



e-Book

XXIX Semana da Física

Física Aplicada – Soluções Científicas para os Desafios Contemporâneos

Patrocinadores:





Londrina, 24 de outubro de 2025.

É com grande entusiasmo e satisfação que apresentamos o e-Book da XXIX Semana da Física do Departamento de Física, da Universidade Estadual de Londrina, um compêndio que reflete a riqueza e a diversidade das discussões e pesquisas apresentadas em nosso evento. Ao longo dos anos, a Semana da Física consolidou-se como um espaço vital para a integração, o aprendizado e a reflexão, e esta edição não foi exceção.

O tema escolhido para este ano, "Física Aplicada: Soluções científicas para desafios contemporâneos", ressoa profundamente com as demandas urgentes de nosso tempo. Como bem destacado na abertura do evento, vivemos um momento em que o mundo exige respostas rápidas e inovadoras para problemas complexos, que vão desde as mudanças climáticas e a transição energética até a transformação digital e a saúde de precisão. A Física, com sua capacidade intrínseca de desvendar os fundamentos do universo e de traduzir esse conhecimento em inovações práticas, está na vanguarda dessas soluções.

Apresentamos, neste volume, um panorama inspirador de como a Física atua como um pilar estratégico para o desenvolvimento e a soberania nacional, tanto no campo da pesquisa fundamental quanto na aplicação prática. Reconhecemos a importância dos avanços em pesquisa básica, que, guiados pela curiosidade humana, pavimentam o caminho para grandes inovações tecnológicas. Figuras históricas como Galileu, Newton, Joule, Maxwell e Einstein, mencionadas no discurso de abertura, representam essa busca incessante pelo conhecimento. No entanto, o foco desta edição recai sobre a Física aplicada e o papel crucial que ela desempenha na formação de profissionais capacitados para atuar em setores estratégicos do Brasil.

Nosso país, como outros em desenvolvimento, necessita cada vez mais de especialistas que possam impulsionar a indústria de semicondutores, energia, nanotecnologia, instrumentação médica, computação e inteligência artificial. Observamos, com satisfação, o crescente reconhecimento do físico em áreas como o setor financeiro, valorizando sua robusta formação em análise de dados, modelagem matemática e resolução criativa de problemas. A proliferação de empreendedores de base tecnológica, que criam startups inovadoras e spin-offs de pesquisa, demonstra a vitalidade do ecossistema de inovação, impulsionado pela "quádrupla hélice" que integra universidade, empresa, governo e sociedade civil organizada. Iniciativas da UEL, como seus laboratórios multiusuários, projetos de P&D&I com empresas e o UEL TECH, o primeiro Parque Tecnológico dentro de uma Universidade Paranaense, são exemplos concretos desse compromisso com a transformação social e tecnológica.



A Professora Yvonne Mascarenhas, em sua valiosa contribuição, expande essa perspectiva ao traçar um panorama histórico e atual do desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro. Ela nos lembra que, embora o Brasil ainda atue, por vezes, como usuário de tecnologias desenvolvidas em países mais ricos, há um esforço contínuo para assumir maior protagonismo. A análise da balança comercial brasileira de 2022, que revela nossa predominância como exportadores de commodities e importadores de manufaturados, como fertilizantes químicos e óleos combustíveis de petróleo, sublinha a urgência de fortalecer a ciência nacional na absorção e aplicação de novas tecnologias. Setores como o agronegócio, exemplificados pelos sucessos da EMBRAPA no desenvolvimento de microrganismos fixadores de nitrogênio e termofosfatos, são frentes onde a Física e outras ciências desempenham um papel transformador.

A Professora Mascarenhas também destaca a impressionante jornada de construção de uma infraestrutura científica e educacional no Brasil. Desde a criação de unidades de pesquisa ligadas ao MCTIC, algumas delas centenárias como o Observatório Nacional (1827) e o Museu Paraense Emílio Goeldi (1866), até a fundação de instituições vitais como a Academia Brasileira de Ciências (1916), o Instituto Nacional de Tecnologia (1921), o CBPF (1949), o CNPq (1951) e a CAPES (1951), percebemos o longo caminho percorrido para o fortalecimento da ciência e da pós-graduação. O crescimento das universidades públicas, a criação do ENEM e a implementação da Lei de Cotas são marcos essenciais na democratização do acesso ao ensino superior, como evidenciado pelos programas Vem Pra USP e CUCO, que têm demonstrado o sucesso da inclusão de estudantes de escolas públicas.

Os desafios, contudo, persistem, especialmente no que tange à qualidade da educação básica e à inclusão de parcelas da população de baixa renda. A evasão de estudantes cotistas com menor renda per capita na USP, por exemplo, destaca a necessidade de esforços contínuos. A citação de Paulo Freire — "A educação não resolve todos os problemas, mas sem ela não se resolve nenhum problema" — ressalta a importância primordial de investir na formação educacional em todos os níveis, especialmente na educação infantil e fundamental I.

Este e-Book materializa a visão de uma Física vibrante e engajada com as questões do nosso tempo. Os resumos dos trabalhos aqui reunidos são testemunhos da dedicação e criatividade de nossos pesquisadores e estudantes, abordando uma vasta gama de tópicos que ilustram a aplicação da Física em diversas áreas:

Saúde e Ambiente: Desde a quantificação de metais na saliva de usuários de cigarros eletrônicos utilizando TXRF e as aplicações dos Raios X na medicina para diagnósticos, até a



avaliação da contaminação por metais pesados em cascas de árvores em regiões de tráfego veicular.

Energia e Materiais: Pesquisas sobre NaFeO_2 e $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP) para baterias de íons de sódio, investigações sobre a dopagem em cátodos para BISs, o desempenho e reciclagem de baterias de íon-lítio NMC 532 com grafeno, e a aplicação de Dissulfeto de Molibdênio em Células Solares de Perovskita, além de copolímeros para OLEDs.

Agroindústria e Geologia: Estudos sobre a determinação de nutrientes em amostras de forragem por WDXRF, AAS e EDXRF, e a caracterização de minerais por microtomografia computadorizada por Raios X.

Física Fundamental e Cosmologia: Discussões sobre ondas gravitacionais e sua detecção, a astronomia multimensajeira, a matéria escura e modelos cosmológicos acoplados à energia escura, demonstrando a contínua busca por desvendar os mistérios do cosmos.

Educação em Física: Iniciativas inovadoras como a construção de objetos educacionais baseados no efeito de "Fantasma de Pepper", a análise das competências de Física e Química propostas pela BNCC para o ensino por investigação, e a aprendizagem investigativa com a pilha de Volta em uma prática interdisciplinar e de baixo custo. Também são exploradas as auroras polares e sua relevância para o currículo do futuro professor de física, e o papel dos radioisótopos em aplicações tecnológicas e científicas.

Estes trabalhos não apenas representam a excelência da pesquisa em nossa universidade, mas também exemplificam o potencial da Física para gerar conhecimento, inovar e impactar positivamente a sociedade. As contribuições apresentadas neste e-Book são um convite à reflexão e à colaboração, reforçando a mensagem de que, com investimento contínuo na formação de talentos e na infraestrutura de pesquisa, as novas gerações farão "muito mais e melhor".

Que este e-Book inspire nossos jovens cientistas na busca por caminhos para o pleno desenvolvimento social, econômico, científico e tecnológico do Brasil, utilizando e aprimorando as condições científicas e tecnológicas já existentes, frutos dos esforços de gerações anteriores.

Desejamos a todos uma leitura proveitosa e inspiradora!



Índice

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Discurso de Abertura da XXIX Semana da Física..... | 7 |
| 2 | “A busca do desenvolvimento científico, tecnológico e social do Brasil”..... | 9 |
| 3 | Quantificação de metais na saliva de usuários de cigarros eletrônicos utilizando TXRF | 28 |
| 4 | Raios X: da descoberta à aplicação na medicina | 29 |
| 5 | Influência da glicina como agente quelante na síntese sol-gel de NaFeO ₂ : estudo da formação de fases cristalinas e propriedades estruturais | 30 |
| 6 | As ondas gravitacionais e sua detecção | 31 |
| 7 | Caracterização de Minerais por Microtomografia Computadorizada por Raios X | 32 |
| 8 | Rota de síntese de Na ₃ V ₂ (PO ₄) ₃ (NVP) para baterias de íon-sódio e suas capacidades. | 33 |
| 9 | Investigação estrutural do efeito sinérgico da dopagem de K ⁺ e Nb ⁵⁺ em catodos P2-Na _{0,80} Ni _{0,25} Mn _{0,75} O ₂ para baterias de íons de sódio | 34 |
| 10 | Astronomia Multimensagem: Como ler as mensagens do Cosmos? | 35 |
| 11 | Construção de um objeto educacional a partir do efeito de “fantasma de Pepper” | 36 |
| 12 | Desempenho, Reciclagem e Inovação em Baterias de Íon-Lítio NMC 532: Perspectivas com a Inserção de Grafeno..... | 37 |
| 13 | Comparação entre coffeea arabica e coffeea canephora por meio de fluorescência de raios X ... | 38 |
| 14 | Estudo da aplicação dos politipos de Dissulfeto de Molibdênio em Célula Solar de Perovskita | |
| | 39 | |
| 15 | Além do lcdm: explorando modelos cosmológicos acoplados à energia escura | 40 |
| 16 | As auroras polares e o currículo do futuro professor de física: aferições de uma análise de conteúdo quali-quantitativa interdisciplinar..... | 41 |
| 17 | Caracterização de materiais em uma simulação de pintura de cavalete por pXRF | 42 |
| 18 | Em busca da matéria escura: história, evidências e candidatos | 43 |
| 19 | Radioisótopos | 44 |
| 20 | Análise das competências de Física e Química propostas pela BNCC: uma experiência do PIBID Interdisciplinar | 45 |
| 21 | Aprendizagem investigativa com a pilha de volta: prática interdisciplinar e de baixo custo em | |



| | |
|---|----|
| física e química | 46 |
| 22 Determinação de nutrientes em amostras de forragem por WDXRF, AAS e EDXRF | 47 |
| 23 Processos não radiativos em copolímeros para aplicação em OLEDs | 48 |
| 24 XRF na avaliação da contaminação por metais pesados em região de alto tráfego veicular.... | 49 |



1 Discurso de Abertura da XXIX Semana da Física

Prof. Dr. Alexandre Urbano

Bom dia a todas as pessoas aqui presentes!

É com grande alegria e satisfação que damos início à XXIX Semana da Física da Universidade Estadual de Londrina, um evento que já se consolidou ao longo dos anos como um espaço privilegiado de integração, aprendizado, e reflexão.

O tema deste ano, **"Física Aplicada: Soluções científicas para desafios contemporâneos"**, não poderia ser mais atual e relevante. Vivemos um momento em que o mundo exige respostas rápidas e inovadoras para problemas complexos, das mudanças climáticas à transição energética, da transformação digital à saúde de precisão, e a Física, assim como outras ciências, está na linha de frente dessas soluções.

Quando pensamos na Física, muitas vezes lembramos de seus fundamentos, das descobertas que transformaram nossa compreensão do universo, pensamos em Galileu, Newton, Joule, Maxwell, Einstein e em tantos outros. É importante destacar que **os avanços em pesquisa básica seguem sendo motores do desenvolvimento humano e científico**. Grandes inovações tecnológicas só são possíveis porque, antes, cientistas investigaram fenômenos de maneira básica, livre, guiados pela força motriz maior chamada curiosidade.

No entanto, hoje queremos ressaltar especialmente o papel da Física aplicada. O Brasil, tal como outros países em desenvolvimento, necessita cada vez mais de profissionais capacitados para atuar em setores altamente técnicos e estratégicos, que vão desde a indústria de semicondutores, energia, nanotecnologia, até a instrumentação médica, computação e inteligência artificial. O setor financeiro, como exemplo, vem descobrindo aceleradamente o potencial do físico, reconhecendo sua formação robusta em análise de dados, modelagem matemática e resolução criativa de problemas.

Além disso, cresce o número de físicos que assumem protagonismo no **empreendedorismo de base tecnológica**, criando startups inovadoras, spin-offs de pesquisa e projetos de impacto social. Países que hoje lideram o ranking de inovação e competitividade mundial investem pesadamente em criar ambientes férteis para a transformação do conhecimento científico em soluções aplicadas, reforçando a importância da integração entre os atores da quádrupla hélice: universidade, empresa,



governo e sociedade civil organizada.

Aqui na UEL, temos exemplos concretos de iniciativas voltadas à transformação social e tecnológica, aproximando nossos estudantes dos desafios do mundo real — seja por meio de laboratórios multiusuários, projetos de P&D&I com empresas, e, mais recentemente, com a criação e implementação do 1º Parque Tecnológico dentro de uma Universidade Paranaense, o UEL TECH.

Enfim, amigos professores, alunos de graduação e de pós graduação, palestrantes e demais convidados: tenham certeza, **a Física é um dos pilares estratégicos do desenvolvimento e da soberania nacional**. Cabe a nós não apenas defender a pesquisa fundamental, mas também incentivar nossos futuros profissionais a explorarem caminhos inovadores na indústria, nos serviços e no empreendedorismo.

Precisamos mostrar, especialmente aos jovens, que o físico pode ser protagonista na construção de um país mais desenvolvido, sustentável e, não menos importante, que seja socialmente justo.

Desejo a todos uma semana de muito aprendizado, troca de experiências e inspiração. Que possamos sair daqui ainda mais motivados a buscar **soluções científicas para os desafios contemporâneos**.

Muito obrigado!



