



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# Química:

Desvendando propriedades e  
comportamentos da matéria 2

  
Ano 2022



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)

# Química:

Desvendando propriedades e  
comportamentos da matéria 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Química: desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q6 Química: desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. - Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0486-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.866221409>

1. Química - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Química: Desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2 ” é constituído por dez capítulos de livros que foram divididos em três eixos-temáticos: *i)* ensino de química; *ii)* química inorgânica e suas aplicações e; *iii)* produção de álcool e química ambiental.

O primeiro tema é constituído por três capítulos que procuraram investigar as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de química sob o olhar do aluno em relação às aulas no sistema remoto e as dificuldades enfrentadas por futuros professores de química durante a pandemia do COVID-19 (março/2020 a dezembro/2021). O terceiro capítulo apresentou um estudo em relação ao tema “Estação Meteorológica” como gerador do conhecimento químico.

Os capítulos de 4 a 7 apresentam trabalhos que procuraram investigar a química inorgânica e suas diferentes aplicações, entre as quais: *i)* transformação do 2-metilofeno sobre argila modificada pela incorporação de zinco; *ii)* a importância do conhecimento dos compostos de coordenação; *iii)* introdução de filmes finos de  $CeO_2$  sobre a superfície de materiais cerâmicos com porosidade construída de  $TiO_2$  utilizando a técnica de réplica e; *iv)* utilização de Terras Raras como indicador fotoluminescente de pH.

Por fim, o terceiro eixo temático apresenta um estudo que demonstra o potencial de produção de etanol de segunda geração a partir da biomassa vegetal da Gigoga (vegetal que se prolifera em ambientes aquáticos de águas doces e salobras com elevada contaminação). O oitavo capítulo apresenta a eficiência da biomassa proveniente da maçã como bioadsorvente de  $Cu(II)$ ,  $Fe(II)$  e  $Ni(II)$ . Finaliza-se com o capítulo 10 que apresenta um estudo para remoção do hormônio 17 $\alpha$ -Ethinilestradiol sob cristais de  $WO_3$  e ativados por luz policromática.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ENSINO REMOTO EM MEIO À PANDEMIA DA COVID-19: DIFICULDADES E PERCEPÇÕES DE BOLSISTAS PIBID E ALUNOS NO ENSINO DE QUÍMICA

Caren Layssa Marques Santana  
Werley Denison Lima de Lima  
Alexsandro Sozar Martins  
Ana Rosa Carriço de Lima. M. Duarte  
Kelly das Graças Fernandes Dantas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214091>

### **CAPÍTULO 2..... 7**

RELATO DE AULAS REMOTAS EM COMPONENTES CURRICULARES EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA NO ENSINO

Aline Valquiria da Silva Maciel  
Brenda Vanzin Ribas  
Edneia Durlí

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214092>

### **CAPÍTULO 3..... 10**

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

Carla Aparecido da Silva Lopes  
Eliane Flora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214093>

### **CAPÍTULO 4..... 13**

ESTUDO DAS TRANSFORMAÇÕES DO 2-METILTIOFENO SOBRE A ARGILA KSF MODIFICADA ATRAVÉS DA PILARIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE ZINCO

Manuela Lisboa de Oliveira  
Vivian Lima dos Santos  
Eneida Andrade Cardoso  
Vitor Almeida de Novaes Galvão  
Angelica Amaral de Oliveira  
Arthur Pinto Mariano  
Ronaldo Costa Santos  
Luiz Antônio Magalhães Pontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214094>

### **CAPÍTULO 5..... 25**

INTRODUÇÃO A QUÍMICA DOS COMPOSTOS POR COORDENAÇÃO

Emanoel Jorge Silva Gomes  
Silvia Cristianne Nava Lopes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214095>

**CAPÍTULO 6..... 35**

**SÍNTESE DE FILME FINO DE CeO<sub>2</sub> SUPORTADO EM CERÂMICA POROSA DE TiO<sub>2</sub> A PARTIR DA TÉCNICA DE RÉPLICA**

Daniel Coelho do Amaral  
Alley Michael da Silva Procópio  
Isabela Cristina Fernandes Vaz  
Ana Cristina Tolentino Cabral  
Márcio Roberto de Freitas  
Mercês Coelho da Silva  
Francisco Moura Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214096>

**CAPÍTULO 7..... 44**

**INDICADOR FOTOLUMINESCENTE DE pH: UMA INTRODUÇÃO ÀS TERRAS RARAS**

José Gabriel Santos Barbosa  
Jorge Fernando Silva de Menezes  
Andrei Marcelino Sá Pires Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214097>

**CAPÍTULO 8..... 60**

**ANÁLISE DO POTENCIAL DA GIGOGA PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO VIA ROTA QUÍMICA**

Carolina Mello Coutinho Fonseca  
Marina Pinheiro Gomes  
Gisel Chenard Díaz  
Yordanka Reyes Cruz  
Leonard Guimarães Carvalho  
Donato Alexandre Gomes Aranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214098>

**CAPÍTULO 9..... 75**

**BIOMASSA DE MAÇÃ COMO BIORSORVENTE PARA REMOÇÃO DE Cu(II), Fe(II) E Ni(II) EM SOLUÇÕES AQUOSAS**

Aline Raiza Aparecida Ribeiro  
Alexandre Gomes  
Aline Rocha Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8662214099>

**CAPÍTULO 10..... 86**

**FOTODEGRADAÇÃO DO 17 $\alpha$ -ETINILESTRADIOL SOB CRISTAIS DE WO<sub>3</sub> SUPOSTADOS EM SBA-15 ATIVADOS POR LUZ POLICROMÁTICA**

Antonio Ferreira Soares Filho  
Luis Fernando Guimarães Noletto  
Vitória Eduardo Mendes Vieira  
Renato Pereira de Sousa  
Geraldo Eduardo da Luz Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.86622140910>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>101</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>102</b>

