver produtos e processos de produção torna a Engenharia Química responsável por pesquisas e projetos em relação aos materiais que passam por mudanças físicas e químicas, adquirindo outras características.

A Engenharia Química trabalha com a manipulação de compostos e substâncias para se criar novos produtos. Estes produtos proporcionam uma melhoria na qualidade de vida humana, pois além de pesquisas relacionadas, existe a preocupação em viabilizar as invenções, criar métodos baratos e eficientes de fabricação em massa, implementando processos químico-industriais cada vez melhores, mais econômicos e mais ecológicos.

Neste primeiro volume, organizado para você, apresentamos o papel do Engenheiro Químico no mercado de trabalho, pois este aplica conhecimentos adquiridos no estudo de Química e de Engenharia para criar soluções voltadas à produção ou ao uso de substâncias químicas. É o profissional que constrói um elo entre a ciência e a manufatura. Cabe ao engenheiro químico lidar com a formulação e a solução de problemas associados à indústria química, bem como trabalhar na operação e manutenção de sistemas. Também são expostos, neste volume, trabalhos relacionados ao ensino teórico e prático de Engenharia Química.

Além disso, encontram-se trabalhos relacionados com aplicações estatísticas, simulações e otimização de processos para melhoria de utilização de produtos e subprodutos. Assim como são expostos trabalhos de caracterização de materiais e alterações em processos químicos utilizando novas técnicas de análise de produto, avaliando comportamento, característica de sistemas, propriedades físico-químicas e alteração de composição de produtos já utilizados no mercado.