2 “A busca do desenvolvimento científico, tecnológico e social do Brasil”

Profa. Dra. Yvonne Mascarenhas

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer o honroso convite para participar da XXIX Semana de Física da UEL, cujo tema é “Física Aplicada: Soluções Científicas para os Desafios Contemporâneos”. Aceitei com grande satisfação, não apenas pela relevância do tema, mas também pela esperança de contribuir para o fortalecimento das colaborações entre universidades federais, estaduais e demais centros de pesquisa de nosso país, favorecendo o compartilhamento de saberes, recursos humanos e materiais em projetos de caráter interdisciplinar. Para podermos avaliar as possibilidades atuais para o enfrentamento dos desafios contemporâneos, decidi apresentar um relato geral de nossas condições de ensino e pesquisa e dos esforços já realizados ao longo dos anos para estabelecermos um parque de laboratórios e de pessoal técnico e científico em nosso país.

O desenvolvimento da ciência e da tecnologia passou por transformações decisivas a partir de meados do século XVIII (cerca de 1760) até a primeira metade do século XIX (cerca de 1840). Esse período, iniciado na Grã-Bretanha e rapidamente disseminado em outros países europeus, marcou a transição dos métodos artesanais e agrícolas para um modelo industrial em larga escala. Foi impulsionado por inovações tecnológicas decorrentes da invenção da máquina a vapor que, baseada na compreensão científica das leis do movimento e da termodinâmica, utilizava a expansão do vapor de água para gerar trabalho. Entre os exemplos mais notáveis desse processo, destacam-se o tear mecânico e a locomotiva.

Sabemos que esse movimento de avanço científico e tecnológico permanece até hoje, em ritmo cada vez mais acelerado e, em grande parte, concentrado nos países mais ricos e desenvolvidos. Aos países em desenvolvimento, como o Brasil, resta, muitas vezes, o papel de meros usuários desses resultados, quando, na verdade, deveríamos lutar por maior protagonismo nesse cenário. Apesar disso, o Brasil desempenha um papel relevante no cenário econômico mundial em diversas áreas, como o agronegócio e a exploração de recursos minerais, entre os quais se destacam as jazidas de terras raras, fundamentais para a microeletrônica e alvo da cobiça dos países desenvolvidos.

A curto prazo, a meu ver, o que podemos e devemos fazer é investir de forma consistente na formação de técnicos, engenheiros e cientistas, de modo a assegurar o melhor aproveitamento do conhecimento já disponível e, assim, manter nossa competitividade nos setores em que já ocupamos



posição de destaque no cenário internacional.

Mas, mesmo para alcançarmos esse objetivo aparentemente modesto, é fundamental planejar nossa inserção nas áreas de produtos manufaturados, aproveitando os conhecimentos já consolidados em física, química, biologia, ciência e engenharia de materiais, microeletrônica, modelagem computacional, automação e outras áreas afins. Esse esforço é indispensável para garantir a competitividade na produção dos nossos bens atuais, que desempenham papel decisivo no equilíbrio da nossa balança de pagamentos. Além disso, precisamos investir em seu aprimoramento, incorporando tecnologias modernas que assegurem não apenas a competitividade internacional, mas também a sustentabilidade econômica e ambiental. A experiência histórica da borracha no Brasil é um exemplo que deve servir de alerta: sem planejamento estratégico e capacidade de inovação, mesmo riquezas naturais abundantes podem se transformar em oportunidades perdidas.

Assim, considerando os resultados da Balança de Pagamentos Brasileira, é necessário direcionar esforços para valorizar os itens mais expressivos de nossas exportações e, ao mesmo tempo, reduzir a dependência e os custos associados à importação dos produtos que mais nos oneram. Para melhor compreensão desse cenário, vejamos, no slide a seguir, as listas dos dez principais produtos de exportação e de importação divulgadas em 2022 pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio.

Com relação aos produtos mais exportados pelo Brasil em 2022, totalizando 55,7% das exportações (US\$ 335,0 bilhões), [1] temos:

1. Soja (16%)
2. Óleos brutos de petróleo ou minerais betuminosos (12%)
3. Minério de ferro e seus concentrados (8,9%)
4. Óleos combustíveis de petróleo (3,8%)
5. Carne bovina (3,7%)
6. Farelo de soja (3,4%)
7. Açúcares e melâço (3,2%)
8. Milho não moído (3,2%)
9. Carnes de aves e miudezas (2,7%)
10. Demais produtos da indústria de transformação (2,7%)



E os mais importados, totalizando 39,8% das importações, (US\$ 272,7 bilhões), são [2]:

1. Adubos ou fertilizantes químicos (9,7%)
2. Óleos combustíveis de petróleo (8,5%)
3. Demais produtos da indústria de transformação (4,3%)
4. Válvulas e tubos termiônicos (4,3%)
5. Compostos organo-inorgânicos (3,7%)
6. Óleos brutos de petróleo (3,4%)
7. Partes e acessórios dos veículos automotivos (2,8%)
8. Inseticidas (2,6%)
9. Medicamentos e produtos farmacêuticos (2,6%)
10. Equipamentos de telecomunicações (2,4%)

A análise dessas duas tabelas revela que o Brasil permanece predominantemente um exportador de commodities e um importador de manufaturados. Destaca-se, ainda, a elevada dependência da importação de adubos e fertilizantes, insumos indispensáveis à produção dos nossos principais produtos de exportação. Reverter completamente esse quadro no curto prazo é impraticável; no entanto, a ciência brasileira deve concentrar esforços na absorção e na aplicação das novas tecnologias em setores estratégicos, de modo a promover o equilíbrio da balança comercial. Entre esses setores, sobressai o agronegócio, cuja competitividade está diretamente vinculada à dependência de insumos importados.

Tanto no agronegócio quanto na agricultura familiar, torna-se urgente o desenvolvimento de métodos que assegurem a preservação da qualidade do solo, evitando a expansão descontrolada das fronteiras agrícolas em detrimento da biodiversidade e das condições climáticas globais. Ao mesmo tempo, é necessário investir na produção de fertilizantes mais eficientes e de defensivos agrícolas menos agressivos ao meio ambiente.

Os nossos maiores sucessos econômicos têm resultado de pesquisas importantes realizadas nessa área pela EMBRAPA, criada em abril de 1973 e que hoje possui 46 centros de pesquisa, distribuídos em todas as regiões do Brasil, além de unidades administrativas que compõem sua sede em Brasília e de sua presença em outros países. A rede de centros da Embrapa abrange todo o território nacional e conta com uma equipe multidisciplinar de pesquisadores para conduzir pesquisas



de ponta e promover a transferência de tecnologia. Estes centros são responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias para a agricultura e a pecuária tropicais, atuando em diversas áreas do conhecimento e contribuindo para a inovação e a sustentabilidade do agronegócio brasileiro.

Um exemplo notável de sucesso é o uso de microrganismos fixadores de nitrogênio, em simbiose com certas plantas, que extraem nitrogênio diretamente do ar. Esse processo, devido ao desenvolvimento de estirpes de *Bradyrhizobium*, atende integralmente às necessidades desse componente na adubação da soja, o principal componente de nossa balança de exportação. É importante notar que essa descoberta foi feita no Brasil, tendo se iniciado em 1963 com os trabalhos da pesquisadora Dra. Joana Dobereiner da Escola de Agricultura da UFRJ e do Instituto de Ecologia e Experimentação Agrícola da EMBRAPA, em Seropédica, RJ, unidade hoje denominada Agrobiologia. Tais pesquisas continuam em andamento em vários centros da EMBRAPA, visando identificar microrganismos adequados para outras commodities, como cana-de- açúcar, milho, arroz e trigo.

Outro exemplo muito interessante é também a transformação, por tratamento térmico de fosfatos insolúveis, que temos em abundância no Brasil, em fosfatos parcialmente solúveis denominados termofosfatos, já em uso em muitas culturas, principalmente nas regiões de Cerrado. Assim, levando em conta, problemas ligados à importação de fertilizantes e pesticidas, decorrentes de eventuais turbulências econômicas e políticas internacionais, devido a pandemias e guerras, que podem ser extremamente graves para a segurança da produção agrícola brasileira, foi criado pela Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos, em 2021, o “Plano Nacional de Fertilizantes 2050” que visa tornar o Brasil, sustentável ou menos dependente de importações de fertilizantes por meio de várias estratégias tais como: modernização, reativação e ampliação das fábricas e de projetos de produção de fertilizantes existentes no Brasil. [4]

Quanto à dependência de pesticidas, vários Centros da EMBRAPA intensificam e difundem o manejo integrado de pragas, tornando mais eficiente o uso desses produtos e, assim, protegendo o meio ambiente e reduzindo o impacto tóxico sobre outras espécies vegetais e animais. Pesquisa e desenvolve biopesticidas para aumentar a sustentabilidade da agricultura brasileira por meio de mecanismos biológicos de controle de pragas e doenças. A pesquisa envolve o desenvolvimento de diferentes produtos, como bioinseticidas, biofungicidas e nanoinseticidas, e abrange desde a identificação de microrganismos até a formulação de produtos mais eficazes e sustentáveis. [3]

No setor de recursos minerais, impõe-se o aperfeiçoamento dos métodos de exploração e de refino, de modo a minimizar a degradação ambiental, priorizando a segurança da população e do



ecossistema. Isso exige não apenas o fortalecimento da legislação que regula a atividade mineral, mas também o controle rigoroso de sua aplicação e da ação contínua contra a extração ilegal. Esses objetivos demandam a formulação de projetos interdisciplinares que integrem, de forma coordenada, os melhores recursos humanos e tecnológicos disponíveis, bem como a participação ativa das comunidades científicas e políticas do país. Além disso, é imprescindível garantir a atualização contínua desses esforços, de modo a acompanhar a rápida evolução das tecnologias globais.

Podemos ter confiança na capacidade nacional de realizar tais projetos, se nos lembarmos de que, ao longo do tempo, foram criadas 17 unidades de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC), nas quais devemos contar com especialistas competentes tanto nas áreas experimentais quanto nas teóricas e de modelagem computacional que deverão participar de forma interdisciplinar na execução dos projetos. [5]

Note-se que algumas unidades já existiam antes da criação do CNPq em janeiro de 1951 e do MCTIC em março de 1985, e que lhes foram incorporadas certamente devido à sua importância:

1 Observatório Nacional (ON), criado por D. Pedro I em 15 de outubro de 1827, no morro do Castelo, RJ. Desde 1976 passou ao CNPq como Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST.

2 Academia Brasileira de Ciências - Podemos dizer que a conscientização da importância da ciência no Brasil teve início com a fundação da Academia Brasileira de Ciências (ABC) em 03 de maio de 1916, no Rio de Janeiro, com 27 cientistas e professores, incluindo figuras como Henrique Morize (primeiro presidente, engenheiro francês naturalizado brasileiro), Oswaldo Cruz (médico sanitarista que em Paris, no Instituto Pasteur, estudou microbiologia, soroterapia e imunologia, retornando ao Brasil em 1899 e que em 1900, assumiu a diretoria técnica do Instituto Soroterápico Federal em Manguinhos, que posteriormente se tornaria o Instituto Oswaldo Cruz) e Alberto Loefgren (botânico sueco naturalizado brasileiro). O atraso da implantação da ciência no Brasil fica evidente ao lembrarmos que a Royal Society de Londres foi fundada em 1660 e certamente foi fundamental para os avanços científicos e tecnológicos que culminaram na primeira Revolução Industrial.

3 Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), fundado no Pará em 1866 e, desde 1954, administrado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, constituindo-se em unidade autônoma do CNPq em 1983. Há 157 anos, desenvolve pesquisas sobre sociobiodiversidade e conservação da região amazônica.

4 Instituto Nacional de Tecnologia (INT), fundado em 1921 com o nome de Estação



Experimental de Combustíveis e Minérios no Rio de Janeiro. Missão: Participar do desenvolvimento sustentável do Brasil, por meio da pesquisa tecnológica, da transferência do conhecimento e da promoção da inovação. O INT deu origem a outras instituições importantes do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia, como a ABNT e o Inmetro.

Todas as instituições até agora citadas, quando se referiam ao ensino e à pesquisa, tinham uma atuação bastante desconectada do que acontecia na Europa, quando tivemos no séc. XIX, o grande desenvolvimento da Física Clássica e, nos anos iniciais do século XX, a descoberta dos princípios da Física Moderna.

Fazendo um parêntesis na apresentação das 17 unidades de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC), lembramos que o desenvolvimento científico do Brasil somente, de fato, teve início na década de 1930 quando, em 1934 em São Paulo e em 1939 no Rio de Janeiro, foram criadas as Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras com o objetivo de iniciar um movimento de modernização e reorganização do sistema de ensino superior brasileiro, buscando criar instituições que respondessem às necessidades de desenvolvimento científico e educacional do país, isto é, formação de pesquisadores nas diferentes áreas da ciência e professores para o ensino básico. Para tanto, foram contratados, nas décadas de 30 e 40, pesquisadores internacionais de alto nível, principalmente na USP, nas áreas de matemática (Luigi Fantappiè e Giacomo Albanese), física (Gleb Wataghin), química (Heinrich Rheinboldt) e genética (Theodosius Dobzhansky em 1941), o último com grande apoio da Fundação Rockefeller. [6]

Por outro lado, na década de 40 o uso da bomba atômica pelos EUU na guerra contra o Japão, revelou o grande potencial bélico e energético da energia nuclear e isso motivou muitos estudantes e professores a se interessarem por Física Nuclear e de Partículas, principalmente docentes das faculdades de Filosofia e de Engenharia da Universidade do Brasil (atual UFRJ). Em especial, no Rio de Janeiro, um grupo de cientistas que apresentamos no slide: da esq. para dir. Alcântara Gomes, Elisa Frota- Pessoa, Jayme Tiomno, Joaquim Costa Ribeiro, Luigi Sobrero, Leopoldo Nachbin, José Leite Lopes e Maurício Peixoto, e Cesar Lattes, ausente nessa foto, chegaram à conclusão de que a importância dessa área da Física exigia uma instituição dedicada a ela e fundaram o CBPF em 15 de janeiro de 1949. [7] Uma reportagem muito interessante sobre a fundação do CBPF pode ser lida na edição 340, de junho de 2024, da Revista Pesquisa FAPESP [8], e sobre a grande contribuição de César Lattes, na mesma revista, em [9].