## INDICADOR FOTOLUMINESCENTE DE pH: UMA INTRODUÇÃO ÀS TERRAS RARAS

Data de aceite: 01/09/2022

Data de submissão: 08/07/2022

### José Gabriel Santos Barbosa

Centro de Formação de Professores,  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Amargosa-BA  
<http://lattes.cnpq.br/4193155091111467>

### Jorge Fernando Silva de Menezes

Centro de Formação de Professores,  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Amargosa-BA  
<http://lattes.cnpq.br/7799441763950977>

### Andrei Marcelino Sá Pires Silva

Centro de Formação de Professores,  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Amargosa-BA  
<http://lattes.cnpq.br/9271287213302865>

**RESUMO:** As Terras Raras são utilizadas na fabricação de produtos com alta tecnologia com elevado valor agregado. Elas podem ser aplicadas na produção de células fotovoltaicas e até mesmo em armas bélicas. Mesmo assim, esses materiais não aparecem nas ementas das disciplinas de Química Inorgânica I e II do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Pensando nisso, esta pesquisa tem como objetivo sugerir e avaliar uma proposta experimental que visa produzir e aplicar um indicador de pH fotoluminescente para introduzir os estudantes à química das Terras Raras e seus complexos. Para isso, criou-se

uma proposta experimental intitulada “indicador fotoluminescente de pH: uma introdução às Terras Raras” baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov sob uma perspectiva de uma experimentação problematizadora. Isso, para ser utilizada nas disciplinas de Química Inorgânica que até então estavam carentes de atividades experimentais, conforme relatado pelos participantes desta pesquisa. Sendo assim, esta pesquisa possui caráter qualitativo e utilizou-se um questionário online semiestruturado para que professores de Química (Educação Básica e Ensino Superior) e graduandos na área (que já tivessem cursado as disciplinas de inorgânica I e II). Com isso, os participantes puderam avaliar a proposta aqui produzida. Com base no *feedback* dos voluntários, percebeu-se que a proposta (no início, composta por questionário inicial, experimento, material do professor e questionário final) é válida, aplicável. No entanto, algumas sugestões foram feitas como: aumentar a carga horária, deixar claro a fundamentação pedagógica por trás da elaboração do material, dentre outras. O que gerou uma reelaboração do material em todos os aspectos mencionados pelos avaliadores, inclusive a alteração do título da proposta. Sendo assim, a partir dos resultados, conclui-se que este trabalho alcançou seus objetivos iniciais. Para o futuro, pretende-se testar o indicador fotoluminescente em soluções aquosas e pôr em prática o que foi produzido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terras Raras; Fotoluminescência, Experimentação problematizadora, Três momentos pedagógicos, Ensino de Química.

## PHOTOLUMINESCENT pH INDICATOR: AN INTRODUCTION TO RARE EARTHS

**ABSTRACT:** Rare Earths are used in the manufacture of high technology products with high added value. They can be applied in the production of photovoltaic cells and even in war weapons. Even so, it is not mentioned in the syllabus of the Inorganic Chemistry I and II disciplines of the Degree in Chemistry at the Federal University of Recôncavo da Bahia. With that in mind, this research aims to suggest and evaluate an experimental proposal that aims to produce and apply a photoluminescent pH indicator to introduce students to the chemistry of Rare Earths and their complexes. For this, an experimental proposal was created entitled “photoluminescent pH indicator: an introduction to Ra-res Lands” based on Delizoicov’s three pedagogical moments from the perspective of a problematizing experimentation. This, to be used in the disciplines of Inorganic Chemistry, which until then was lacking in experimental activities, as reported by the participants of this research. Therefore, this research has a qualitative character and a semi-structured online questionnaire was used so that Chemistry teachers (Basic Education and Higher Education) and undergraduates in the area. With this, the participants were able to evaluate the proposal produced here. Based on the volunteers’ feedback, it was noticed that the proposal (in beginning, composed of an initial questionnaire, experiment, teacher’s material and final questionnaire) is valid and applicable. However, some suggestions were made, such as: increasing the workload, clarifying the pedagogical basis behind the preparation of the material, among others. This led to a re-elaboration of the material in all aspects mentioned by the evaluators, including the change in the title of the proposal. Therefore, from the results, it is concluded that this work achieved its initial objectives. For the future, we intend to test the photoluminescent indicator in aqueous solutions and put into practice what has been produced.

**KEYWORDS:** Rare Earths, Photoluminescence, problematizing experimentation, Three pedagogical moments, Teaching of Chemistry.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os elementos conhecidos como Terras Raras (TRs) correspondem à série dos lantanídeos (lantânio ao lutécio) acrescida do escândio e ítrio devido as suas semelhanças (LIMA, 2012). Vale lembrar que esses elementos são utilizados na fabricação de produtos de alta tecnologia com elevado valor agregado. Nesse caso, as Terras Raras melhoram a eficiência desses materiais. Dois exemplos disso são: “(1) liga de NdFeB (Neodímio-Ferro-Boro) para produzir super imã, de ampla aplicação em carros elétricos, sistema de energia e trens de alta velocidade; (2) o uso do Európio (Eu) nas telas de computadores e televisão; dentre outras” (TAKEHARA *et al.*, 2015, p. 17-21).

No que se refere ao mercado internacional desses elementos, a China ocupa papel de destaque sendo o país líder em depósito e produção, tendo 44 milhões de toneladas presentes em suas reservas minerais no ano de 2021. Tudo isso para extração e aplicação em diversos produtos com alto valor agregado. Nesse cenário, outras nações se destacam como o Vietnã (segundo colocado) e o Brasil que divide a terceira colocação com a Rússia. O Brasil possui cerca de 21 milhões de toneladas de TRs em depósito (U.S. GEOLOGICAL

SURVEY, 2022).