Baseado nestes trabalhos, convidamos você a aperfeiçoar seus conhecimentos na área da Engenharia Química. Os trabalhos selecionados oportunizam uma nova visão de materiais, processos e técnicas na área, mostrando o impacto tecnológico no desenvolvimento da indústria e sua relação direta com a sociedade e meio ambiente.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O PAPEL DO ENGENHEIRO QUÍMICO NO MERCADO DE TRABALHO: PRODUÇÃO DE UM GUIA PRÁTICO DIGITAL DESTINADO AOS GRADUANDOS E DEMAIS INTERESSADOS NA PROFISSÃO	
Raphael Carlos Rosa Pereira Eder Dias da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
GAMEQ: JOGO PARA O ENSINO NA ENGENHARIA QUIMICA	
Riccardo Cafagna Miguel do Valle Fróes Negreiros Falcão Felipe Emmanouil Martires Stamoglou Ana Lucia Barbosa de Souza Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
ELABORAÇÃO E AUTOMAÇÃO DE PROTÓTIPO DE REATOR CSTR CONSTRUÍDO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO VOLTADO À EDUCAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Sauro Franceschi de Carvalho Emeson de Souza Lemos Kevelyn Carolina Motta Sbravati	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>27</b>
PROJETO DE DIMENSIONAMENTO DE MÓDULO CONTÍNUO A PARTIR DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO COMO IMPLEMENTAÇÃO DO ENSINO EXPERIMENTAL DE ENGENHARIA QUÍMICA	
Cristiane Daliassi Ramos de Souza Igor Moraes Bezerra Calixto Sauro Franceschi de Carvalho Matheus Macedo Teixeira Rafaela Misseia Cinque de Lima Marco Antônio de Alcântara Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>36</b>
O SIMULADOR DO FUTURO APLICADO À INDÚSTRIA	
Fernanda Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>43</b>
TERMODINÂMICA QUÍMICA – COMPREENDENDO DE FORÇAS INTERMOLECULARES A COEFICIENTE DE ATIVIDADE	
Lisandra Ferreira de Lima Admilson Lopes Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903046</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>53</b>
DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE EQUILÍBRIO SÓLIDO-LÍQUIDO DE SOLVENTES EUTÉTICOS PROFUNDOS (DES) EMPREGANDO A CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)	
Helena Pletsch Mariana Carolina Gipiela Corrêa Dias Marcos Rogério Mafra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903047</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>59</b>
ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DE FALHAS POR TÉCNICAS ESTATÍSTICAS APLICADAS A SISTEMAS DE BOMBEAMENTO HIDRÁULICO	
Rebeca Albino de Jesus Ezequiel José da Silva Honorato Fábio George Nogueira Cruz José Nilton Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>73</b>
COMPARAÇÃO DE PERFIS DE VELOCIDADE OBTIDOS POR TUBO DE PITOT E POR SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ANSYS CFX	
Victor Felipe Arthur Coutinho Ladeia Rosilanny Soares Carvalho Anna Clara Marques de Queiroz João Carlos Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3711903049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>80</b>
ENGENHARIA DE PROCESSOS: DIMENSIONAMENTO, SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE SISTEMAS DE EVAPORAÇÃO MÚLTIPLO EFEITO DE INDÚSTRIAS DE CELULOSE <i>KRAFT</i>	
Jamilly Marques Gasparoni Cássia Regina Santos Nunes Almeida Gustavo Matheus de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030410</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>96</b>
PROJETO DE HIDROCICLONES USANDO OTIMIZAÇÃO ROBUSTA E ESTUDO DO EFEITO DA ROBUSTEZ	
Vitor Alves Garcia Fran Sérgio Lobato Luiz Gustavo Martins Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030411</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>111</b>
SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E CONTROLE DE COMPOSIÇÃO POR INFERÊNCIA DE TEMPERATURA EM PROCESSO PRODUTIVO DO ETILBENZENO	
Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas Paulo Romero de Araujo Mariz Emanuella Francisca de Lacerda Vieira Marcelo da Silva Pedro Jonas Laedson Marinho da Silva Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030412</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>119</b>
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE PH, TEMPERATURA E TEMPO DE VAPORIZAÇÃO NO PROCESSO DE TINGIMENTO DE TECIDOS	
Wanyr Romero Ferreira Wilson Costa Resende Aline Pereira Leite Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>128</b>
ANÁLISE CORROSIVA DO AÇO 304 QUANDO SUBMETIDO AO PROCEDIMENTO DE GALVANOPLASTIA	
Renata de Oliveira Marinho Marcelo Batista Queiroz Eudesio Oliveira Vilar Márcia Cristina de Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>140</b>
EFEITO DA DENSIDADE DE CORRENTE NO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE REVESTIMENTOS DE Co-W OBTIDOS POR ELETRODEPOSIÇÃO	
Arthur Filgueira de Almeida Bianca Oliveira Evaristo Josiane Dantas Costa Mikarla Baía de Sousa Nathália Cristina Morais Lia Fook Renato Alexandre Costa de Santana Ana Regina Nascimento Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>148</b>
FILTRO DE KALMAN ESTENDIDO E REDE NEURAL ARTIFICIAL NA ESTIMATIVA DE CONCENTRAÇÃO EM UM REATOR QUÍMICO NÃO ISOTÉRMICO	
Arioston Araújo de Moraes Júnior Leopoldo Oswaldo Alcazar Rojas Marcelo da Silva Pedro Paulo Romero de Araujo Mariz Emanuella Francisca de Lacerda Vieira Jonas Laedson Marinho da Silva Santos Rodrigo Marinho Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>153</b>
COMPÓSITO DE NANOCELULOSE BACTERIANA E NANOTUBOS DE CARBONO	
Guilherme Colla Vinícius Heidemann de Souza Fernanda Vieira Berti Luismar Marques Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030417</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>160</b>
IMOBILIZAÇÃO DE COLÁGENO HUMANO TIPO I EM MEMBRANAS DE NANOCELULOSE BACTERIANA	
Ana Carolina Jorge Meyer Emily Marques dos Reis Luismar Marques Porto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>167</b>
CENTRIFUGATION STEP CONTROL OF CELLULOSE NANOCRYSTALS SUSPENSION BY pH AND TURBIDITY MEASUREMENTS	
Mayara Felix Santana Bárbara Castro Moreira Flávia Mitsue Yamashita Nilda de Fátima Ferreira Soares José Mauro de Almeida Alvaro Vianna Novaes de Carvalho Teixeira Deusanilde de Jesus Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>173</b>
ESTUDO TERMODINÂMICO DA ADSORÇÃO DO CORANTE CRISTAL VIOLETA EM NANOTUBOS DE CARBONO FUNCIONALIZADOS	
Leonardo Martins Vargas Gabriel Facciochi Dörtzbacher Guilherme Luiz Dotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>181</b>
ESTUDO DA REOLOGIA E DA SALINIDADE DE MICROEMULSÕES À BASE DE GLICERINA PARA SEREM UTILIZADAS NA RECUPERAÇÃO DE PETRÓLEO	
Amanda Brito de Carvalho Fabiola Dias da Silva Curbelo Elayne Andrade Araújo Alfredo Ismael Curbelo Garnica	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>196</b>
ORGANOFILIZAÇÃO DE ARGILAS BENTONÍICAS PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO BASE MICROEMULSIONADA	
Renata Rodrigues Magalhães Roxana Pereira Fernandes de Sousa Alfredo Ismael Curbelo Garnica Fabiola Dias da Silva Curbelo Thaine Taumaturgo Caminha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030422</b>	