Da maior importância ainda em maio de 1946, quando o Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva (engenheiro de formação), representante brasileiro na Comissão de Energia Atômica do



Conselho de Segurança da recém-criada Organização das Nações Unidas (ONU), propôs ao governo, por intermédio da ABC, a criação de um conselho nacional de pesquisa. Após muitas reuniões para elaborar o projeto de criação do CNPq, que foi analisado e aprovado pela Câmara dos Deputados e, finalmente, em 15 de janeiro de 1951, dias antes de passar a faixa presidencial a Getúlio Vargas, o Presidente Dutra sanciona a Lei de criação do Conselho Nacional de Pesquisas como autarquia vinculada à Presidência da República. A Lei nº 1.310, de 15 de janeiro de 1951, que criou o CNPq, foi chamada por Álvaro Alberto de "Lei Áurea da pesquisa no Brasil".

Voltando à lista das 17 unidades de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC) da página 4, verificamos que, 28 anos mais tarde, a partir de 1949, surgem novos centros de pesquisa, dentro e fora das universidades, com forte tendência à implantação de programas de pesquisa em ciência básica e aplicada, entre os quais:

5 O já mencionado Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) fundado em 15 de janeiro de 1949 no Rio de Janeiro é um centro de pesquisa em Física de nível internacional que continua entre os 5% mais bem posicionados entre mais de 20 mil instituições de educação e pesquisa no mundo, segundo edição mais recente do Center for World University Rankings (CWUR).

6 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), criado em 1952

7 Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), fundado em 27 de fev. 1954 em conjunto pelo CNPq/FGV por sugestão da UNESCO

8 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), criado em São José dos Campos, SP, em 22 de abril de 1961, logo após o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik, pela União Soviética. A missão do INPE é promover e executar estudos e pesquisas científicas, desenvolvimento tecnológico e capacitação de recursos humanos, nos campos da Ciência Espacial e da Atmosfera, das Aplicações Espaciais, da Meteorologia e da Engenharia e Tecnologia Espacial. (situado entre os 6,2 % no CWUR).

9 Centro Tecnologia Mineral (CETEM), fundado em 18 de abril de 1978, situado no campus da UFRJ, tem por missão desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis e mobilizar competências, visando superar os desafios nacionais do setor mineral.

10 Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), fundado em 1980, sediado em Petrópolis, RJ, e atualmente atuando nas áreas de acesso à informação, criptografia e computação quântica. [10]

11 Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), fundado em 1982 como



Fundação Centro Tecnológico para Informática e, posteriormente, incorporado ao MCTI. Está localizado na cidade de Campinas, no estado de São Paulo, na Rodovia D. Pedro I.

12 Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), fundado em 1985, sediado em Pico do Dias, Itajubá, MG, é dedicado à pesquisa em astronomia e astrofísica. Hoje, o LNA gerencia os consórcios internacionais de telescópios dos quais o Brasil participa, nomeadamente o Observatório Gemini e o Southern Astrophysical Research Telescope (SOAR) situados no Chile e o Telescópio Canadá-França-Havai (CHFT) situado em Mauna Kea, Havai.

13 Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais (CNPEM) Fundado em 1996 situado em Campinas, SP onde temos 4 laboratórios Nacionais: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Laboratório Nacional de Biociências (a nível celular e molecular), Laboratório Nacional de Biorrenováveis (Combustíveis de fontes biológicas) e Laboratório Nacional de Nanotecnologia (voltado às nanociência e suas aplicações) e o Curso ILUM Escola de Ciências, (um curso de graduação multidisciplinar e disruptivo em Ciência, Tecnologia e Inovação) idealizado por Rogerio C. Leite, Alberto Fazio, Nelson Studart.

É um centro de pesquisa com acesso a toda a comunidade científica brasileira, dotado de infraestrutura comparável à dos melhores centros de pesquisa do mundo em suas respectivas áreas de interesse.

14 Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), criado em 2005, situado no Campus da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, com atividades em diversos setores, principalmente na cana-de-açúcar e no bioetanol.

15 Instituto Nacional do Semiárido (INSA), fundado em 06 de setembro de 2006, situado em Campina Grande, Paraíba. Abrange o Norte de Minas e os 9 estados do Nordeste do Brasil.

16 Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), fundado em 02 de dezembro de 2011, em São José dos Campos, SP. Em 2021, passou a contar com novos radares meteorológicos “banda S”, de tecnologia totalmente nacional, fornecidos pela empresa IACIT, sediada em São José dos Campos, SP, que utilizam dados de satélites do CEPTEC/INPE e de satélites internacionais disponibilizados pela NASA e por organizações europeias. Monitora e fornece alertas de desastres naturais e previsões meteorológicas. [4]

17 Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA), criado em 05 de fevereiro de 2014, sediado em Santa Teresa, Espírito Santo, como instituição custodiadora da coleção biológica organizada pelo agrônomo, ecologista e naturalista brasileiro Augusto Ruschi. Tem como finalidade



realizar pesquisa, promover a inovação científica, formar recursos humanos, conservar acervos e disseminar conhecimento em suas áreas de atuação relacionadas à Mata Atlântica, propiciando ações de conservação da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

A geração e a obtenção de bons resultados em todos esses institutos só foram possíveis graças à formação de profissionais competentes, tanto no nível técnico quanto no superior, e na pós-graduação. Para tanto, foi imprescindível a criação de universidades e escolas técnicas.

As primeiras instituições de nível superior no Brasil foram criadas como escolas e faculdades isoladas nos séculos XVI, XVIII e XIX e, apenas na primeira metade do século XX, surgiram as duas primeiras universidades. Assim, em 1920, unificaram-se, por decreto, as escolas profissionais isoladas, como as de Medicina, Direito e Engenharia, já existentes no Rio de Janeiro, para compor a Univ. do Rio de Janeiro, posteriormente denominada Universidade do Brasil e, atualmente, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). [11]

Cerca de 15 anos mais tarde, em 1934, foi criada a USP pela liderança política e cultural de S.P. como decorrência da derrota da revolução constitucionalista visando vencer, não mais pelas armas, mas pelo desenvolvimento científico e cultural do estado de São Paulo, a ser obtido através de bons programas de formação de recursos humanos e de pesquisa científica e tecnológica.

Essas ideias foram logo aceitas, e é muito animador reconhecer que, durante o século XX, o número de universidades públicas federais e estaduais cresceu significativamente, atingindo um total de 69 universidades federais, distribuídas em todos os estados, 43 universidades públicas estaduais, totalizando 112 universidades gratuitas no Brasil.

- Minas Gerais 11 universidades
- Rio Grande do Sul 6 universidades
- Bahia, Pará, Paraná, Pernambuco e Rio de Janeiro 4 universidades
- Ceará, Goiás e São Paulo 3 universidades
- Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte, Santa Catarina e Tocantins 2 universidades
- Acre, Alagoas, Amapá, Amazonas, Distrito Federal, Espírito Santo, Maranhão, Rondônia, Roraima e Sergipe 1 Universidade

A necessidade de aferição dos resultados de todo o investimento feito para a criação das universidades, exigiu, já em 1951, a formação de um órgão federal para estimular e avaliar as



atividades das universidades. Assim, a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) nasceu no início do segundo mandato de Getúlio Vargas, a partir de uma campanha nacional realizada em 1951, com a meta de aperfeiçoar o pessoal de nível superior. A missão seria executada por uma Comissão, instituída pelo Decreto nº 29.741/51, de 11/07/1951, composta por representantes de diferentes órgãos do governo e de entidades privadas. Seu presidente foi o então ministro da Educação e Saúde, Ernesto Simões Filho, acompanhado de seu secretário- geral, o professor Anísio Spínola Teixeira.

A CAPES, desde sua fundação, tem contribuído para a institucionalização da pós- graduação e da pesquisa e para seu reconhecimento público de acordo com as seguintes ações:

- Operando sempre com o envolvimento de professores e pesquisadores,
- Atuando em várias frentes, diversificando apoios e programas, em sintonia com o desenvolvimento da pós-graduação brasileira e com as novas demandas que esse desenvolvimento requer;
- Mantendo seu compromisso de apoiar as ações inovadoras, tendo em vista o contínuo aperfeiçoamento da formação superior, tanto profissional quanto acadêmica. [12]

A capacidade organizacional e gerencial da nossa comunidade política e científica, presente em diferentes atividades relevantes a nível federal, já é comprovada pelas atividades de ensino, pesquisa e desenvolvimento focadas em necessidades específicas existentes em vários Ministérios tais como:

1 Ministério da Aeronáutica, com a criação do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) em 16 de janeiro de 1950, em São José dos Campos, e a subsequente formação da indústria aeronáutica, com a EMBRAER e indústrias nacionais e internacionais de alta tecnologia, resultando na formação de um dos maiores polos, ou parques, de inovação tecnológica do Brasil.

2 Ministério da Agricultura: criação da já citada Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em 26 de abril de 1973, com 44 unidades de pesquisa sediadas em todos os estados, que tem apoiado o desenvolvimento da agricultura e da pecuária. Muitos de seus membros atuam na formação de mestres e doutores por meio de credenciamento em áreas de pós-graduação universitárias.

3 O Ministério da Saúde, por meio da criação, em 19 de setembro de 1990, da rede nacional do Sistema Único de Saúde (SUS), com atendimento em todo o território nacional.



4 Ministério do Exército, com a criação do Instituto Militar de Engenharia (IME) no Rio de Janeiro. Seu objetivo é a formação de engenheiros militares e civis, bem como o desenvolvimento da ciência e da tecnologia para o Exército Brasileiro e para a sociedade.

5 Ministério da Educação, com a criação das já citadas 69 universidades federais, localizadas em todos os estados brasileiros, proporcionando educação superior de graduação e pós-graduação e desenvolvendo pesquisas nas áreas exatas, biológicas e humanas.

A nível Estadual temos ainda muitas entidades extremamente importantes e produtivas, mas, a fim de não nos estendermos mencionando todas essas unidades científicas e educacionais citaremos apenas que temos 124 Universidades Estaduais Públicas presentes em todos os Estados e, como exemplares as Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais, com especial destaque à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), cuja criação foi aprovada em 18 de outubro de 1956 pelo então governador Carvalho Pinto. Em 1959, forma uma comissão composta por Paulo Vanzolini, biólogo da USP; Breno Asprino, advogado; Hélio Bicudo, jurista; Ruy Leme, da Poli da USP; Diogo Gaspar, economista; e pela colaboração de Antônio Cândido, da USP, para as Humanidades. O início efetivo das atividades ocorre apenas em 1962. O bom resultado das atividades da FAPESP foi inspirador para a criação das demais Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais.

Embora o parque de instituições de ensino superior tenha se expandido, o acesso às vagas era dificultado pela necessidade dos candidatos se deslocarem de seus lugares de origem para prestar o vestibular em cada universidade situada em outras partes do país. Um passo importante, principalmente para os candidatos de classes econômicas menos favorecidas, foi a criação do Exame Nacional do Ensino Médio em 1988, que se destinava, inicialmente, apenas a avaliar a qualidade do ensino médio e que se tornou, a partir de 2009, na principal porta de entrada para o ensino superior no Brasil, sendo utilizado como critério para ingresso em universidades públicas, através do Sistema de Seleção Unificada (SISU) e concessão de bolsas de estudo em Instituições privadas, pelo Programa Universidade para todos (Prouni).

Apesar do avanço alcançado até então no Brasil, com resultados positivos nas áreas de agricultura e pecuária, a maioria das instituições de ensino superior brasileiras desenvolvia ou apoiava pesquisas básicas e aplicadas, com bastante sucesso, que resultavam na formação de mestres e doutores e em um bom número de publicações em revistas internacionais. Entretanto, a maioria das pesquisas não ultrapassava os muros da universidade para o setor produtivo ou para a criação de empresas tecnológicas.

É então que, cerca de 1980, surge no Brasil um forte interesse no estímulo ao



empreendedorismo, visando à formação de novas empresas de caráter tecnológico. Isso foi particularmente fermentado em São Carlos quando dois pesquisadores do IFSC, Silvio Goulart Rosa e Milton Ferreira de Souza, desenvolveram, ao longo de vários anos, um intenso trabalho para envolver as agências de fomento no apoio básico ao empreendedorismo, isto é, à criação de empresas de cunho tecnológico por professores e/ou recém-doutorados com apoio federal. Essas ideias foram levadas ao presidente do CNPq, Linaldo Cavalcanti, em 1984, que se convenceu de sua viabilidade e criou quatro parques tecnológicos. Eles foram estabelecidos por meio de convênios entre o CNPq e instituições em diferentes partes do país, com o objetivo de incentivar o surgimento de empresas de base tecnológica:

- Parque de Alta Tecnologia de São Carlos (ParqTec): Situado em São Carlos, São Paulo.
- Parque Tecnológico TecnoPuc: Localizado em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul.
- Parque Tecnológico de Santa Catarina (Sapiens Parque): Situado em Florianópolis, Santa Catarina.
- Parque Tecnológico do Porto Digital: Localizado em Recife, Pernambuco.

O Parque de Alta Tecnologia de São Carlos (ParqTec) foi logo instalado e continua atuando como incubadora e aceleradora de empresas. Já apoiou mais de 250 startups ao longo de mais de quatro décadas de existência.

Embora outras iniciativas de desenvolvimento tecnológico já existissem, o apoio institucional do CNPq na década de 1980 foi um passo significativo para a formalização e o crescimento do ecossistema de parques tecnológicos no Brasil.