Já no cenário nacional, o Brasil ainda não consegue suprir sua demanda interna por Terras Raras e acaba consumindo cerca de 1% do que é produzido pelo mercado global. Por outro lado, algumas regiões do país possuem alto potencial de mineração desses elementos e nos últimos anos o governo federal tem investido no desenvolvimento de sua mineração. Dentre os estados de destaque, tem-se Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e Bahia. Todos fazendo parte do relatório de avaliação do potencial de TRs no Brasil (TAKEHARA *et al.*, 2015, p. 17-21).

Mesmo assim, apesar de sua importância, ao analisar a ementa das disciplinas de inorgânica do curso de Licenciatura em Química da UFRB, não há nenhuma menção sobre as Terras Raras nem seus compostos. O que pode configurar uma carência, ainda mais se tratando de uma graduação que visa formar professores. Conforme o PPC (Projeto Pedagógico do Curso), nas disciplinas Química Inorgânica I e Química Inorgânica II da matriz curricular, anterior aprovada em 2012 (atualmente o curso está passando por uma transição), deve-se discutir os seguintes conteúdos: Inorgânica I: propriedades periódicas, oxigênio, hidrogênio, água, metais alcalinos e alcalinos terrosos, não metais, primeira série dos metais de transição, gases raros. Inorgânica II: teoria moderna da estrutura eletrônica; análise das funções de ondas, teorias das ligações químicas covalentes e iônicas, da química dos compostos de coordenação, das noções de simetria molecular, as teorias de ligações covalentes (TLV, TCC, TOM) aplicadas a compostos de coordenação; noções de espectroscopia molecular, estabilidade, cinética e mecanismos de reações inorgânicas (BRASIL, 2012).

Ou seja, em nenhuma das ementas inclui-se conteúdos como a fotoluminescência de complexos híbridos de Terras Raras, suas aplicações e técnicas espectroscópicas de análise desses materiais de maneira explícita. Dessa forma, identifica-se uma lacuna para se abordar a fotoluminescência e os complexos de coordenação de TRs, bem como as propriedades periódicas de metais do bloco *f*. Também, na Química Inorgânica I tem-se a pretensão de discutir propriedades periódicas e isso poderia ser feito incluindo esses metais em comparação com os de transição do bloco *d* tratando, por exemplo, da contração lantanídica e blindagem dos orbitais *4f*. Já na Química Inorgânica II, tendo seu foco na química dos compostos de coordenação, em conteúdos como noções de espectroscopia molecular, estabilidade, cinética e mecanismos de reações inorgânicas se poderia abordar a análise de espectros (emissão, excitação e absorção) de complexos organometálicos de Terras Raras e até mesmo rotas de síntese desses compostos.

Entretanto, ainda em concordância com o PPC, disciplinas como Química Orgânica III e Analítica III (optativa) se propõem a discutir espectroscopia eletrônica e vibracional tanto no infravermelho quanto na região do ultravioleta. O que configuraria mais uma possibilidade de tratar desse tema, considerando os complexos híbridos de Terras Raras com as  $\beta$ -dicetonas (BRASIL, 2012).

Considerando a importância dessa temática, se faz necessário abordar sobre esses elementos e seus compostos durante as disciplinas de inorgânica mostrando o quanto essa química é versátil e ampla. No entanto, sabe-se que nem sempre é possível encaixar conteúdos além da ementa. Sendo assim, dar visibilidade à química das Terras Raras e seus complexos luminescentes é o objetivo geral desta pesquisa. Para isso, os objetivos específicos são: a) Produzir um indicador fotoluminescente de pH. b) Elaborar uma proposta experimental utilizando o indicador produzido. c) Validar a proposta experimental por meio da avaliação feita por graduandos em licenciatura em Química que já cursaram Inorgânica II e professores formados. d) Reformular a proposta com base nas sugestões dos avaliadores. Ressalta-se que essa atividade pode ser utilizada nas disciplinas (Inorgânicas I e II) contendo um caráter interdisciplinar. Afinal, envolve conteúdos de química analítica, orgânica e inorgânica.

## **2 | METODOLOGIA**

### **2.1 Definições da pesquisa**

Para iniciar a definição desta pesquisa, no que toca a sua modalidade, tem-se que ela pode ser classificada como experimental e descritiva (estudo descritivo).

É classificada como experimental devido ao fato de que foram realizados procedimentos como a síntese de complexos inorgânicos e o experimento em si (aplicação dos compostos anteriormente citados na elaboração de um indicador de pH fotoluminescente a ser utilizado na aula experimental). Também é descritiva porque elaborou-se e aplicou-se um questionário para avaliar a proposta experimental produzida neste trabalho o qual foi respondido por graduandos do curso de Licenciatura em Química da UFRB (que concluíram Química Inorgânica I e II) e professores internos e externos à instituição.

Com relação à abordagem, este trabalho de pesquisa se enquadra como qualitativo considerando a aplicação do questionário de avaliação que foi semiestruturado, o qual teve suas respostas analisadas via Análise de Conteúdo.

### **2.2 Instrumentos para a obtenção dos dados**

Escolheu-se, como forma de obtenção dos dados desta pesquisa (para a avaliação da proposta experimental), um questionário semiestruturado disponibilizado via formulário online. Este formato é composto por uma mescla de perguntas abertas e fechadas. Também foi a maneira utilizada para elaborar os questionários inicial e final a serem entregues aos alunos participantes da atividade experimental em si.

Ainda sobre o questionário de avaliação online da proposta experimental aplicado nesta pesquisa, vale ressaltar que foi respondido por 27 participantes. Nele foram disponibilizados um único arquivo para os professores voluntários (em formação ou já atuantes na educação básica ou ensino superior). Junto com esses arquivos, havia

sete questões diretamente relacionadas à proposta e outras perguntas sobre formação acadêmica e conhecimento sobre o tema do trabalho. Para que se tenha uma melhor noção sobre o grau de formação dos envolvidos, elaborou-se o Gráfico 01.

Em qual categoria abaixo você se insere?