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>201</b>
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E VOLUMÉTRICAS DO QUEROSENE DE AVIAÇÃO E DO BIOQUEROSENE	
<p>Idila Rafaela Carvalho Gonçalves  Ana Clara Cazarin Queiroz  Luciana Loureiro de Pinho Rolemberg de Andrade  Sílvia Maria Zanini Sebrão  Krishnaswamy Rajagopal</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030423</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>210</b>
AVALIAÇÃO REOLÓGICA DE TINTAS ACRÍLICAS COMERCIAIS E ADITIVADAS COM CARGA CONDUTORA	
<p>Alex da Silva Sirqueira  Monica Cristina dos Santos Vieira  Monica Feijó Naccache  Stanley Pires de Alcântara</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>222</b>
EFEITO DA ADIÇÃO DA CINZA GASEIFICADA DE CARVÃO PULVERIZADO NA FORMULAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA	
<p>Gabryella Cerri Mendonça  Cristiano Corrêa Ferreira</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>232</b>
TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM SISTEMAS PARTICULADOS: DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA EFETIVA DE FERTILIZANTES GRANULADOS NA ESTAGNAÇÃO DE AR	
<p>Hugo Perazzini  Maisa Tonon Bitti Perazzini  Rayssa Caroline Ribeiro Bernardes  João Marcos Cardoso Silva</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>248</b>
DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DA UREIA EM SOLUÇÕES AQUOSAS DE ETANOL	
<p>Raquel de Oliveira Silva  Ana Paula Silva Capuci  Raíssa Araújo de Oliveira Campos  Ricardo Amâncio Malagoni</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>255</b>
CALIBRAÇÃO DE MEDIDORES DE VAZÃO COM ALTAS VAZÕES E VISCOSIDADES ELEVADAS: UMA ALTERNATIVA TÉCNICA À LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE ROYALTIES E PARTICIPAÇÕES ESPECIAIS	
<p>Carlos Eduardo Ribeiro de Barros Barateiro  Romulo Carlos da Silva Emerik</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37119030428</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>271</b>

## GAMEQ: JOGO PARA O ENSINO NA ENGENHARIA QUÍMICA

### **Riccardo Cafagna**

Centro Universitário – SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

### **Miguel do Valle Fróes Negreiros Falcão**

Centro Universitário – SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

### **Felipe Emmanouil Martires Stamoglou**

Centro Universitário – SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

### **Ana Lucia Barbosa de Souza**

Centro Universitário – SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

### **Ewerton Emmanuel da Silva Calixto**

Centro Universitário – SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

### **Fernando Luiz Pellegrini Pessoa**

Centro Universitário – SENAI CIMATEC

Salvador – Bahia

**RESUMO:** O presente capítulo apresenta um programa computacional, em forma de jogo, denominado GAMEQ, para o treinamento e/ou ensino no campo da Engenharia Química. A primeira etapa desta ferramenta educacional está voltada para o ensino/aprendizagem de sistemas de separação, com ênfase na destilação de misturas. A gamificação mostra-se uma ferramenta bastante útil para o desenvolvimento do aluno, coadunando com

as novas tendências mundiais no âmbito da educação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gamificação, Tecnologia Educacional, Educação na Engenharia, Simulação, Tecnologia Ativa

**ABSTRACT:** This chapter presents a computational program, in the form of a game, called GAMEQ, for training and/or teaching in the field of chemical engineering. The first step of this educational tool is focused on the teaching/learning of separation systems, with emphasis on the distillation of mixtures. The gamification is a very useful tool for the student's development, in line with the new global trends in the field of education.