Passados 40 anos, esse ambiente de conexão entre pesquisa, inovação e mundo empresarial se expandiu no país. Dados da plataforma InovaData, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), mostram que há, no país, 64 parques tecnológicos em operação. [13]

Esses projetos evoluíram por meio do lançamento de programas de pesquisa, nos quais se associam a comunidade científica às empresas que buscam aprimorar seus métodos de gestão e produção, utilizando recursos tecnológicos modernos, com o importante e indispensável apoio das agências financeiras e dos meios acadêmicos e empresariais. Podemos citar o caso muito bem-sucedido da FAPESP, com projetos submetidos a programas como o “Programa de Incentivo à Pequena e Média Empresa” (PIPE), que, desde 1997, apoia a execução de pesquisa científica e/ou tecnológica em micro, pequenas e médias empresas do Estado de São Paulo, com o objetivo de fortalecer-las e torná-las economicamente competitivas.



Mais recentemente, em 2013, foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), uma organização social resultante de um esforço conjunto do MCTI e do Ministério da Educação. A instituição nasceu com o objetivo de impulsionar a inovação no setor industrial brasileiro, conectando empresas a instituições de pesquisa por meio de um modelo flexível e ágil de fomento ao desenvolvimento e à inovação (PD&I), e já atua em vários estados.

Atualmente, a EMBRAPII mantém contrato de gestão com os ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovações; da Educação; da Saúde; e da Economia, viabilizando, assim, a realização de projetos integrados em diferentes áreas, em colaboração com indústrias, que também contribuem com parte dos recursos econômicos necessários à realização dos projetos de seu interesse. Fruto de todos esses programas é a formação de muitas pequenas e médias empresas de base tecnológica que surgiram nos últimos anos e, acreditamos, de muitas outras que poderão surgir principalmente se as condições de financiamento provenientes do setor empresarial e estatal se mantiverem de forma adequada. [14]

Entretanto, a comunidade científica e cultural brasileira, a partir daí, convence-se de que o grande problema para o desenvolvimento nacional reside na urgente necessidade de aprimorar a formação educacional em todos os níveis sociais e econômicos, sendo fundamental aprimorar sua qualidade. Embora tenha havido avanços na universalização do atendimento escolar desde 1990, as desigualdades na qualidade do ensino infelizmente ainda persistem.

Quanto à formação de recursos humanos de nível superior, podemos admitir que a qualidade do sistema de pós-graduação brasileiro é bem comprovada pelo razoável número de doutores formados entre 1996 e 2021, cerca de 13.000 e pelo fenômeno de “brain drain”, que ocorre frequentemente, e recrudesce, quando as condições de trabalho em Universidades e Instituições de Pesquisa do nosso país sofrem queda de apoio e financiamento, e leva nossos cientistas, das mais variadas áreas, a buscarem o mercado de trabalho científico e tecnológico nos países desenvolvidos da América do Norte, Europa, Ásia e Austrália.

Entretanto, não podemos deixar de reconhecer que o pleno sucesso de todas essas iniciativas somente levará à evolução das condições socioeconômicas da população brasileira, se for contemplada também a sua ponderável faixa de baixa renda. É inegável que esse resultado depende do aprimoramento das condições educacionais, que, infelizmente, ainda não são satisfatórias e acarretam grande dificuldade em sua inserção no mercado de trabalho, que cada vez mais exige uma melhor formação técnica e cultural. Isto obriga o governo a atribuir considerável verba ao atendimento aos cidadãos de baixíssima renda e às suas famílias, embora, como já ensinava um velho provérbio, “Não



dê o peixe, ensine a pescar”. Claro que a solução assistencial é muitas vezes urgente e tem que ser adotada, mas, concomitantemente, a educação voltada aos mais pobres também é urgente e tem que ser priorizada.

O Plano Nacional de Alfabetização (PNE) tinha, para o período 2014-2024, dois objetivos de alcance nacional: Erradicar o analfabetismo absoluto e reduzir pela metade a taxa de analfabetismo funcional. Olhando apenas o índice de analfabetismo absoluto, temos alguns resultados positivos revelados pelo Jornal Nexus, com base em dados do IBGE, entre 2012 (ano de referência para o PNE) e 2021, período em que o analfabetismo funcional foi definido como o grau de escolaridade de pessoas com 15 anos ou mais e menos de 5 anos de escolaridade. Os resultados revelam que a taxa de alfabetização no Brasil subiu de 91,8% para 95,0%, enquanto a taxa de analfabetismo funcional, que em 2012 era de 17,7%, em nenhum estado conseguiu alcançar a meta de cair pela metade, ou seja, 8,9%. Em ambas as metas, os dados revelam disparidades entre vários estados, assim como em idade, sexo, raça e situação econômica da população.

Entretanto, pesquisas mais detalhadas realizadas pela empresa Indicador de Analfabetismo Funcional (Inaf), que, nos resultados dos testes realizados de 2001 a 2018, considera 5 graus de alfabetismo, respectivamente, Analfabeto, Alfabetização Rudimentar, Elementar, Intermediária e Proficiente, revelam uma melhora nas 4 primeiras etapas, mas o índice de proficientes permaneceu constante ao longo da série histórica. Isso mostra que os ganhos se acumularam nos níveis elementares e intermediários, o que pode ser considerado bom, mas o conjunto de pessoas proficientes, infelizmente, ainda está concentrado numa faixa relativamente estreita da população. Análise dos resultados, considerando a renda, revelou que as piores taxas de alfabetização funcional se concentram na faixa de renda dos 25% mais pobres, enquanto os melhores índices se concentram entre os 25% mais ricos.

A fim de sanar essa triste situação várias iniciativas foram desenvolvidas ao longo dos anos como as Olimpíadas Anuais de Física, Química e Matemática, com o objetivo de incentivar alunos do segundo grau a se interessarem pelas disciplinas hoje componentes das áreas do STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) que, a meu ver, foram muito eficientes na busca e identificação de talentos, mas que não tiveram muito sucesso em alterar o rendimento educacional dos alunos das populações mais carentes.

Uma luz no fim do túnel surge com a Lei de Cotas (12.711), de 29 de agosto de 2012, que garante a reserva de no mínimo 50% das vagas em todas as universidades e institutos federais do país, para estudantes que cursaram o ensino médio em escolas públicas e com uma dada % para candidatos



PPI calculada de acordo com a sua respectiva composição percentual no total da população. Essas alterações foram gradualmente adotadas pelas universidades federais e por muitas estaduais e revelaram que os estudantes cotistas podiam apresentar alguma dificuldade de aproveitamento nos dois anos iniciais dos cursos, mas, nos anos subsequentes, apresentaram aproveitamento equivalente ao dos alunos não cotistas.

Uma das últimas universidades estaduais a implementar a lei das cotas no exame vestibular foi a USP, em 2018.

Ao analisar quais são as melhores condições para a implantação do novo vestibular, os organizadores levaram em conta que essa oportunidade não estava sendo divulgada adequadamente à população estudantil das escolas de educação básica públicas, em especial aos alunos do segundo grau. Considerável impulso no estado de SP foi obtido quando, em 2017, uma parceria entre a Universidade de São Paulo (USP) e a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo criou o programa Vem Pra USP. [15]

Este programa visava valorizar os estudantes do ensino médio das escolas públicas estaduais, criar ações que beneficiassem as escolas e seus alunos e estabelecer condições para que a USP aumentasse gradativamente, ao longo do tempo, o total de vagas oferecidas, de 37% em 2018 a 50% em 2021, e permanecesse constante a partir desse ano.

As condições de participação nas ações afirmativas para os candidatos ao vestibular da USP são apresentadas no slide correspondente ao ingresso em 2019: para candidatos da categoria PPI, 14,8% (1206 vagas); para candidatos da categoria EP, 25,2% (2053 vagas); e para a ampla concorrência, 60,2% (4888 vagas). Sempre que um candidato PPI ou de EP for aprovado com nota que o coloca na categoria de ampla concorrência, sua vaga volta às respectivas categorias.

A realização do programa de ações afirmativas na USP envolveu várias atividades, por meio do programa CUCO (Competição de Conhecimentos e Oportunidades da Universidade de São Paulo), que visou melhorar a formação dos alunos das escolas públicas paulistas e conscientizá-los de que podem e devem ambicionar uma educação superior. O projeto foi executado em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de SP e com todas as suas diretorias regionais sob a coordenação de Antônio Carlos Hernandes pró-reitor de graduação (2014-2017) e vice-reitor (2017-2021) da USP, professor do IFSC, USP Campus de São Carlos e egresso da UEL e caracterizou-se, principalmente, por levar suas ações a todas as Escolas Públicas de todos os municípios do estado de São Paulo.

Embora o programa CUCO apoiasse didaticamente os alunos em cursos a distância, o seu



objetivo principal é estimular os alunos de segundo grau a prestarem vestibular, por meio de cotas destinadas a alunos que concluíram o segundo grau em escolas públicas. Isso é conseguido por meio de um contato constante com as diretorias regionais, por meio de uma plataforma na internet, na qual são oferecidos cursos e realizadas provas às quais alunos do segundo grau podem se inscrever espontaneamente e gratuitamente. Aos três melhores alunos de cada escola é concedida, como prêmio, a isenção do pagamento da taxa do vestibular da FUVEST. Procura-se, assim, atingir os melhores alunos das escolas públicas de cada cidade do Estado de São Paulo, independentemente da distância, da renda familiar, da cor ou da etnia. Os resultados alcançados até agora são de expressivo sucesso e os apresento no slide a seguir, no qual se constatam as características de inclusão social positiva obtidas.

A evolução dos percentuais de ingressantes na USP, oriundos das Escolas Públicas e dos autodeclarados Pretos, Pardos e Indígenas, de 2022 a 2025, revela o aumento de estudantes das escolas públicas, bem como de autodeclarados PPI.

Os resultados desse programa são bem apresentados por Sarah Schmidt no artigo intitulado “Da Escola Pública para a Universidade” [16] da revista Pesquisa da FAPESP de outubro de 2023, que enfoca vários problemas da educação básica e do ingresso no ensino superior, e que mostrou que em 9 edições da CUCO participaram 940 mil alunos do ensino médio e que mais de 6.000 ingressaram somente na USP.

Na mesma revista, em DADOS, na página 41, é apresentada a evolução percentual dos concluintes em todas as categorias de alunos, em todas as universidades brasileiras, no período de 2011 a 2021, e revela um aumento relativo na proporção de alunos concluintes PPI. Entretanto, nota-se um aumento significativo nas universidades privadas com fins lucrativos, provavelmente devido ao sistema federal de financiamento do SISU.

O bom desempenho dos alunos cotistas das universidades federais, de acordo com o segundo Censo da Educação Superior de 2023, indica que os cotistas têm maior taxa de conclusão de curso do que os não cotistas, respectivamente, 51% e 41%, o que é 10% maior que a dos não cotistas. [15]

A análise da taxa de evasão de cotistas na graduação da USP, de 2018 até o ano de conclusão em 2022, revelou que a taxa é maior pra ingressantes PPI, cuja renda per capita é a menor de todas as três faixas consideradas: Ampla concorrência, Escola pública e pretos, pardos e indígenas. Entretanto, segundo o censo da educação superior de 2023, o impacto das cotas nas universidades federais, sem considerar diferenças de renda per capita, revelou que 51% dos cotistas concluíram seus cursos em 2023, enquanto entre os não cotistas apenas 41%.



Em vista dos esforços já realizados pelos governos federais e estaduais e de muitos dos resultados alcançados nas áreas científicas e tecnológicas e na inclusão no ensino superior, sou muito otimista quanto às possibilidades de desenvolvimento científico, tecnológico e econômico da população de nosso país.

Porém, os bons resultados alcançados até agora mostram que ainda há barreiras a superar, devido à grande parte da população que vive em condições de pobreza e tem nível cultural muito baixo. Na análise da evasão de cotistas da USP, fica claro que a maior evasão ocorre entre cotistas de famílias de menor renda per cápita.

Levando em consideração esses resultados, o Prof. Antônio Carlos Hernandes, ao encerrar seu mandato como vice-reitor da USP, retornou ao IFSC e decidiu dar continuidade aos esforços para a inclusão de alunos de escolas públicas nos vestibulares de ingresso nas universidades. Atualmente, continua empenhado nesse importante objetivo, criando um programa que denominou Vem Saber, que dá continuidade ao programa criado na reitoria, mantendo as interações com todas as diretorias regionais da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, porém agora administrado no âmbito do IFSC.

Entretanto, não posso encerrar esta minha palestra sem lembrar que um dos grandes problemas para o desenvolvimento nacional reside na urgente necessidade de formação educacional em todos os níveis socioeconômicos de nossa população, sendo fundamental o cumprimento do que está estabelecido na Constituição de 1988 que estabeleceu o direito à educação, com o objetivo de erradicar o analfabetismo, universalizar o atendimento escolar e melhorar a qualidade de vida do povo brasileiro.

Isto sugere que esforços na área da Educação deverão ser priorizados tanto no importante aspecto da formação inicial de professores quanto na sua valorização social e econômica. Como a alfabetização adequada é o objeto das fases iniciais da educação, acredito que, neste momento, especial atenção deveria ser dada principalmente aos níveis infantil e fundamental I, que, no Brasil, são responsabilidade das administrações municipais. Levando-se em conta as especificidades dessa faixa de educação creio que a formação dos profissionais para essa faixa etária mereceria um fortalecimento com a criação de ementas especializadas com enfoque nas metodologias de alfabetização, tanto na área de letramento como numeramento, pois o aluno bem alfabetizado nessas duas áreas certamente poderá ter um rendimento educacional maior nas fases subsequentes, Fundamental II e Segundo Grau, e assim ter melhores oportunidades ao acesso aos ensinos Técnico e Superior e ao mercado de trabalho.