27 respostas

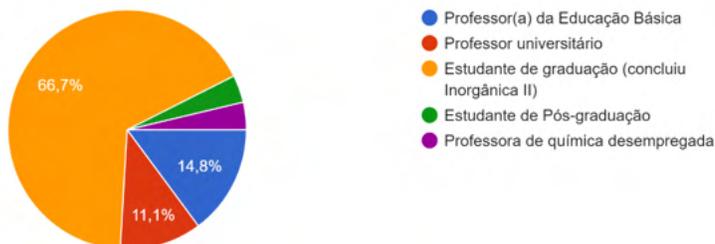


Gráfico 01- Formação acadêmica e campo de trabalho dos participantes da pesquisa.

Fonte: dados da pesquisa.

Optou-se por enviar o questionário online apenas para aqueles que já tivessem, ao menos, concluído as disciplinas Química Inorgânica I e II. Isso, para manter um certo grau de qualidade no que se refere à avaliação da proposta. Principalmente pelo fato de que certamente, esses já teriam uma noção de química inorgânica (metais de transição, química de coordenação, dentre outros conteúdos envolvidos na proposta). Vale destacar o envolvimento de um pouco mais de 30% correspondente a profissionais formados em Química.

### 2.3 Instrumentos para análise dos dados

Tendo em mãos o questionário de avaliação respondido, realizou-se uma análise dos dados que se deu por intermédio da Análise de Conteúdo (AC). Essa é uma técnica baseada em três principais etapas: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A primeira condiz com a fase de organização se referindo à escolha de documentos (neste caso, o questionário de avaliação da proposta), formulação de hipóteses e objetivos, bem como a elaboração de indicadores e preparação do material. A segunda diz respeito à codificação e categorização, que é o ponto crucial do processo. Já na terceira, trabalha-se com as informações fornecidas pela análise, tratando-as para serem significativas e válidas. Nessa fase, também é comum o uso de operações estatísticas (CÂMARA, 2013).

### 2.4 Estratégia metodológica

Esta pesquisa inspirou-se nos trabalhos de Jr, Ferreira e Hartwig (2008), Kiouranis e

Silveira (2016) e Mayrinck *et al.* (2017). Especialmente o último por ter trabalhado com uma proposta interdisciplinar em diferentes cursos de exatas no Ensino Superior e obtendo bons resultados. Tudo isso, utilizando um experimento com células solares sensibilizadoras por corantes avaliando o efeito da experimentação na construção do conhecimento.

Dessa forma, a proposta experimental produzida e avaliada neste trabalho segue o viés de uma experimentação problematizadora que, por sua vez, tem como base os 3 MPs de Delizoicov. Sua organização se deu conforme ilustrado no Quadro 01.

Momentos	Descrição
Problematização inicial	Realização do experimento (indicador de pH fotoluminescente) e aplicação do questionário inicial
Organização do conhecimento	Aula expositiva dialogada
Aplicação do conhecimento	Aplicação do segundo questionário

Quadro 01- Síntese da sequência de atividades desenvolvidas na proposta experimental

Fonte: autoria própria.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Avaliação da proposta experimental

Com o objetivo de analisar a avaliação da proposta experimental e de todos os materiais que fazem suporte para a mesma como os questionários inicial e final para o aluno e o roteiro experimental, elaborou-se um questionário semiestruturado com 07 questões. E, para facilitar o entendimento, organizou-se os resultados de cada questão os separando por tópicos conforme pode ser visto a seguir.

Além disso, como um elevado número de participantes deu sugestões escritas na maioria dos tópicos, resolveu-se categorizá-los com códigos. No Quadro 02, eles foram organizados de uma maneira com a qual se pudesse preservar suas identidades, mas deixando claro seus graus de formação.

Participante	Formação	Participante	Formação	Participante	Formação
P1	Doutor(a)	P10	Graduando(a)	P19	Graduando(a)
P2	Graduando(a)	P11	Graduando(a)	P20	Graduando(a)
P3	Graduando(a)	P12	Graduando(a)	P21	Graduado(a)
P4	Graduando(a)	P13	Graduando(a)	P22	Mestre
P5	Doutorando(a)	P14	Graduando(a)	P23	Graduado(a)
P6	Graduando(a)	P15	Doutor(a)	P24	Graduado(a)
P7	Graduando(a)	P16	Graduando(a)	P25	Graduando(a)
P8	Graduando(a)	P17	Graduando(a)	P26	Mestre
P9	Graduando(a)	P18	Graduando(a)	P27	Mestre

Quadro 02- Categorização dos participantes quanto a sua formação acadêmica.

Fonte: Dados da pesquisa.

### 3.1.1 Adequação da proposta ao público-alvo (Questão 01)

Inicialmente, através da análise das respostas obtidas na questão 1, nota-se que a grande maioria dos voluntários da pesquisa considera a proposta adequada para o público-alvo. Porém, alguns deles também apontaram falhas e fizeram sugestões.

1. Em relação ao público alvo, a proposta experimental (tema, metodologia, carga horária) é:  
27 respostas

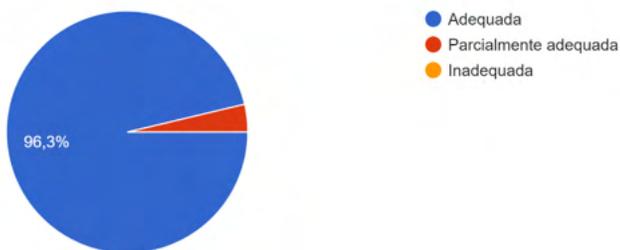


Gráfico 02-Adequação da proposta para o público-alvo.

Fonte: dados da pesquisa.

Inicialmente, foi sugerido por P21, e reforçado por P26, que se dividisse o questionário inicial em duas partes, alegando que algumas perguntas não estavam diretamente relacionadas ao experimento. De fato, ambos tinham razão e o uso de uma avaliação diagnóstica parece ser relevante para uma melhor sistematização da proposta experimental. Afinal, uma avaliação diagnóstica, consiste na primeira etapa de avaliação da aprendizagem dos alunos, possibilitando a identificação de limitações e capacidades. E isso tende a facilitar na tomada de ações corretivas que levem ao alcance dos objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos (RIBEIRO e FIGUEIREDO, 2010).