**KEYWORDS:** Gamefication, Educational technology, Education in Engineering, Simulation, Active Technology.

## 1 | INTRODUÇÃO

As novas tecnologias educacionais desempenham um papel importante no crescimento da educação no século XXI. Frente a isso, devido à natureza do trabalho, os engenheiros são frequentemente solicitados a serem inovadores. Isto implica que devem possuir e/ou demonstrar habilidades criativas. No entanto, desenvolver um curso efetivo

e válido para aprimorar a criatividade dos participantes não é isento de desafios. Visto que a proposta não será de educar especialistas com diploma em criatividade, acredita-se que futuros engenheiros poderiam se beneficiar do desenvolvimento de suas habilidades criativas (Morin, Robert & Gabora, 2018).

Sabe-se que certas temáticas das disciplinas de Engenharia Química apresentam certo grau de dificuldade e que a abordagem realizada pelo docente pode não ser assertiva para o entendimento do aluno. Entretanto, tem-se buscado muitas alternativas para se agregar o método do ensino tradicional a novas técnicas facilitadoras da aprendizagem. Uma dessas técnicas, é o jogo didático.

De acordo com Fialho (2007), despertar o aspecto lúdico pode se tornar uma técnica facilitadora na elaboração de conceitos, no reforço de conteúdo, na sociabilidade entre os alunos, na criatividade e no espírito de competição e cooperação, tornando esse processo transparente, ao ponto que o domínio sobre os objetivos propostos no trabalho seja assegurado.

Diante disso, diversos autores vêm buscando metodologias alternativas na forma de um aplicativo e/ou software eficazes no processo de ensino-aprendizagem através de recursos gráficos, simulações de conceitos teóricos básicos e jogos, a fim de despertar maior interesse no discente (Perissé & Valdman, 2015; Kassim & Cadbury, 1996).

Este capítulo apresenta um programa computacional, em forma de jogo, denominado GAMEQ, para o treinamento e/ou ensino no campo da Engenharia Química. A primeira etapa desta ferramenta educacional está voltada para o ensino/aprendizagem de sistemas de separação, com ênfase na destilação de misturas.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte maneira. A seção 2 apresenta uma breve revisão de trabalhos relacionados sobre gamificação, particularmente sua aplicação à educação. A seção 3 descreve os métodos utilizados no estudo, onde na subseção apresentamos a produção e elaboração do jogo até o presente momento. A Seção 4 apresenta os resultados relativos ao design do jogo e a análise realizada com uma turma de Engenharia Química do Centro Universitário SENAI CIMATEC. Já a Seção 5 discute a aplicação desses resultados, as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2 | GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO NA ENGENHARIA

Em 2004 surgia o termo *gamification* (gamificação), por Nick Pelling, que propôs dispositivos eletrônicos para transformação em jogos lucrativos (Rughiniş, 2013). A gamificação é utilizada com a finalidade de mudar comportamentos, educar ou motivar.

A gamificação toma como base sistemas de recompensas, que são apropriados para engajar pessoas em atividades de curto prazo ou para ensinar habilidades às pessoas. Quando usado para mudanças de longo prazo, no entanto, existem algumas preocupações significativas sobre a gamificação baseada em recompensas; por

exemplo, a mesma recompensa pode manter os usuários conectados ao sistema por um longo período sem ficarem entediados? Outra questão é se o fator de engajamento existirá se o sistema de recompensas for descontinuado. A gamificação difere de outros avanços semelhantes em alguns meios importantes (Hamari & Koivisto, 2013):

1) A gamificação tenta criar experiências relacionadas ao jogo de videogame, em oposição a oferecer “experiências hedônicas imediatas por método, por exemplo, por meio de conteúdo audiovisual ou incentivos econômicos, como visto no marketing de lealdade” (Huotari & Hamari, 2012);

2) A gamificação tenta “influenciar as motivações em oposição ao comportamento e/ou comportamento especificamente, como é a situação em inovações convincentes” (Oinas-kukkonen & Harjumaa, 2009; Hamari, 2013);

3) A gamificação refere-se à inclusão da “gamefulness” nos sistemas existentes, em oposição à criação de um jogo inteiramente novo, como realizado com “serious games” (Deterding et al., 2011; Huotari & Hamari, 2012).