Alguns podem considerar um exagero minha preocupação com a qualidade da educação básica. Por essa razão, relembro as palavras de Paulo Freire, que dedicou sua vida ao estudo e à luta pela melhoria da educação do povo brasileiro: “A educação não resolve todos os problemas, mas sem ela não se resolve nenhum problema”.

Agradecimentos

Agradeço a atenção de todos; desejo que esta XXVI Semana da Física da Universidade Estadual de Londrina inspire nossos jovens cientistas na busca por caminhos para o pleno desenvolvimento social, econômico, científico e tecnológico do Brasil.

Que usem e aprimorem as condições científicas e tecnológicas já existentes nas universidades, nos Institutos Federais, nas Escolas Técnicas e nos Centros de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento ligados aos diferentes ministérios federais e às secretarias estaduais, frutos dos esforços de cientistas e políticos das gerações anteriores.

Que as novas gerações façam muito mais e melhor é meu mais sincero desejo!

Referências

[1] DC Logistics Produtos mais importados e exportados pelo Brasil em 2024 pelo Brasil https://dclogisticsbrasil.com/produtos-mais-importados/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw6uWyBhD1ARIsAIMcADoM7on1Z7xWw2XIuy2eZT2PPcNFVYV9WPwj1rWby7Y7xa9SxXe_sb4aAkh2EALw_

[2] Produtos mais exportados pelo Brasil 2022 <https://www.conexos.com.br/produtos-mais-exportados-pelo-brasil-em-2022/>

[3] Compre Rural Produção de Fertilizantes

CompreRural <https://www.comprerural.com> › brasil-ganha-mega-fab...

[4] Controle biológico de pragas <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico>

[5] Entidades de pesquisa vinculadas ao MCTIC

[mctic.gov.br](https://antigo.mctic.gov.br) <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/entidadesVinculadas>

[6] Fundação da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da USP <https://www.fflch.usp.br/historia>

[7] Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas https://pt.wikipedia.org/wiki/Centro_Brasileiro_de_Pesquisas_F%C3%ADsicas



[8] Fundação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-favor-das-instituicoes/>

[9] Biografia de Cesar Lattes

<https://revistapesquisa.fapesp.br/o-fisico-que-via-alem/>

[10] Laboratório Nacional de Computação Científica/ CNPq

<https://www.gov.br/lncc/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/linhas-de-pesquisa/criptografia/computacao-quantica-e-criptografia-gcqc>

[11] Dominique Guimarães de Souza e Jean Carlos Miranda; Revista Educação Pública

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/5/breve-historico-acerca-da-criacao-das-universidades-no-brasil>

[12] História e Missão - CAPES

<https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historia-e-missao>

[13] Com 64 parques tecnológicos, desafio do Brasil agora é interiorização – Agência Brasil

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2024-12/com-64-parques-tecnologicos-desafio-do-brasil-agora-e-interiorizacao>

[14] Trajetórias da inovação no Brasil: o papel da Embrapii – Revista Espacios <https://www.revistaespacios.com/a16v37n36/16373605.html>

[15] Censo da educação superior 2023 – Ministério da Educação

<https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/censo-da-educacao-superior/mec-e-inep-divulgam-resultado-do-censo-superior-2023>

[16] Sarah Schmidt, “Da Escola Pública para a Universidade”, Pesquisa FAPESP, outubro 2023, vol. 332, páginas 30 a 33.

<https://revistapesquisa.fapesp.br/da-escola-publica-para-a-universidade/>



3 Quantificação de metais na saliva de usuários de cigarros eletrônicos utilizando TXRF

Ana Flavia Fonseca da Silva¹, Gabriel Minto Faria¹, Gustavo Mortari Sales de Oliveira², Ademar Takahama Junior², Fábio Luiz Melquíades¹

Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

¹Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

²Departamento de Odontologia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
ana.flavia.fonseca@uel.br

Resumo

O consumo de cigarros eletrônicos apresentou aumento significativo nos últimos anos, sobretudo entre os jovens. Seu uso é frequentemente relacionado à interrupção do tabagismo tradicional. No entanto, tal afirmação carece de respaldo científico. No Brasil, sua comercialização é proibida pela ANVISA, em razão da ausência de pesquisas que fundamentem sua legalização. Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de pesquisas que investiguem a composição elementar dos cigarros eletrônicos, bem como seus potenciais danos à saúde. Assim, o presente estudo teve como intuito avaliar, de maneira qualitativa, a presença e concentração de metais na saliva de usuários e não usuários de cigarros eletrônicos, por intermédio da técnica de Fluorescência de Raios X por Reflexão Total (TXRF). Para isso, voluntários foram recrutados por meio de um formulário on-line, compartilhado em mídias sociais e, posteriormente, as amostras de saliva foram coletadas pela Clínica Odontológica da UEL (COU), totalizando 19 amostras de usuários de cigarros eletrônicos e 27 de não usuários. Em sequência, o preparo amostral envolveu a centrifugação das mesmas e a pipetagem de 10 µL de cada sobre discos de acrílico, sendo estes levados a uma estufa de secagem. Então, mais 10 µL do padrão interno de gálio foi pipetado sobre os discos, levados novamente à estufa. Por fim, as amostras foram analisadas pelo Espectrômetro de Fluorescência de Raios X Por Reflexão Total e, a partir dos espectros e seus resultados, quantificaram-se os seguintes elementos: fósforo, enxofre, cloro, potássio, cálcio, manganês, ferro, níquel, cobre, zinco, bromo e rubídio. Por intermédio da análise estatística, que envolveu a elaboração de gráficos Box-Plot, Análise de Componentes Principais (PCA), testes ANOVA, F e T, foi possível caracterizar a diferença entre os usuários e não usuários como significativa ou não. Os resultados indicaram não haver diferenças expressivas entre os grupos e, unidos aos resultados da PCA, a utilização de cigarros eletrônicos não promoveu diferenças detectáveis na concentração dos elementos averiguados. De tal maneira, infere-se que a quantificação elementar da saliva de usuários e não usuários de cigarros eletrônicos, embora tenha apresentado variações individuais, por si só, não apresentou diferenças evidentes quanto aos elementos químicos analisados. Entretanto, a ausência de significância não implica na ausência de efeitos adversos. Os resultados confirmaram a presença de elementos químicos potencialmente tóxicos ao organismo, como manganês, zinco, cobre e níquel, o que reforça a importância de estudos contínuos, considerando o tamanho amostral reduzido e o tempo de exposição ao dispositivo, que podem interferir sobre os resultados.

Palavras-chave: Cigarro Eletrônico; Saliva; Metais; TXRF.



4 Raios X: da descoberta à aplicação na medicina

Ana Júlia Feitosa de Souza Martins¹ ¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná
ana.julia.martins@uel.br

Resumo

Os raios X revolucionaram a forma como se observa o interior do corpo humano, permitindo diagnósticos rápidos, não invasivos e extremamente eficientes. Este trabalho, o qual foi elaborado em formato de divulgação científica, apresenta uma abordagem clara, acessível e abrangente sobre os fundamentos físicos envolvidos na geração, interação e aplicação dessa radiação. Inicialmente, foram explicados os processos de produção dos raios X no tubo radiográfico, com destaque para a radiação de freamento e a radiação característica, demonstrando como ajustes no equipamento, especialmente a tensão e a corrente influenciam diretamente o espectro de energia, a intensidade do feixe e a qualidade da imagem obtida. O texto ainda descreve os principais mecanismos de interação entre fótons e matéria, principalmente o efeito fotoelétrico e o espalhamento Compton, os quais são relevantes para a formação da imagem, mostrando como essas interações determinam a atenuação dos tecidos e a formação do contraste radiográfico. A partir disso, é demonstrado porque ossos, músculos, gordura e pulmões aparecem de maneiras distintas nas imagens, relacionando os fenômenos físicos às aplicações clínicas cotidianas. Além dos princípios físicos, o trabalho apresenta a evolução tecnológica dos métodos de detecção, desde o uso de filmes radiográficos até os sistemas digitais contemporâneos. As vantagens dos detectores digitais, como maior sensibilidade, maior latitude de exposição, possibilidade de pós-processamento e facilidade de arquivamento, são abordadas com destaque para o impacto na organização das etapas do exame radiográfico e na redução de repetições dos exames. Por fim, o artigo aborda os conceitos fundamentais de qualidade de imagem e proteção radiológica, enfatizando a importância dos princípios de justificação, otimização e limitação de dose. São apresentadas orientações práticas que ajudam na busca do equilíbrio entre qualidade diagnóstica e segurança, destacando a responsabilidade dos profissionais da saúde e da importância do cumprimento das normas regulatórias. Dessa forma, este trabalho busca tornar mais acessíveis os conceitos físicos que fundamentam a radiografia para leitores não especialistas, mostrando como a física e as ciências da saúde se unem na produção de imagens para o diagnóstico médico.

Palavras-chave: Raios X; Radiografia; Diagnóstico por imagem; Qualidade da imagem.



5 Influência da glicina como agente quelante na síntese sol-gel de NaFeO₂: estudo da formação de fases cristalinas e propriedades estruturais

Daniel Ericson Dias da Silva^{1,2*}, Gabriel Gonzaga dos Santos^{1,2}, Paulo Rogério Catarini da Silva^{1,2}, Alexandre Urbano^{1,2}

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

*daniel.ericson@uel.br

Resumo

Os óxidos de ferro sodiado (NaFeO₂) têm despertado interesse como potenciais materiais catódicos para baterias de íons de sódio, devido à abundância e baixo custo de seus elementos constituintes. Este trabalho apresenta a continuidade de estudos sobre a síntese de NaFeO₂ pela rota sol-gel, explorando diferentes agentes quelantes. Nessa etapa, a glicina foi utilizada como agente quelante, com razão metal:quelante de 2:1 e concentração de 0,17 mol·L⁻¹. As soluções precursoras de nitrato de ferro(III), acetato de sódio e glicina foram aquecidas a 80 °C sob agitação magnética até a formação de um gel homogêneo, seguido de calcinações em diferentes temperaturas (400, 500, 600 e 700 °C) por períodos de 5 a 6 horas. As amostras obtidas foram caracterizadas estruturalmente por difração de raios X (DRX) e espectroscopia no infravermelho (FTIR), permitindo observar a formação das fases cristalinas e avaliar a influência da glicina sobre a estrutura do NaFeO₂. Este estudo visa avaliar o efeito do uso da glicina sobre a formação das fases cristalinas do NaFeO₂ e fornecer subsídios para futuras análises de propriedades eletroquímicas, contribuindo para o desenvolvimento de materiais catódicos mais eficientes para baterias de íons de sódio.

Palavras-chave: NaFeO₂; Sol-gel; Glicina; Baterias de Íons de Sódio

Referências:

- PARK, Y. U.; KIM, J.; KANG, K. Sodium iron oxides as cathodes for sodium rechargeable batteries. *Chemistry of Materials*, Washington, v. 24, n. 15, p. 2899–2903, 2012. DOI: 10.1021/cm301253w.
- CHEN, M.; LI, X.; HUANG, Q. Synthesis and characterization of NaFeO₂ by sol–gel method for sodium-ion batteries. *Journal of Alloys and Compounds*, Amsterdam, v. 732, p. 388–394, 2018. DOI: 10.1016/j.jallcom.2017.10.087.
- LIU, Y.; WANG, J.; GUO, S. Influence of calcination temperature on the structure and electrochemical properties of NaFeO₂ prepared by sol–gel route. *Materials Chemistry and Physics*, Amsterdam, v. 232, p. 108–115, 2019. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2018.12.027.



6 As ondas gravitacionais e sua detecção

Danilo Deschamps Machado Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná
danilodeschamps2305@gmail.com

Resumo

Neste trabalho é apresentado uma pequena parte da trajetória para a concepção e a detecção das ondas gravitacionais, passando pela antiga teoria da gravitação de Newton e os seus problemas até a correção feita por Einstein ao conceber a gravidade como a curvatura do tecido do espaço-tempo. Desta última teoria, Einstein conseguiu mostrar uma solução de suas equações tomando como hipótese, pela primeira vez, as ondas gravitacionais. No entanto, na época em que Einstein fez sua suposição não havia tecnologia o suficiente para a detecção dessas ondas e, por isso, apenas 100 anos depois da publicação dos seus trabalhos sobre a Teoria da Relatividade Geral, houve efetivamente uma detecção direta das ondas gravitacionais. E então, atualmente, o maior desafio dos físicos experimentais é de melhorar esta detecção para se entender melhor sobre os segredos de nosso Universo.

Referências:

- ABBOTT, B. P. et al. Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. *Phys. Rev. Lett.*, American Physical Society, v. 116, p. 061102, Fev. 2016. Disponível em: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.116.061102>.
- BÔCO, A. Ondas Gravitacionais - O Porquê das coisas. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JtW0oN5noSo>.
- IAMARINO, A. Ondas Gravitacionais— Nerdologia. 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=z71O5cHTOvM>.
- LOOS, P. O que são ondas gravitacionais? 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fheHNQEea-0>.
- MOTA, C. V. As ondas gravitacionais previstas por Einstein e confirmadas 100 anos depois. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7PngA17bCQU>.
- RAMOS, R. V. M. M. P. Sobre a teoria de Einstein para ondas gravitacionais e sua aplicações no estudo da radiação emitida por um pulsar binário. *Revista Brasileira de Ensino em Física*, 2018.
- SACANI, S. O que são as ondas gravitacionais? 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=h1esAQh64gA>.
- SACANI, S. O UNIVERSO está CHEIO de ONDAS GRAVITACIONAIS. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=66z-1zxeWq4>.
- SCHUTZ, B. *A First Course in General Relativity*. second. [S.l.]: Cambridge, 2009.
- SILVA, M. A. S. da. A GRAVIDADE NEWTONIANA E EINSTEINIANA NÃO É SÓ UMA DICOTOMIA CONCEITUAL. 2019. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus Santa Cruz.