Sendo assim, conforme sugerido por P26, as questões 6, 7, 8, 9, 10 e 12 foram realocadas para o instante anterior ao experimento a fim de verificar alguns conhecimentos prévios dos estudantes. Também se aproveitou para adicionar a pergunta “O que são quelatos?”. Enquanto as perguntas 1,2,3,4,5 e 11 foram mantidas na última etapa do primeiro momento da proposta experimental (após a realização do experimento).

### 3.1.2 Clareza dos objetivos e sua relação com as justificativas e etapas da proposta (Questão 02)

Os participantes tiveram acesso, em anexo, ao arquivo de suporte para o professor, chamado de proposta experimental “Indicador fotoluminescente de pH: Uma introdução às Terras Raras”. E, com base nele avaliaram a clareza dos objetivos e se esses dialogam bem com as justificativas e etapas apresentadas. No geral, a avaliação foi positiva como consta no Gráfico 03. Mesmo assim, sugestões foram feitas.

## 2. Os objetivos são claros e dialogam bem com as justificativas e etapas da proposta?

27 respostas

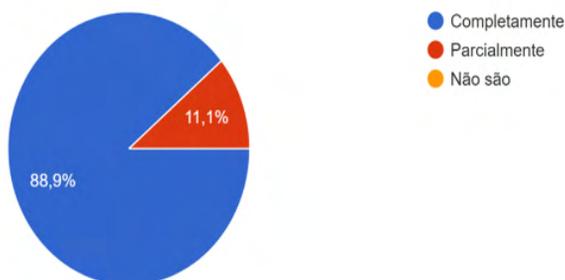


Gráfico 03-Avaliação da escolha e clareza dos objetivos da proposta com base nas etapas e justificativas da proposta.

Fonte: dados da pesquisa.

Analisando as respostas obtidas para a Questão 2, P11 afirma que os momentos propostos na atividade foram bem estruturados e pensados. E P21 sugeriu a adição de “evidenciar a importância das Terras Raras para os dias atuais” como um dos objetivos de ensino da proposta. No entanto, acredita-se que não há a necessidade de realizar essa alteração.

### 3.1.3 Atratividade do título e os objetivos da proposta (Questão 04)

Analisando o Gráfico 04, observa-se que o título é atrativo para a maioria dos participantes, assim como compreende efetivamente os objetivos da proposta.

## 4. O título é atrativo e compreende bem os objetivos da proposta?

27 respostas

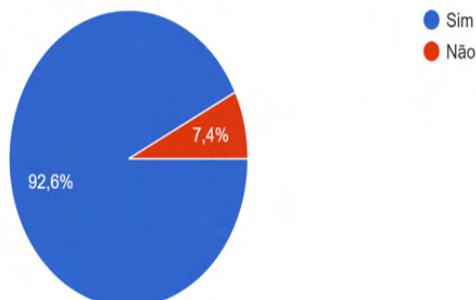


Gráfico 04- Avaliação da atratividade do título da proposta.

Fonte: dados da pesquisa.

Aqui, merece destaque o fato de que mesmo não sendo unânime, 92% dos participantes acharam o título atrativo e eficiente. Merece destaque o comentário do P27, que diz o seguinte: “Acredito que o termo ACIDEZ está inadequado. Pela proposta, é mais adequado “Indicador fotoluminescente de pH: Uma introdução às Terras Raras”. Ele apresentou a sugestão que mais se encaixa com a proposta do trabalho. E por isso, alterou-se o nome da proposta experimental em sua versão final conforme sugerido. Afinal, acidez indica a quantidade de íons  $H^+$  em solução enquanto o termo pH se refere a uma medida, escala que serve para analisar tanto ácidos quanto bases.

### 3.1.4 O grau de satisfação com o experimento (Questão 05)

Para avaliar o grau de satisfação dos participantes sobre o experimento apresentou-se o mesmo em um arquivo anexado no formulário online, juntamente com os resultados esperados para ele. Esses resultados estavam contidos em um tópico dentro da proposta experimental. Tudo isso, para enriquecer o material posto à disposição dos avaliadores.

Dessa maneira, conforme o Gráfico 05, 74,1% dos participantes se mostraram plenamente satisfeitos com o experimento do indicador de pH fotoluminescente. Enquanto que os outros 25,9% consideraram-se parcialmente satisfeitos. Ou seja, os dados são positivos. No entanto, vale ressaltar que alguns deles apresentaram sugestões para melhorar ainda mais o trabalho.

5. Demonstre seu grau de satisfação com o experimento (indicador fotoluminescente) considerando as imagens dos resultados (esperad...tivos de aprendizagem da proposta experimental).  
27 respostas

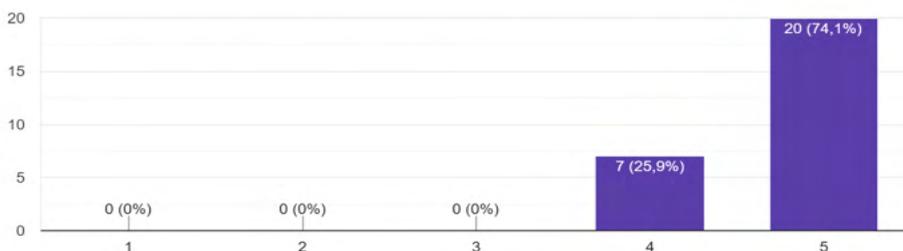


Gráfico 05-Grau de satisfação com o experimento considerando os resultados esperados.

Fonte: dados da pesquisa.

P5 questiona sobre a ausência da aplicabilidade do experimento em termos de sociedade. Acredita-se que esse participante estivesse sugerindo que a proposta experimental ou o experimento em si se fundamentasse no movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Sendo assim, é preciso esclarecer que

O enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre ciência, tecnologia e sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo por alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário (AULER, BAZZO, 2001, p. 1-13).