A Tabela 1 apresenta alguns trabalhos da literatura aberta relacionados ao tema de gamificação e ensino na área de engenharia.

PESQUISA	PROPOSTA	ANÁLISE
Nicholson, S. (2012).	Criando um significativo para gamificação estrutura.	Uma boa gamificação somente será bem-sucedida se colocar as necessidades do usuário acima da organização. Quando isso ocorre, o usuário terá uma experiência positiva que resulta em uma data de longa duração e envolvimento mais profundo entre os participantes, tarefas não relacionadas a jogos e organizações. Focando somente no mecanismo do jogo irá criar um falso cenário em alcançar um objetivo. As características positivas da experiência baseada em um jogo é a diversão em se jogar e não os pontos em si.
Spence, M., Foster, J. A., Irish, R., Sheridan, P. K., & Frost, G. S. (2012).	O propósito da gamificação de tutoriais foi para ajudar os alunos a se encontrarem a informação Padrões de Alfabetização para a ciência e Engenharia / Tecnologia, bem como apresentando-os métodos de descobrir o recurso certo para estudos deles.	A ideia do sistema de aprendizado baseado na gamificação era centralizada em “criar incentivos para aprender, permitindo ao aluno aprender no ritmo adequado, e para introduzir aos alunos a estrutura de um profissional que irão precisar como engenheiros”. Ao “gamificar” atividades para estudantes é oferecida uma nova abordagem de ensino que evolui em termos de resultados, e em comparação com versões de jogos de atividades anteriores. A maior parte dos alunos foram motivados e atingir a busca por estratégias; e o aprendizado foi melhor transferido para atividades subsequentes do curso. Por essas razões, gamificação oferece motivação no âmbito educacional que ativa a competitividade, natureza dos estudantes de engenharia, enquanto possibilita um desenvolvimento mais rápido de habilidades do que outros métodos.
Dominguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernandez-Sanz, L., Pages, C., & Martinez-Herraiz, J. (2013).	Estudo empírico em o nível terciário da educação no sujeito de “Qualificação para usuários de TIC. Onde “gamification” foi usado em dar o estudantes opcionais exercícios que é destinado a ajudar os alunos graduandos em os exames finais	Embora os impactos da gamificação sobre os aspectos cognitivos da educação, o conteúdo é limitado, mas muda o design e a estrutura do conteúdo para mais divertido pode ter um grande impacto motivacional. Conforme sugerido por Deterding, Dixon, Khaled & Nacke (2011), que projetar exercícios educativos abraçando desde o início do conceito de design gameful para torná-los mais interessantes para estudantes. A análise quantitativa sugere que o impacto cognitivo da gamificação sobre os alunos não é muito significativa. Isso é porque os alunos que seguiram exercícios tradicionais e exercícios gamificados realizaram uma pontuação geral semelhante. O pesquisador também apontou que a adaptação do conhecimento cognitivo e características dos videogames não podem ser infundidas no tradicional conteúdo educativo sem entrar no campo do entretenimento educativo ou jogos sérios.
Morrison, B. B., & DiSalvo, B. (2014).	Analizando como bem sucedido é a Khan academy em gamificar seu site.	Khan Academy aborda as questões de engajamento de curto prazo e usa gamification para manter os usuários envolvidos e progredindo para mais tarefas difíceis. Embora a Khan Academy tenha as qualidades que a tornam perfeita para aprendizes casuais que são auto-inspirados ainda não conseguiu criar efeito motivacional desejado. Utilizando recompensas externas, como pontos combiná-los com os exercícios subjacentes faz um vazio experiência gamification e instila um sentimento negativo nos usuários. Uma gamificação significativa envolve “adicionar elementos de puro jogo para sistema”; não apenas sistemas de pontuação. Os pesquisadores afirmam que combinar jogos com um ambiente de aprendizagem informal é muito difícil, embora seja ainda mais difícil criar uma abordagem centrada no usuário. Ambiente de aprendizagem gamificado. Conclui-se que o sucesso do gamificação do site pode ser alcançado alterando a implementação do sistema de crachás e pontos por permitire metas mais bem definidas e ampliar os aspectos sociais dos elementos de jogo.