Palavras-chave: Ondas gravitacionais; Detecção de ondas gravitacionais; Teoria da Relatividade.



7 Caracterização de Minerais por Microtomografia Computadorizada por Raios X

Enzo Gabriel Avelar Correa¹, Eduardo Soares Mariano Bonfim², Gabryel Camillo Leite³,
Vanessa Matias Leite³, Eduardo Inocente Jussiani¹

¹Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Instituto Federal do Paraná, Londrina, Paraná (BR)

³Departamento de Computação, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
enzo.gabriel.avelar@uel.br — Autor apresentador.

Resumo

A caracterização de materiais consiste na aplicação de técnicas físico-químicas para determinar composição atômica, molecular e morfologia de variadas amostras. Em contrapartida, a Microtomografia Computadorizada por Raios X (Micro-CT) é uma metodologia de análise morfológica capaz de produzir uma reconstrução virtual das amostras em 3D, apesar de ser tipicamente incapaz de determinar composição dos materiais, uma vez que é baseada na transmitância da radiação. Neste estudo, foi implementada uma metodologia para comparação dos parâmetros amostrais de Densidade e Número Atômico Efetivo, com os parâmetros tomográficos de Coeficiente de Atenuação Linear (CAL), Coeficiente de Atenuação Mássico (CAM) e Tom de Cinza (TC), em modo de estimar a composição das amostras minerais selecionadas. A caracterização mineralógica foi otimizada com o desenvolvimento de uma ferramenta computacional direcionada para segmentação amostral e análise quantitativa. O *software* desenvolvido integra etapas de pré-processamento para supressão de artefatos de imagem e realce de contraste, além da aplicação de algoritmos para segmentação como K- means, Otsu e Multi-Otsu, permitindo discriminar fases minerais com base em intensidades de TC. A ferramenta também permite a extração de histogramas das regiões segmentadas, fornecendo informações sobre a distribuição de pixels em cada método, reduzindo o viés de operador no tratamento de dados. O conjunto amostral consiste em dois grupos de 5 minerais cada, separados entre Ferrosos e Não-Ferrosos, medido por grupo pelo microtomógrafo SkyScan-Bruker 1173 em três resoluções (14 μ m, 25 μ m e 36 μ m) e analisado pelos *softwares* NRecon, DataViewer e CTAn. Os resultados obtidos apresentam baixa correlação dos parâmetros tomográficos de TC e CAL entre os grupos amostrais devido à normalização do TC, além da baixa correlação com os parâmetros amostrais. Entretanto, demonstrou-se possível correlacionar o TC com o CAM, o que viabiliza a caracterização de minerais utilizando a Micro-CT para este conjunto amostral.

Palavras-Chave: Minerais; Caracterização; Micro-CT; Coeficiente de Atenuação; Tom de Cinza



8 Rota de síntese de $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP) para baterias de íon-sódio e suas capacidades.

Felipe Aguiar Araujo, Alexandre Urbano, Helder Scapin Anizelli Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

Felipe.aguiar3110@uel.br

Resumo

O crescente avanço tecnológico e a necessidade global de fontes de energia mais sustentáveis têm impulsionado a busca por alternativas eficientes e acessíveis às baterias convencionais de íon-lítio. Nesse cenário, as **baterias de íon-sódio** têm se destacado como uma solução promissora, principalmente devido à abundância e ao baixo custo do sódio em comparação ao lítio. Além disso, o sódio apresenta propriedades químicas semelhantes, permitindo a adaptação de diversas tecnologias já consolidadas. Essas características tornam o sistema de íon-sódio uma excelente opção para aplicações em larga escala, como armazenamento estacionário de energia, integração com fontes renováveis e uso em veículos elétricos, contribuindo para a transição energética global. Entre os materiais catódicos estudados para essas baterias, o composto $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP) tem recebido atenção especial. Sua estrutura cristalina do tipo NASICON (Sódio Super Ionic Conductor) proporciona alta estabilidade térmica, boa condutividade iônica e excelente reversibilidade eletroquímica, fatores essenciais para a eficiência e a vida útil da bateria. Além disso, o NVP apresenta um potencial de operação adequado para baterias de íon-sódio, combinando segurança e desempenho satisfatório. Sua composição envolve elementos relativamente abundantes e economicamente viáveis, o que reforça seu potencial para aplicação em larga escala e torna a rota de síntese desse material um ponto estratégico para pesquisas e desenvolvimento tecnológico. A aplicação do NVP como material catódico em **baterias de íon-sódio** representa um passo importante no avanço de sistemas de armazenamento de energia mais acessíveis, seguros e sustentáveis. O estudo de sua rota de síntese e de suas propriedades estruturais e eletroquímicas é fundamental para otimizar sua utilização em dispositivos reais. Assim, o presente trabalho busca contribuir para o fortalecimento dessa área de pesquisa, ampliando as possibilidades de desenvolvimento de tecnologias energéticas mais eficientes e alinhadas às demandas futuras da sociedade.

Palavras-chave: Bateria de íon-sódio; $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$; Material catódico; Armazenamento de energia; Sustentabilidade.



9 Investigaçāo estrutural do efeito sinérgico da dopagem de K⁺ e Nb⁵⁺ em catodos P2-Na_{0,80}Ni_{0,25}Mn_{0,75}O₂ para baterias de íons de sódio

Gabriel G. Santos, Helder S. Anizelli*, Paulo R. C. Silva, Stephany P. Silva, Alexandre Urbano
Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.

*helder.anizelli@uel.br

Resumo

A transição para uma matriz energética mais sustentável tem impulsionado a busca por tecnologias de armazenamento de energia alternativas às baterias de íons de lítio (BILs). Nesse contexto, as baterias de íons de sódio (BISs) despontam como uma solução promissora devido à abundância e ao baixo custo do sódio, além de sua semelhança química com o lítio. Entre os desafios atuais com relação às BISs, destaca-se o desenvolvimento de materiais catódicos com alta estabilidade estrutural através do uso de elementos químicos dopantes e o aprimoramento do desempenho eletroquímico dessas baterias. Este trabalho tem como objetivo investigar os efeitos da dopagem com nióbio (Nb) e potássio (K) na estrutura de materiais catódicos do tipo P2-Na_{0,80}Ni_{0,25}Mn_{0,75}O₂, sintetizados via reação em estado sólido. As análises foram realizadas através da técnica de difração de raios X, com refinamento da estrutura cristalina pelo método de Rietveld. Os resultados indicam que a dopagem promoveu uma alteração nos parâmetros de rede e distâncias interplanares, modificações que influenciam diretamente a cinética de difusão dos íons de sódio e, consequentemente, a estabilidade estrutural do material.

Palavras-chave: Baterias de Íons de Sódio; Estrutura cristalina; Dopagem K⁺/Nb⁵⁺; Difração de Raios-X; Refinamento de Rietveld.



10 Astronomia Multimensajeira: Como ler as mensagens do Cosmos?

Gabriel Masuo Horita

Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
s.gabriel.horita2002@uel.br

Resumo

A astronomia multimensajeira investiga um mesmo evento cósmico combinando diferentes “mensageiros” da natureza, como fótons, neutrinos, ondas gravitacionais e raios cósmicos. Cada um revela uma informação complementar do fenômeno: a luz informa imagem, temperatura e composição; os neutrinos, por interagirem pouco, preservam a mensagem do interior da fonte; as ondas gravitacionais permitem inferir massas, órbitas e distâncias; os raios cósmicos indicam processos de aceleração em motores astrofísicos. Ao integrar esses sinais, obtemos uma reconstrução mais precisa e completa do evento. Para isso, experimentos ao redor do mundo desenvolvem detectores cada vez mais sensíveis e técnicas de análise que elevam a pureza dos dados e reduzem incertezas.

Palavras-chave: Astronomia multimensajeira; neutrinos; raios cósmicos; fótons; ondas gravitacionais.



11 Construção de um objeto educacional a partir do efeito de “fantasma de Pepper”

Gabriella Uchida Kfouri¹, Jefferson Sussomo de Aguiar Hachiya¹, Leonardo Carmezini Marques¹, Matheus Taichi Otuyama¹, Marina Yumi Katsumata¹

¹Instituto Federal do Paraná, Londrina, Paraná

gabriellauchidatinfen2022@gmail.com

Resumo

O atual ensino de ciências no Brasil tem apresentado grandes dificuldades, entre elas o desinteresse dos estudantes. Este pode estar relacionado com as abordagens pedagógicas utilizadas em sala de aula, onde a maioria das ações propostas para o ensino de ciências utilizam formas abstratas de representação dos fenômenos físicos, as quais geralmente estão apoiadas apenas no uso de quadro e giz. Com o intuito de minimizar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes, principalmente relacionada à visualização de fenômenos apresentados em aulas de ciências, podem ser utilizados diversos recursos educacionais, entre eles o uso de imagens. Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho foi o de construir um objeto educacional baseado no efeito de “fantasma de Pepper” que possa ser utilizado para o ensino e aprendizagem de ciências da natureza. O protótipo contará com um mini projetor de imagem. Para desenvolver esse projeto foi utilizada uma pirâmide de base quadrada com o comprimento da base de 45 cm e 20,45 cm de altura. O acrílico foi escolhido como material para fazer a pirâmide, pois ele é capaz de refletir parte da luz incidente em sua superfície. As características da pirâmide tiveram como base uma situação tal que a imagem proveniente do projetor fosse refletida de maneira nítida. A partir disso, cálculos foram realizados para chegar em tais características. No momento a pirâmide parcialmente reflexiva está pronta. Como trabalhos futuros ainda resta construir uma estrutura em MDF que possa comportar a pirâmide e o mini projetor e que ainda limite a quantidade de luminosidade indesejada. Algumas das características desta estrutura já estão definidas. Acredita-se que o objeto educacional tem potencial para auxiliar no processo de ensino trazendo um maior interesse dos alunos em relação ao conteúdo desejado, e assim facilitando a aprendizagem do estudante.

Ensino-aprendizagem; Ciências da natureza; Pseudo-holograma; Projeção de imagem.



12 Desempenho, Reciclagem e Inovação em Baterias de Íon-Lítio NMC 532: Perspectivas com a Inserção de Grafeno

Helder Scapin Anizelli¹, Gabriel Gonzaga dos Santos¹, Paulo Rogério Catarini da Silva¹, Jarem Raul Garcia², Alexandre Urbano¹, Edson Laureto¹.

¹Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

²Departamento de Química, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, (BR)

helder.anizelli@uel.br

Resumo

As baterias de íon-lítio baseadas em óxidos de níquel, manganês e cobalto ($\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{0,3}\text{Co}_{0,2}\text{O}_2$ – NMC 532) representam atualmente uma das tecnologias mais relevantes para armazenamento de energia devido à sua alta densidade energética, longa vida útil e bom desempenho eletroquímico. Esses atributos as tornam essenciais em aplicações que vão desde dispositivos eletrônicos portáteis até veículos elétricos e sistemas de armazenamento estacionário. A composição balanceada entre níquel, manganês e cobalto confere a essas baterias um compromisso ideal entre capacidade específica, estabilidade térmica e segurança, fatores cruciais para o avanço da transição energética e da mobilidade sustentável. Contudo, a crescente demanda global por baterias de íon-lítio traz consigo desafios ambientais e econômicos significativos. O descarte inadequado pode resultar em contaminação por metais pesados e perda de recursos valiosos, além de aumentar a pressão sobre a extração mineral. Nesse contexto, a reciclagem surge como uma estratégia indispensável para a economia circular. Por meio de processos hidrometalúrgicos, pirometalúrgicos ou mecânicos, é possível recuperar metais estratégicos como níquel, cobalto e lítio, reduzindo impactos ambientais, custos de produção e dependência de matérias-primas críticas. Além disso, a reciclagem contribui para a mitigação de riscos geopolíticos relacionados à cadeia de suprimentos desses elementos. No âmbito das pesquisas recentes, busca-se também otimizar o desempenho das baterias através de modificações na formulação dos eletrodos. Uma linha promissora envolve a substituição do tradicional aditivo condutor *carbon black* por grafeno, material com elevada condutividade elétrica, alta área superficial e excelente estabilidade química. A inserção de grafeno na matriz do eletrodo pode melhorar a conectividade eletrônica, reduzir a resistência interna e aumentar a eficiência do transporte de cargas, resultando em melhor desempenho eletroquímico e maior vida útil do dispositivo. Essa abordagem, aliada à reciclagem eficiente, representa um passo fundamental rumo ao desenvolvimento de baterias mais sustentáveis, potentes e alinhadas com as demandas tecnológicas do futuro.

Referências:

GOODENOUGH, J. B.; PARK, K. S. The Li-ion rechargeable battery: a perspective. *Journal of the American Chemical Society*, v. 135, n. 4, p. 1167–1176, 2013. Palavras-chave: Baterias de Íon-Lítio; Reciclagem de Eletrodos; Grafeno; Sustentabilidade.



13 Comparação entre *coffea arabica* e *coffea canephora* por meio de fluorescência de raios X

João Vitor Lima de Andrade*, Felipe Rodrigues dos Santos Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
joao.vitor.lima@uel.br.