Essa corrente vem sendo abordada em estratégias pedagógicas para o ensino de ciências conforme os trabalhos de Conrado e El-Hani (2010), Schwan e Santos (2020). E, de fato, poderia ser uma alternativa interessante para o tema “Terra Raras”. Entretanto, para este trabalho, preferiu-se não se fundamentar nessa questão deixando essa possibilidade para trabalhos futuros.

### 3.1.5 Possibilidade de uso ao longo de uma disciplina curricular de Química Inorgânica (Questão 06)

Uma das possibilidades dessa proposta é seu uso por uma das disciplinas de Química Inorgânica do CFP. Através do Gráfico 06, fica claro que a grande maioria dos avaliadores acreditam que isso seria possível.

6. Você acredita que esta proposta poderia ser utilizada ao longo de uma disciplina de Química Inorgânica em um curso de Ensino Superior?

27 respostas

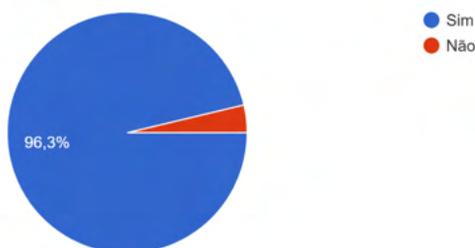


Gráfico 06-Avaliação da possibilidade do uso da proposta experimental em uma disciplina de Química Inorgânica.

Fonte: dados da pesquisa.

As respostas dos participantes P3, P13, P20 e P26 reforçaram a ausência de atividades práticas em Química Inorgânica I e II. Enquanto P27 levantou a possibilidade dessa proposta ser utilizada em alguma disciplina optativa. Sendo assim, é importante dizer que o novo PPC que está rodando concomitantemente com o anterior já traz disciplinas práticas específicas para Química Inorgânica. O que pode indicar uma preocupação da comunidade docente com esse problema. Assim como uma chance real de aplicação da proposta produzida neste trabalho (BRASIL, 2019).

P17 inseriu a discussão da não abordagem desse tema durante o Ensino Médio.

O que poderia, por exemplo, ser feito mesmo que superficialmente ao se falar de Tabela Periódica no primeiro ano. Essa situação está de acordo com Cabral (2014, p.09) a qual afirma que “os elementos lantanídeos presentes na tabela periódica, conhecidos como Terras Raras, não são comumente trabalhados, tanto no ensino médio quanto no ensino superior, apesar de sua presença ser marcante na tabela periódica”.

### *3.1.6 Limites e potencialidades (Questão 07)*

Buscando identificar mais limites e potencialidades deste trabalho, elaborou-se a sétima questão do questionário de avaliação online. Nele, os participantes puderam elencar os pontos negativos e positivos encontrados neste trabalho de uma maneira mais direta.

#### *3.1.6.1. Pontos negativos*

P3, questionou a viabilidade da proposta com base no, segundo ele, alto valor de mercado do complexo. Na verdade, não seria o caso, considerando que existe um grupo de pesquisa (Grupo de Materiais fotônicos) que trabalha com esses complexos na UFRB. Além disso, embora os complexos possuam elevado valor agregado, os óxidos são mais baratos e a síntese do produto final é plenamente possível de ser realizada em laboratório de química de uma universidade minimamente equipado.

P13 indicou a necessidade de se esclarecer sobre a divisão da carga horária de cada momento da proposta experimental. Infelizmente, de fato isso não estava tão claro na versão avaliada pelos participantes. No entanto, isso foi corrigido na versão final.

P21 também toca no uso adequado do tempo. Novamente, ele trouxe a questão da possibilidade de a aula expositiva dialogada influenciar nas respostas no segundo questionário. P24 e P26, também mencionaram a questão do tempo de execução da atividade, considerando quatro horas insuficientes. Dessa forma, resolveu-se elevar a carga horária da atividade de 4h para 6h, sendo: 2h para o primeiro momento (avaliação diagnóstica, experimento e aplicação do primeiro questionário para o aluno), 3h para o segundo momento (aula expositiva dialogada) e 1h para o terceiro momento (aplicação do segundo questionário para o aluno).

Sendo assim, considerando as sugestões como a referente à duração da proposta e a inserção de uma avaliação diagnosticada, a proposta foi reestruturada. Foram feitas alterações em todos os materiais, notadamente o roteiro experimental, o material de apoio do professor e os questionários a serem entregues aos estudantes. O Quadro 03 representa a sequência das novas etapas das atividades:

Momento	CH	Descrição da atividade
Primeiro	2h	Avaliação diagnóstica, Experimento, primeiro questionário para os alunos.
Segundo	3h	Aula expositiva dialogada.
Terceiro	1h	Aplicação do questionário final para o aluno.

Quadro 03- Os três momentos da proposta experimental.

Fonte: autoria própria.

Por fim, P27 abordou a questão do desperdício de solventes e isso remete à tendência atual chamada de Química Verde. Mais precisamente, ele englobou 2 dos 12 princípios desse movimento: economia de átomos e diminuição de solventes e auxiliares. Ou seja, utilizar a menor quantidade de solventes auxiliares e de reagentes. E isso vale tanto para fins industriais quanto de ensino (PRADO, 2003).

Além disso, ele também recomendou que fosse feita uma revisão das instruções contidas no roteiro experimental. Resolveu-se seguir todas as suas sugestões nesse quesito pois, de fato, do jeito que estava poderia haver confusão por parte dos alunos.

### 3.1.6.2. Pontos positivos

Entre as respostas, se destacam os comentários de P20 e P23. Este, que enaltece a necessidade de uma atividade experimental como essa dentro das disciplinas de inorgânica. E esse que menciona um dos objetivos deste trabalho: dar visibilidade à química das Terras Raras. Um resumo dos resultados obtidos com o indicador fotoluminescente é apresentado nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5.