Tabela 1: Trabalhos sobre gamificação e ensino

### 3 | METODOLOGIA

O GAMEQ unifica três tipos de gamificação:

(a) O quiz, no qual o jogador interage respondendo a perguntas visando completar missões, com base nos conhecimentos da Engenharia Química;

(b) Solução de problemas relacionados aos equipamentos industriais, que possui uma interface amigável ao usuário para realização de cálculos específicos de áreas diversas do conhecimento da Engenharia Química, com o intuito de completar outras missões que o jogo trará como objetivos;

(c) Solução de problemas relacionados ao processo industrial como um todo.

A Figura 1 apresenta a estrutura do GAMEQ com os três tipos de gamificação utilizados.

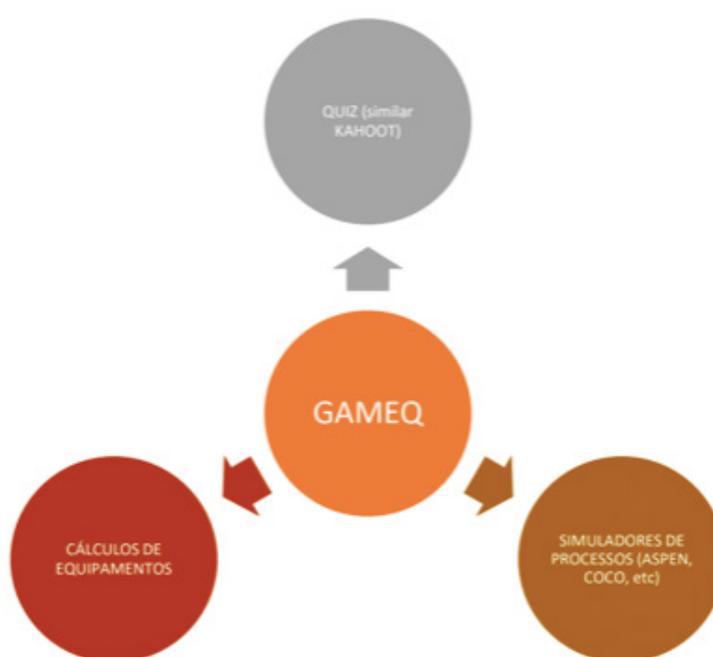


Figura 1: Estrutura do GAMEQ

#### 3.1 Produção e Elaboração do Jogo

Este jogo foi pensado para que os alunos que estão iniciando nas disciplinas específicas do curso de Engenharia Química possam, de maneira interativa e até mesmo lúdica, complementar e ampliar os seus conhecimentos teórico e prático a respeito da disciplina em estudo. Além disso, com o objetivo de aproximá-los o máximo possível da realidade industrial, mais especificamente, aos processos de separação presentes na indústria de processos químicos, a modelagem gráfica deste jogo foi realizada em 3D utilizando os recursos fornecidos pelos softwares Unity e Blender instalados em ambiente Windows (versão 10).

A escolha adequada dos equipamentos de proteção individual (EPIs) faz parte da primeira fase do jogo que tem por objetivo ampliar o entendimento do aluno de engenharia química quanto à importância do uso de EPIs na área industrial. Diversas

opções de acessórios são expostas ao aluno que será direcionado durante o trajeto inicial da planta a decidir quais são os EPIs apropriados antes de adentrar na unidade industrial, seguindo critérios da norma regulamentadora NR6 (Camisassa, 2015). Um algoritmo foi desenvolvido para que o grau de dificuldade aumente à medida que o aluno escolha as alternativas corretas. Neste caso, a sua pontuação também aumentará, de modo que esteja apto a participar da próxima fase. Por outro lado, escolhas inadequadas por parte do aluno, podem levar à diminuição de sua pontuação e às consequências desastrosas para a setor industrial.