Resumo

Este estudo visou explorar o uso da fluorescência de raios X (XRF) para quantificar teores de minerais em amostras de cafés torrados e moídos. Para isso, foram testadas diferentes condições instrumentais. Foram construídas curvas de calibração para os elementos P, S, K, Ca, Mn, Fe, Cu e Zn, seguidas por um processo de validação utilizando um material de referência certificado de café verde. Entre as condições instrumentais testadas, a tensão de 15 kV apresentou melhor desempenho na calibração dos macronutrientes (P, S, K e Ca), com recuperações variando entre 87% e 127%. Já para os micronutrientes, a condição de 50 kV foi a mais adequada, com recuperações entre 81% e 122%. Após a validação, os modelos foram aplicados a amostras de café das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* de produtores locais, bem como em amostras comerciais. Os teores elementares obtidos neste estudo estão em concordância com aqueles reportados na literatura utilizando outras técnicas analíticas. A aplicação de testes estatísticos, como ANOVA seguida do teste de Tukey, permitiu identificar diferenças significativas na concentração de alguns elementos entre cafés das espécies *C. arabica* e *C. canephora*. As análises foram conduzidas considerando três grupos de amostras: 100% arábica, 100% canéfora e misturas 50/50. Elementos como Mn, K, Ca e Zn apresentaram variações expressivas entre os grupos, sendo o Mn particularmente eficiente na distinção entre as espécies. O mesmo procedimento analítico foi aplicado a cafés comerciais. Observou-se que alguns produtos sem indicação da espécie apresentaram perfis elementares semelhantes aos de misturas, sugerindo que podem conter proporções variadas de *C. arabica* e *C. canephora*. Além disso, foi identificada uma concentração expressiva de S nas amostras comerciais, o que pode estar associado a adição de compostos sulfurados para aumentar o tempo de prateleira. Esses resultados são relevantes por demonstrarem a viabilidade de uma técnica analítica que dispensa preparo de amostra, está alinhada aos princípios da química verde e apresenta potencial como ferramenta para, futuramente, identificar a presença de *C. canephora* em cafés declarados como arábica.

Palavras-chave: Fluorescência de Raios X; Café; Composição mineral; Calibração.



14 Estudo da aplicação dos politipos de Dissulfeto de Molibdênio em Célula Solar de Perovskita

Julia Maria Silva^{1*}, Fernando Wypych^{1,2}, Helder Anizelli³, Marco Aurélio Toledo da Silva¹, Sidney Alves Lourenço^{1,3}

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná (BR)

² Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná (BR)

³ Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná (BR)

*silvaj.2024@alunos.utfpr.edu.br

Resumo

Células Solares de Perovskita (PSC) tem alcançado valores expressivos de eficiência nos últimos anos, atingindo até 27%. Contudo, ainda há barreiras para sua comercialização devido a defeitos de interface entre a camada ativa e as camadas transportadoras de cargas. Para contornar este obstáculo, tem sido desenvolvido camadas adicionais de materiais para auxiliar no transporte de cargas e na estabilidade dos dispositivos. O presente trabalho propõe esfoliação das fases semicondutora (2H) e metálica (1T) do polimorfo bidimensional Dissulfeto de Molibdênio (MoS_2) para aplicação em PSC, visando a melhoria da eficiência e estabilidade da célula solar. A síntese do politipo condutor foi obtida com a intercalação de cátions de lítio no espaço interlamelar do MoS_2 , seguida da hidratação do novo composto. Visando a deposição sobre a Perovskita, como camada auxiliar no transporte de elétrons, foi feita a hidrofobização do material condutor através da troca de cátions de lítio pelos de propilaminio, assim, podendo ser disperso em solvente orgânico e compatível com a camada ativa do dispositivo. A esfoliação da fase semicondutora foi feita por método de esfoliação líquida, com sonicação do *bulk* de MoS_2 em N-metil-2-pirrolidona (NMP), o solvente da dispersão foi trocado para álcool isopropílico (IPA) para a deposição no dispositivo. Para caracterização dos politipos foram realizadas medidas de difração de Raio-X (DRX), espectrometria de absorção óptica, confirmado a eficiência da intercalação iônica e das esfoliações. Para constatar a melhoria na aderência e da distribuição superficial da deposição de Perovskita, foi realizada medida de ângulo de contato. Os resultados preliminares confirmam a possibilidade de aplicação do material no dispositivo fotovoltaico.

Referência

Best research-cell efficiency chart. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency>>. Acesso em: 13 out. 2025.

CORDEIRO, Neusmar J. A. *et al.* Fast and low-cost synthesis of MoS_2 nanostructures on paper substrates for near-infrared photodetectors. **Applied sciences (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 3, p. 1234, 2021.

WYPYCH, Fernando. Dissulfeto de molibdênio, um material multifuncional e surpreendente. **Química Nova**, v. 25, p. 83-88, 2002.



15 Além do Λ CDM: explorando modelos cosmológicos acoplados à energia escura

Larissa Pereira da Silva Cavalari¹, Manuel Simões Filho^{2*}

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
larissa.pereira@uel.br

Resumo:

Nas últimas décadas, a energia escura tem ocupado um papel importante nos modelos cosmológicos contemporâneos, sendo apontada como responsável pela aceleração do Universo. Este poster apresenta uma revisão dos principais modelos cosmológicos que incorporam a energia escura em suas formulações, destacando o Modelo Cosmológico Padrão (LCDM), bem como propostas alternativas, como os modelos com Energia Escura Dinâmica (Quintessência), acoplamento com matéria escura e o modelo de Quartessência. A apresentação visa discutir os fundamentos observacionais e teóricos que sustentam essas abordagens – como evidências fornecidas pela radiação cósmica de fundo, supernovas do tipo Ia e oscilações acústicas de bárions – e as implicações que cada modelo propõe para a evolução do cosmos. Ao sintetizar as diferentes perspectivas vigentes, o trabalho busca contribuir para a compreensão dos desafios atuais enfrentados pela cosmologia teórica e observational diante das perspectivas da energia escura.

Palavras-chave: Cosmologia; Energia escura; Modelo padrão; Matéria escura; Modelos cosmológicos.



16 As auroras polares e o currículo do futuro professor de física: aferições de uma análise de conteúdo quali-quantitativa interdisciplinar

Leandro Henrique Nunes¹, Gustavo Iachel²

^{1,2}Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
leandro.henrique.nunes@uel.br

Resumo:

No presente estudo, respalda-se alguns apuramentos e inflexões encontradas em uma Iniciação Científica (IC) de teor quali-quantitativo, onde visava-se, identificar marcas de interdisciplinaridade no currículo da Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Para tal, recorreu-se ao tema, auroras polares: fenômeno causado pelo impacto dos ventos solares, munidos de elétrons, que interagem com o campo geomagnético terrestre, e se tornam visíveis na ionosfera, região da atmosfera, em diferentes colorações; definição trazida pelos trabalhos de Birkeland (1913); Strømer (1955); Bomke et al. (1966); Akasofu (1989); Kivelson e Russell (1995). Para tal investigação, estabeleceu-se uma correlação entre a base bibliográfica e um documento oficial que rege o curso escolhido, denominado, Projeto Pedagógico Curricular (PPC). Com base na hipótese, de que, o fenômeno das auroras é um conteúdo interdisciplinar com potencial transformador docente, formulou-se a questão de pesquisa: *Quais disciplinas e conteúdos de um curso de formação de professores em Física são essenciais para a compreensão do conhecimento científico acerca do fenômeno das auroras polares?* Buscou-se assim, identificar os aportes do tema na correspondência organizacional do curso alvo, com isso, observou-se como estão estruturados tais saberes. Por meio de uma visão histórico-científica das auroras, empregou-se a análise de conteúdo via Bardin (2016); Krippendorff (2004). As conexões foram construídas a partir da documentação regulamentadora por meio das ementas, criando-se assim, um instrumento de análise classificador de conceitos-chave para compreensão significativa do fenômeno físico central e toda sua ramificação interdisciplinar. Recorreu-se, por meio de aportes sobre como entender um documento, e estabeleceu-se, uma sintetização em três etapas: *organização da análise, codificação e categorização*. De tal maneira, definiu-se, via critérios mencionados, a ordenação das seguintes categorias: *Auroras Polares; Vento Solar; Campo Geomagnético; Atmosfera; Auroras Artificiais*. Cada uma detém seu conceito norteador, de tal modo, pôde-se efetivar a aplicação da metodologia, amparada pelos estudos de Flick (2009). Para a apresentação dos dados optou-se pelo emprego de mapas conceituais, recorrentemente confundidos com a “tempestade de ideias” (*brainstorming*). Entretanto, aqui, vai-se muito além, sobre o véu da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, os mapas, disseminados no Brasil por Moreira (2006), são diagramas bidimensionais com relações hierárquicas entre conceitos. Por tudo isso, espera-se que, com essa metodologia inovadora, outros pesquisadores utilizem-a para averiguar a qualidade de interconexões e os graus de departamentalização dos currículos acadêmicos. Os resultados obtidos atestam a aferição quali-quantitativa afirmativa onde o curso de Licenciatura em Física da UEL detém uma comunicação de cerca de 56,82% das disciplinas, relacionando- se interdisciplinarmente com o tema. Assim, nota-se que o curso fornece suporte para a compreensão do fenômeno atípico.

Palavras-chave: Auroras Polares; Análise de Conteúdo; Currículo; Formação de Professores



17 Caracterização de materiais em uma simulação de pintura de cavalete por pXRF

Lucas Gabriel de Andrade¹, Rafael Molari¹

¹Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
lucas.gabriel.andrade@uel.br

Resumo:

A análise dos materiais, especialmente os pigmentos, é essencial para entender o contexto de produção, a autenticidade e o estado de conservação das obras de arte. A espectroscopia de fluorescência de raios X (XRF) é uma técnica analítica destacada nesse contexto, por ser não destrutiva e não invasiva. O trabalho investigou a composição elementar dos pigmentos em uma simulação de pintura de cavalete, utilizando XRF para identificar os materiais da pintura para fins de documentação científica. A obra foi feita em tela com chassi de madeira e, exceto por três tiras nas laterais, recebeu uma camada de primer com uma mistura de cola animal e carbonato de cálcio, imitando técnicas antigas (MELQUIADES *et al.*, 2025; APPOLONI *et al.*, 2023). A pintura foi feita usando pigmentos puros e misturados, metais (folhas de ouro e prata, pedaços metálicos) e vernizes. Foram aplicadas seis camadas de materiais. As análises dos pigmentos foram feitas usando um espectrômetro Tracer 5i, da Bruker Corp. As medições foram realizadas diretamente nas áreas coloridas da pintura, com o tubo de raios X operando a 50 kV, corrente de 35 μ A e tempo de aquisição de 10 s por ponto. Os espectros obtidos foram processados no software Artax. A identificação dos materiais foi feita com base nos elementos-chave detectados nos espectros de raios X. Foram identificados os materiais: azurita, azul cerúleo, azul ultramarino, azul de cobalto, branco de titânio, branco de chumbo, negro de osso/marfim, *umber*, ocres/terrás, amarelo de zinco, laranja de cádmio, amarelo de cádmio, amarelo de Nápoles, vermelho de cádmio, vermelhão, amarelo de níquel azo, laca orgânica, verde de cobalto, verde cromo (azul da Prússia + amarelo de cromo), terra verde, ouro, latão, ferro, carbonato de cálcio, litopone e barita. A XRF se mostrou eficaz na caracterização de pigmentos clássicos e modernos.

Referências:

MELQUIADES, Fábio Luiz; MOLARI, Rafael; APPOLONI, Carlos Roberto. Portable NIR Applied to the Evaluation of Resin, Glue and Agglutinant used in Canvas Paintings. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, [S. l.], v. 46, p. e52197, 2025. DOI: 10.5433/1679-0375.2025.v46.52197.

APPOLONI, Carlos Roberto; LOPES, Fabio; RIZZUTTO, Marcia de Almeida; NEIVA, Augusto Camara; IKEOKA, Renato Akio; RIZZO, Marcia de Mathias. PIXE and pXRF Comparison Analysis of a Mockup Canvas Painting. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, [S. l.], v. 44, p. e47604, 2023. DOI: 10.5433/1679-0375.2023.v44.47604.

Palavras-chave: Fluorescência de raios X portátil; pXRF; Análise de pigmentos; Caracterização de materiais; Patrimônio cultural.

XXIX Semana da Física: FÍSICA APLICADA, SOLUÇÕES CIENTÍFICAS PARA OS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS



18 Em busca da matéria escura: história, evidências e candidatos

Eduarda Albano, Dr. Manuel Simões Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná (BR)
maria.eduarda.albano@uel.br

Resumo

A matéria escura representa um dos maiores desafios da física moderna, influenciando a estrutura e a evolução do Universo. Sua existência foi inicialmente proposta por Fritz Zwicky, em 1933, ao analisar o movimento das galáxias no Aglomerado de Coma e constatar que a massa visível não explicava a coesão gravitacional do sistema (Zwicky, 1933). Décadas depois, Vera Rubin confirmou essa hipótese ao observar curvas de rotação planas em galáxias espirais, sugerindo a presença de uma massa invisível dominante (Rubin & Ford, 1970). Evidências adicionais emergiram a partir de lentes gravitacionais, da radiação cósmica de fundo (Planck Collaboration, 2020) e de colisões entre aglomerados de galáxias, demonstrando a separação entre matéria bariônica e gravitacional. Tais observações corroboram a matéria escura como um componente fundamental do modelo cosmológico Λ CDM, responsável por cerca de 27% do conteúdo energético do Universo (Bertone & Hooper, 2018). Entre as hipóteses consideradas, encontram-se as partículas massivas de interação fraca (WIMPs), os objetos astrofísicos massivos compactos (MACHOs), os áxions e os buracos negros primordiais. Em alternativa, a Dinâmica Newtoniana Modificada (MOND) é uma teoria que tenta explicar os mesmos fenômenos sem postular novas partículas (Sanders, 2010). Apesar dos esforços experimentais que se prolongam há décadas, a composição da matéria escura permanece desconhecida, motivando a investigação com detectores subterrâneos, colisões de partículas e observações astrofísicas de alta precisão.