Figura 01-Sistema sob radiação UV sem complexo

Fonte: Próprio autor



Figura 02-Tubos de ensaio sob radiação UV

Fonte: Próprio autor

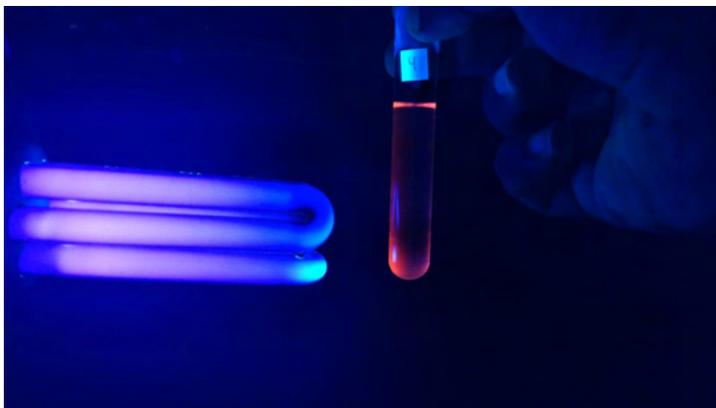


Figura 03-Tubo 4 sob radiação UV

Fonte: Próprio autor

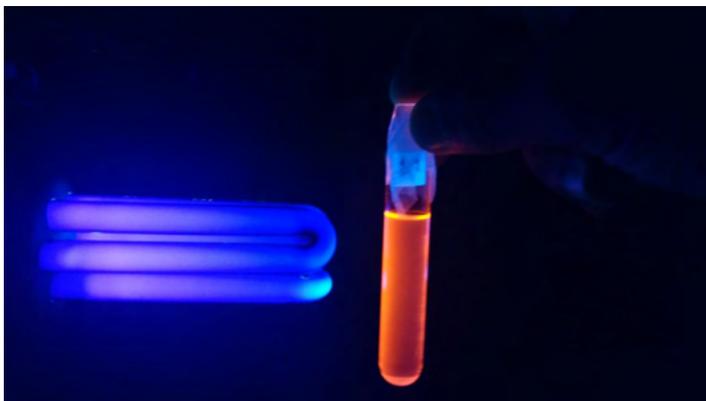


Figura 04-Tubo 12 sob radiação UV

Fonte: Próprio autor

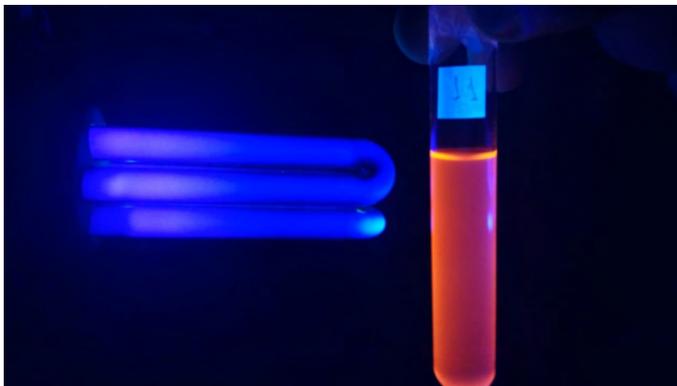


Figura 05-Tubo 11 sob radiação UV

Fonte: Próprio autor

Analisando as cinco figuras anteriores, nota-se que os tubos 4, 12 e 11 foram os que apresentaram maior intensidade de luminescência vermelha (característica do íon  $\text{Eu}^{3+}$ ). Como alguns deles apresentaram valores repetidos para o pH, resolveu-se adicionar o complexo apenas nos tubos 1, 2, 3, 4, 12, 11 e 10, respectivamente.

Com isso, os valores de potencial hidrogeniônico obtidos foram: tubo 1 (pH = 1), tubo 2 (pH = 2 ou 3), tubo 3 (pH = 4), tubo 4 (pH = 5), tubo 12 (pH = 6), tubo 11 (pH = 8), tubo 10 (pH = 10). Isso demonstra, em primeiro momento, que o indicador fotoluminescente é eficiente com um intervalo de resposta entre o pH = 5 e pH = 8.

É importante lembrar que não é uma exigência que a proposta experimental, enquanto experimentação problematizadora, englobe os 3 MPs. Com isso, a proposta produzida aqui abarca em partes a fase da aplicação do conhecimento (terceira) porque ela não generaliza os conhecimentos estruturados nos momentos anteriores para outros experimentos. Porém, deixa em aberto essa possibilidade, a cargo do professor, fazendo algumas sugestões no arquivo de suporte ao docente. Esse, equivale à reformulação da proposta com base no que foi sugerido pelos participantes desta pesquisa. Ou seja, o produto final deste trabalho.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal consideração a ser feita é que os objetivos deste trabalho foram alcançados. De fato, elaborou-se uma proposta experimental capaz de abordar a química das Terras Raras e alguns de seus compostos de coordenação. Assim como conseguiu-se melhorá-la consideravelmente tendo como referência as sugestões dadas pelos participantes. Tudo isso, utilizando o indicador fotoluminescente de pH sintetizado que se mostrou eficiente.

As respostas obtidas através do questionário de avaliação da proposta experimental,

foram de suma importância pois possibilitaram a melhora do material. A atividade precisou ser reformulada considerando as sugestões feitas pelos voluntários. Dentre as principais alterações, destaca-se o fato de o questionário inicial ter sido dividido em dois, tendo uma parte transformada em uma avaliação diagnóstica e a outra mais focada na interpretação do experimento (indicador fotoluminescente de pH). Isso fez com que os questionários se tornassem mais objetivos e de certa forma diminuiu a probabilidade de serem massivos para os alunos.

Outra alteração de destaque foi no nome da proposta trocando o termo “acidez” por “pH” por se concordar com as ideias do P27. Dessa forma, apresentando o trabalho de uma maneira mais condizendo com seus objetivos.