Uma vez apto ao acesso no ambiente industrial, o aluno passará à segunda fase que consiste na escolha das condições operacionais adequadas para que uma determinada separação ocorra. Diversos tipos de misturas possíveis estão presentes em um banco de dados de propriedades termo-físico-químicas (Praunitz *et al.* 2001). O aluno ao escolher a mistura, será direcionado a diversas perguntas relacionadas às condições para que tal separação ocorra.

Após passar pela segunda fase, o aluno estará apto a realizar cálculos em que a escolha de condições operacionais será determinante para o projeto de torres de destilação. Diversos conhecimentos serão necessários nesta etapa, tais como, balanços de massa e energia, termodinâmica, fenômenos de transporte e operações unitárias.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do jogo didático consistiu em construção da infraestrutura inicial. A Figura 2 exhibe o ambiente da sala de recepção da indústria, onde a secretária permitirá o acesso à sala de EPIs. Após a escolha adequada dos EPIs, o aluno estará apto a entrar no ambiente industrial e escolher a missão.



Figura 2: Ambiente da sala de recepção

O jogador tem liberdade de se locomover na planta, podendo observar como pode ser a infraestrutura de uma indústria química. A Figura 3 mostra dois equipamentos,

sendo eles: uma torre de destilação, à esquerda, e um forno, à direita.

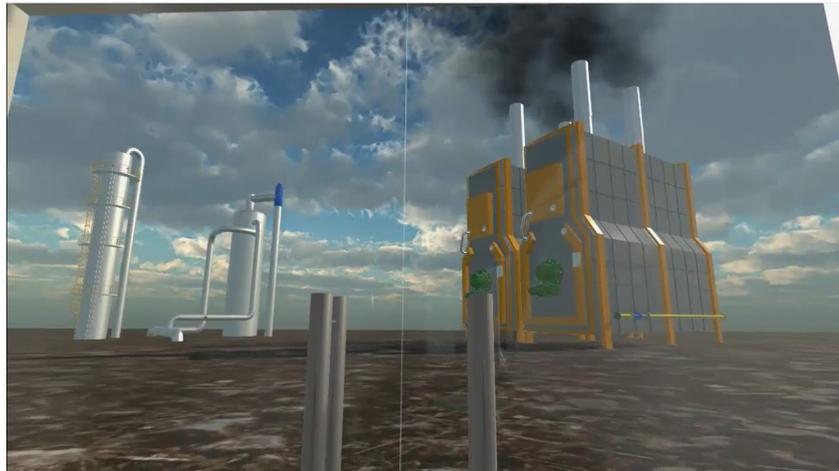


Figura 3: Torres de destilação e Forno

Após o jogador escolher os EPIs adequados, poderá acessar a sala de controle e realizar os cálculos referentes à missão. A Figura 4 mostra a interface para análise da torre de destilação, onde podem ser realizados cálculos de ponto de bolha e orvalho, visando a separação de misturas.



Figura 4: Interface gráfica para o cálculo de pressão de bolha e orvalho

Uma vez realizados os cálculos para tentar separar as substâncias, o aluno poderá observar se, de fato, a separação ocorreu ou houve apenas a formação de líquido ou gás, como mostrado na Figura 5.



Figura 5: Torre de Destilação (estado “Apenas Líquido”)

Afim de avaliar o programa computacional desenvolvido, em forma de jogo didático, desenvolveu-se um questionário no Google Forms, no qual os alunos da turma de 7º trimestre da Engenharia Química do Centro Universitário SENAI CIMATEC avaliaram o GAMEQ. A partir das respostas foi possível chegar às seguintes observações:

- I. O aprendizado é mais dinâmico, apresenta uma inovação no meio acadêmico já que o modelo educacional está saturado;
- II. Aproximação da prática de forma aprofundada, de modo extremamente viável e acessível;
- III. Maior segurança atrelada ao operacional, pois já vão estar mais familiarizados com a planta. Além de aumentar as possibilidades de preparação para quaisquer processos e ou situações de modo rápido e prático;
- IV. As disciplinas que seriam interessantes da utilização desse tipo de jogo são: Termodinâmica, Operações Unitárias, Estequiometria Industrial e Transferência de massa e calor;
- V. Em geral, utilizariam o jogo. Devido à falta de ter essa prática de operar/ simular os equipamentos dentro de uma indústria, e o jogo simularia perfeitamente desde o mais simples que é a escolha dos EPIs até o mais complexo que seria a resolução de problemas dentro de uma indústria.

## 5 | CONCLUSÕES

Percebe-se que a gamificação é uma ferramenta que desperta o interesse do alunado, visto que a tendência mundial é a utilização de metodologias ativas, com o uso de smartphones, tablets, dentre outras tecnologias móveis. Após a utilização do GAMEQ, os alunos demonstraram um maior interesse em estudar o conteúdo relacionado à disciplina ministrada, além de haver uma maior interação entre os

mesmos. É bom salientar que este projeto está em desenvolvimento e pretende-se incluir todas as operações unitárias e casos industriais para tomada de decisão. Espera-se alcançar um software capaz de treinar/ensinar casos práticos para alunos e operadores da indústria de processos.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ e FAPERJ pela bolsa concedida a um dos co-autores e ao Gustavo de Lima Sanches pelo auxílio no desenvolvimento do GAMEQ.

## REFERÊNCIAS

CAMISASSA, M. Q. **Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. rev. e atual.** Rio de Janeiro: Editora Método, 2015.

DETERDING, S., DIXON, D., KHALED, R., & NACKE, L. **From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “ Gamification .”** In MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, 9–15, 2011.

DOMINGUEZ, A., SAENZ-DE-NAVARRETE, J., DE-MARCOS, L., FERNANDEZ-SANZ, L., PAGES, C., & MARTINEZ-HERRAIZ, J. J. **Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes.** Computers and Education, 63, 380–392, 2013. doi:10.1016/j.compedu.2012.12.020

FIALHO, Neusa Nogueira. **Jogos no Ensino de Química e Biologia.** Curitiba: IBPEX, 2007.

HAMARI, J. **Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service.** Electronic Commerce Research and Applications, 12(4), 236–245, 2013. doi:10.1016/j.elerap.2013.01.004

HUOTARI, K., & HAMARI, J. **Defining Gamification - A Service Marketing Perspective.** In Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference, 17–22, 2012.

JOHNSON, L., SMITH, R., WILLIS, H., LEVINE, A., & HAYWOOD, K. The 2011 Horizon Report. Austin, Texas: New Media Consortium, 2011.

KASSIM, H. O.; CADBURY, R. G. **The Place of the Computer in Chemical Engineering Education.** Elsevier, Computers and Chemical Engineering Supplement, v.20, p. S1341S1346, 1996.

PERISSÉ, J. C.; VALDMAN, A.; **APLICATIVO PARA ENSINO DE ENGENHARIA QUÍMICA BÁSICA,** p. 2611-2616 . In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n.3. 1.

São Paulo: Blucher, 2015. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/chemeng-cobeqic2015-386-33999261203  
POLING, B. E.; PRAUZNITZ, J. M.; O'CONNELL, J. P. **The Properties of Gases and Liquids.** Fifth Ed ed. [s.l.] McGraw-Hill Professional, 2001.

MORRISON, B. B., & DISALVO, B. Khan academy gamifies computer science. In Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '14 ,39–44, 2014. doi:10.1145/2538862.2538946

NICHOLSON, S. A. **User-Centered Theoretical Framework for Meaningful Gamification.** In Games+ Learning+ Society , 1–7, 2012.

OINAS-KUKKONEN, H., & HARJUMAA, M. **Communications of the Association for Information Systems Persuasive Systems Design** : Key Issues , Process Model , and System Features  
Persuasive Systems Design : Key Issues , Process Model , and System Features. Communications of the Association for Information Systems, 24(28), 485–500, 2009.

RUGHINIȘ, R. **Gamification for Productive Interaction Reading and Working with the Gamification Debate in Education**. In The 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies CISTI 2013, 1–5, 2013.

SPENCE, M., FOSTER, J. A., IRISH, R., SHERIDAN, P. K., & FROST, G. S. **“Gamifying” a library orientation tutorial for improved motivation and learning**. In 2012 ASEE - American Society for Engineering Education Annual Conference, 2012.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**CARMEN LÚCIA VOIGT** Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-237-1