Por fim, as possibilidades que surgem com o novo currículo que consta no atual PPC do curso são inúmeras. Inclusive, abrindo espaço para a aplicação efetiva da proposta aqui produzida (Apêndice A), avaliada e reformulada nas disciplinas de Química Inorgânica Experimental I e II. E, para o futuro, pretende-se testar o comportamento do complexo em outros sistemas como a diluição de ácidos e bases fortes em água. Tudo isso para avaliar sua solubilidade e variação de luminescência com a mudança de pH conforme realizado neste trabalho em solução alcoólica.

## REFERÊNCIAS

AULER, D; BAZZO, W. A. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro.** Ciência e Educação, v.7, n.1, p. 1-13, 2001.

BRASIL. MEC. UFRB, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA. **Projeto Pedagógico do Curso Licenciatura em Química Diurno.** Cruz das Almas, 2012. Disponível em < [https://www.ufrb.edu.br/cfp/images/NUGTEAC\\_2019/PPC\\_de\\_Qu%C3%ADmica.pdf](https://www.ufrb.edu.br/cfp/images/NUGTEAC_2019/PPC_de_Qu%C3%ADmica.pdf) > Acesso em: 08 de agosto de 2020.

BRASIL. MEC. UFRB, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA. **Projeto Pedagógico do Curso Licenciatura em Química Diurno.** Cruz das Almas, 2019.

CABRAL, W. F. **Os Lantanídeos e o Ensino Médio: uma proposta.** Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, p. 09, 2014.

CÂMARA, R. H. **Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações.** Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), jul - dez, 2013,179-191.

CONRADO, D. M; EL-HINO, C. N. **Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciência.** II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal.** Dissertação de mestrado. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1982. *Apud* MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS.** Tese (Doutorado em Educação)- Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

Jr, W. E. F; FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R. **Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências.** Química Nova na Escola, N°30, p. 34-41, 2008.

KIOURANIS, N. M. M; SILVEIRA, M. P. **Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química.** Química Nova na Escola, Vol. 39, N°1, p. 68-74, 2017.

LIMA, P. C. R. **Terras-raras: elementos estratégicos para o Brasil.** Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, p. 3, 2012.

MAYRINCK, C.; ROCHA, L. A.; VITORETI, A. B. F. VAZ, R.; TARTUCI, L. G.; FERRARI, J. L.; SCHIAVON, M. A. **Célula solar de Grätzel: uma proposta de experimentação interdisciplinar.** Revista Virtual de Química, Vol. 9, N° 2, n.p., 2017.

MIRANDA, F. **Investigação por questionário: Teoria e Prática.** Metodologias de investigação II, Universidade de Lisboa - instituto de educação, 2011.

PRADO, A. G. S. **Química verde, os desafios da química do novo milênio.** Química Nova, Vol, 26, No. 5, p.738-744, 2003.

RIBEIRO, L. P; FIGUEIREDO, J. A. Avaliação diagnóstica: uma breve reflexão. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense,** v.1. Paraná, 2010.

SCHWAN, G; SANTOS, R. A. **Dimensionamentos curriculares de enfoque CTS no ensino de ciências na educação básica.** Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 6, p. 1-15, 2020.

TAKEHARA, L; SHINTAKU, I; RABELO, D. M; SILVEIRA, F. V. **Informe de recursos minerais.** Série Minerais Estratégicos, n°2. Brasília, 2015.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries,** p. 137, 2022.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análise termogravimétrica (TG) 38

### B

Biocombustíveis 60, 62, 73

Biomassa 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 81, 82

Biossorção 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Biossorvente 75, 77, 78, 79, 80, 81, 85

### C

Catalisadores 13, 15, 18, 19, 22, 23, 36, 37, 42, 86, 89, 97

Celulignina 60, 64, 65, 72

Celulósico 61, 66, 69, 70, 71, 72, 73

Cerâmicas Porosas (CPs) 36

Cobre 38, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 85

Combustíveis fósseis 14, 60, 62

Compostos de coordenação 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 46, 57

*Coronavirus Disease* 2019 7

### D

Designificação 60, 64, 65, 69, 70, 72

Desreguladores Endócrinos (DEs) 87

Difração de Raios-X (DRX) 86, 90

### E

Efeito estufa 60, 62

Efeitos ecotoxicológicos 86, 87

Ensino da Química 25

Ensino remoto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Espectrometria de Absorção Atômica com Chama (FAAS) 75, 78

Espectroscopia e Energia Dispersiva de Raios X (EDS) 38

Estrogênio sintético 86

Etanol 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 71, 72, 73, 74

### F

Fenômenos atmosféricos 10

Ferro 17, 25, 45, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 83, 84, 85

Filme fino de CeO<sub>2</sub> (FFC) 35, 37, 40, 42

Fisissorção 13, 16, 18

Fotoluminescente 44, 47, 49, 50, 52, 55, 57, 58

## **G**

Gigoga 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 70, 72

*Google Classroom* 1, 3

*Google Forms* 1, 3

*Google Meet* 7

## **H**

Hemicelulósico 60, 61, 65, 66, 68, 70, 71, 72

Hidrólise ácida 60, 64, 65, 66, 68, 69, 70

## **L**

Luz Ultravioleta (UV) 86

## **M**

Maçã gala 75, 77

Meio ambiente 13, 14, 34, 36, 61, 62, 76, 85, 86, 87

Meteorologia 10, 11, 12

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) 35, 38, 75, 77, 80

## **N**

Níquel 28, 29, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 90

## **O**

Organização Mundial da Saúde (OMS) 2, 5, 7, 9

Óxidos semicondutores 87

## **P**

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) 2, 3, 5

## **R**

Resíduos agroindustriais 75, 77

## **T**

Terras raras 44, 45, 46, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 57

## W

*WhatsApp* 1, 3



# Química:

## Desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# Química:

## Desvendando propriedades e comportamentos da matéria 2

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)