Referências

- BERTONE, G.; HOOPER, D. History of dark matter. *Reviews of Modern Physics*, v. 90, n. 4, p. 045002, 2018.
- PLANCK COLLABORATION. Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, v. 641, A6, 2020.
- RUBIN, V. C.; FORD, W. K. Jr. Rotation of the Andromeda Nebula from a Spectroscopic Survey of Emission Regions. *The Astrophysical Journal*, v. 159, p. 379–403, 1970.
- SANDERS, R. H. *The Dark Matter Problem*. Cambridge University Press, 2010.
- ZWICKY, F. Die Rotverschiebung von extragalaktischen Nebeln. *Helvetica Physica Acta*, v. 6, p. 110–127, 1933.

Palavras-chave: Matéria escura; Cosmologia; Candidatos de partículas.



19 Radioisótopos

Marielly Sene Munhoz¹.

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)
marielly.sene.munhoz@uel.br¹

Resumo:

Este artigo de divulgação científica tem como objetivo apresentar, de forma acessível, os radioisótopos, que são átomos com núcleos instáveis que, ao se transformarem espontaneamente, emitem energia e partículas através do fenômeno conhecido como decaimento radioativo. Essa característica, descoberta no final do século XIX por cientistas como Becquerel, Marie Curie e Rutherford, abriu portas para um campo científico de impactos profundos e variados. Atualmente, os radioisótopos são indispensáveis em setores como medicina, indústria, pesquisa e até no monitoramento ambiental. Na área médica, um exemplo notável é o tecnécio-99m, utilizado como marcador em mais de 40 milhões de exames de imagem por ano em todo o mundo, auxiliando no diagnóstico de doenças cardíacas, cancerosas e neurológicas. Na arqueologia e geologia, o carbono-14 revolucionou a datação de materiais orgânicos, permitindo determinar a idade de fósseis e artefatos históricos com notável precisão. Já na geofísica, o gás radônio-222 tem se mostrado um importante indicador natural para monitoramento de desastres ambientais. Sua liberação do subsolo pode alterar-se significativamente antes de eventos como terremotos e erupções vulcânicas, funcionando como um "sinal de alerta" ambiental. Esta aplicação preventiva demonstra como o estudo dos radioisótopos transcende os laboratórios e alcança a proteção de populações. Neste trabalho de divulgação científica, apresentamos os conceitos por trás da formação dos radioisótopos e os principais tipos de decaimento nuclear de forma clara e acessível. Também exploramos como essas substâncias são produzidas, seja em reatores nucleares ou em aceleradores de partículas. Abordamos ainda os desafios atuais da área, como a escassez global de molibdênio-99 (precursor do tecnécio-99m) e a demanda crescente por actínio-225, promissor no tratamento de câncer. Compreender a física nuclear envolvida nesses elementos não é apenas um exercício científico, mas uma necessidade para o avanço tecnológico e o bem-estar humano, reforçando a importância do investimento em pesquisa e inovação.

Palavras-chave: Radioisótopos; Física Nuclear; Medicina Nuclear; Arqueologia; Geofísica; Aplicações Tecnológicas; Inovação Científica; Divulgação Científica.



20 Análise das competências de Física e Química propostas pela BNCC: uma experiência do PIBID Interdisciplinar

Davi R. Carvalho (AF), Douglas L. R. Batista¹ (GD), Matheus C. Bodnariuc¹(GD), Pedro M. G. Carvalho¹ (GD) Rodrigo M. da Silva¹ (GD), Rosângela S. Rocha¹ (GD), Irinéa L. Batista¹ (PQ), Fabiele C. D. Broietti¹ (PQ), Jefferson S. A. Hachiya² (PQ)

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

³Instituto Federal do Paraná, Londrina, Paraná, (BR) pedrogaiguer.biro@uel.br — Pedro M. G. Carvalho.

Resumo

O ensino atual demanda metodologias que superem a emorização e favoreçam a construção ativa do conhecimento. A interdisciplinaridade, nesse processo, amplia a compreensão dos fenômenos e sua aplicação em contextos reais. Entre as propostas que a promovem, destaca-se o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), que, por meio de situações-problema, incentiva análise crítica, experimentação e valorização de hipóteses e descobertas, em uma relação colaborativa entre professor e estudantes. Inserida nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar a relação interdisciplinar das competências de Física e Química propostas pela BNCC com o tema eletricidade. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa a metodologia foi desenvolvida em etapas. Inicialmente, licenciandos de Física e Química, junto a orientadores, analisaram as competências propostas pela BNCC buscando conexões entre o ensino de Física e Química com o tema eletricidade. Esse tema foi selecionado pois a geração, consumo e armazenamento de energia elétrica são fundamentais no desenvolvimento de cidadãos críticos e conscientes sobre questões socioambientais. Como resultado da primeira etapa verificou-se a existência de competências mútuas para Física e Química, como por exemplo, *EM13CNT308* e *EM13CNT309*, as quais discutem a relação da eletricidade com questões socioambientais. Já na segunda etapa, foram desenvolvidas três OEnCi's baseadas em uma Sequência de Ensino Investigativa Interdisciplinar, a qual seguiu por Três Momentos: Problematização (levantamento de concepções e hipóteses), Sistematização (investigação e análise) e Contextualização (apresentação e discussão dos resultados). Como tema das oficinas tivemos a primeira sendo o consumo de energia elétrica na escola e formas de compreender, calcular e propor alternativas de economia, a segunda sendo a conversão do consumo de energia elétrica em custo monetário, e a terceira aborda as bandeiras tarifárias e impacto ambiental da geração termelétrica.

Palavras-Chave: Interdisciplinaridade, Ensino por Investigação, Eletricidade, Física, Química.



21 Aprendizagem investigativa com a pilha de Volta: prática interdisciplinar e de baixo custo em física e química

Rafaela Luiza Lenkiu^{13*}, Daniel Ericson Dias da Silva¹⁴, Paulo Roberto Angélico¹², Fabiele Cristiane Dias Broietti¹³, Irinea de Lourdes Batista¹⁴.

¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Colégio Estadual Vicente Rijo, Londrina, Paraná

³Departamento de Química, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

⁴Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR)

*rafaela.lenkiu@uel.br

Resumo

A experimentação científica é um excelente recurso para aproximar alunos do ensino médio dos conceitos de Física e Química de forma prática e investigativa. Este trabalho apresenta a aplicação de uma atividade interdisciplinar baseada na construção de pilhas de Volta utilizando materiais simples e de baixo custo, promovendo o aprendizado por investigação e a integração entre teoria e prática. O objetivo principal foi desenvolver habilidades investigativas, estimular o interesse científico e facilitar a compreensão dos conceitos físico-químicos por meio de experimentação acessível. A experiência foi realizada no Colégio Estadual Vicente Rijo, em Londrina-PR, com quatro turmas do terceiro ano do ensino médio, totalizando aproximadamente 120 alunos. A metodologia incluiu avaliação diagnóstica inicial online, seguida de duas aulas presenciais: uma prática, com a montagem das células eletroquímicas, e uma teórica, abordando a história das pilhas e o funcionamento físico-químico dos metais utilizados. Todas as equipes conseguiram acender LEDs de cores diferentes, demonstrando a eficácia do método. Os resultados indicam alto engajamento, participação ativa e compreensão significativa dos conceitos investigados. Conclui-se que a atividade proporcionou aprendizagem interdisciplinar, promoveu investigação científica prática e demonstrou a viabilidade de experimentos de baixo custo no ensino de Ciências, podendo ser replicada em diferentes contextos educativos.

Palavras-chave: experimentação; interdisciplinaridade; método investigativo; pilha de Volta; ensino de Física e Química



22 Determinação de nutrientes em amostras de forragem por WDXRF, AAS e EDXRF

Rennan Ricardo de A. dos Santos¹, Odimári Pricila Prado Calixto², Fabio Luiz Melquiades¹

¹Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR) ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, (BR) rennanric.santos@uel.br

Resumo

A forragem, fonte econômica de proteína, é crucial para a alimentação bovina. No entanto, forragens com baixo teor nutritivo podem comprometer a produção e causar doenças ao rebanho. Com isso, torna-se fundamental o monitoramento de sua qualidade, que tradicionalmente é realizado por métodos químicos de via úmida. Este estudo teve como objetivo a avaliação nutricional de amostras de plantas através de métodos não destrutivos, mais baratos e menos morosos. Foram coletadas 137 amostras de capim Marandu da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, as quais foram preparadas através de lavagem, secagem, Trituração e peneiramento. Para a análise por fluorescência de raios X por dispersão de energia (EDXRF), cerca de 200mg de cada amostra foram compactadas manualmente e medidas sob atmosfera de hélio, utilizando o método Quant Express. A partir de regressões lineares com os padrões certificados IAEA06, IAEA12, IAEA19 e IAEA20, foram geradas e validadas (padrão IAEA21) as curvas de calibração para Na, Mg, P, K, Ca, Mn e Fe. Os parâmetros de acurácia do modelo (R^2 , Recuperação, F_{calc} , F_{tab}) foram, respectivamente: Na (0.980; 161%; 47.40; 10.13), Mg (0.802; 81%; 8.11; 7.71), P (0.330; 68%; 0.98; 7.71), K (0.932; 109%; 27.71; 7.71), Ca (0.993; 94%; 166.87; 10.13), Mn (0.794; 106%; 7.70; 10.13) e Fe (0.854; 105%; 11.72; 7.71). Diante da regressão linear, a modelagem apresentou boas curvas de calibração para os elementos K, Ca, Mn e Fe, com recuperações de $\pm 10\%$ em relação aos valores certificados. Para o método convencional, não foi medido padrão de validação, desta forma, não tivemos acesso a acurácia das medidas. O modelo de regressão demonstrou acurácia e significância estatística para prever a maioria dos nutrientes, com foco para os elementos Ca e K. Porém, o modelo não se apresentou bom para P e Na, que tiveram baixa correlação e falta de significância. De modo geral, a concentração medida utilizando as curvas de WDXRF foram maiores que as de Espectrometria de absorção atômica, resultado esperado, pois a digestão ácida pode ocorrer de maneira incompleta.

Palavras-chave: Macronutriente; Micronutriente; WDXRF; Forragem; EDXRF.



23 Processos não radiativos em copolímeros para aplicação em OLEDs

Thaís dos Santos Moraes*, Edson Laureto Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná thsamoraes.fisica@uel.br

Resumo

Com o rápido avanço na tecnologia de OLEDs, a pesquisa de novos materiais para atuar como camada ativa desses dispositivos vem crescendo significativamente. A síntese de novos copolímeros vem sendo explorada com o objetivo de obter características que otimizem a intensidade, a durabilidade e a eficiência de emissão dos OLEDs. A transferência de energia (TE) e a fluorescência atrasada termicamente ativada (TADF) em polímeros têm mostrado grande potencial para aprimorar o desempenho dos OLEDs. Nesse contexto, este trabalho concentra-se no estudo de copolímeros que apresentam essas propriedades. O terpolímero LaPPS76 (L76) combina segmentos dos copolímeros fluoreno-benzotiodiazol (L54) e fluoreno-terpiridina (L75). Este estudo caracterizou as propriedades de emissão do L76 e quantificou os processos de transferência de energia entre seus cromóforos. A eficiência de TE foi calculada com base em medidas de tempo de vida e no raio de Förster, ambos indicando alta eficiência de transferência de energia no terpolímero. A solução com maior concentração de doador alcançou uma eficiência de TE próxima de 100%. Além disso, o CP6, um copolímero composto por segmentos de fenotiazina- dibenzotiofeno-S,S-dióxido (PTZ-DBTO2) e 9,9-dihexil-2,7-fluoreno-étinileno, foi investigado como um novo material com potencial para apresentar as propriedades de TADF, originadas da unidade PTZ-DBTO2. Soluções em diferentes concentrações e filmes finos em matriz de Zeonex foram preparados para o estudo da dinâmica do material. Medidas de fotoluminescência resolvida no tempo foram realizadas utilizando a técnica de Time-Resolved Gated Luminescence, que permite a detecção de emissões de longa duração, como fosforescência e TADF. Os resultados confirmaram que o CP6 apresenta fluorescência retardada ativada termicamente, evidenciando seu potencial como camada ativa em dispositivos OLED.

Palavras-chave: Eficiência Quântica; Fotoluminescência Resolvida no Tempo; Dispositivos Emissores de Luz.



24 XRF na avaliação da contaminação por metais pesados em região de alto tráfego veicular

Thiago Farias da Silva¹, Eduardo Inocente Jussiani^{2*} ¹Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.

¹tfariassilva.2004@uel.br.

Resumo

Apenas 38,81% da área urbana do Brasil é abrangida por sistema de monitoramento de estações de referência (BRASIL, 2024, p. 37). Portanto, a busca por métodos de monitoramento complementares é uma necessidade atual de nível nacional. O biomonitoramento da qualidade do ar através do uso de casca de árvore vem sendo estudado como uma excelente alternativa, pois esse órgão é capaz de acumular elementos dispersos na atmosfera, está protegido da ação de ventos e chuvas e seu simples processo de coleta e análise apresenta baixo custo. Assim, o presente estudo buscou utilizar cascas de árvores na identificação de tendências na acumulação de metais em região de tráfego intenso por meio de análise qualquantitativa. A metodologia utilizada consistiu na identificação e localização de 17 amostras, sendo 8 tipuanas, 4 eucaliptos, 3 pau-violas e 2 pitangueiras, seguida da coleta, após período de estiagem, de 20-30 g de amostra no intervalo de 1,5 a 1,8 m de altura em relação ao solo, região a partir da qual o ar é considerado a principal fonte de poluentes (SCHELLE et al., 2008, p. 2). As amostras foram escovadas, secas em estufa, trituradas e peneiradas à abertura de 0,3 mm e prensadas a 10 tons para formar pastilhas de 1,6 g e raio de 1,2 cm. As pastilhas foram analisadas pela Fluorescência de Raios X por Dispersão de Energia (EDXRF) através do espectrômetro TRACER 5i (BRUKER) de maneira que as medidas em triplicata foram realizadas com colimador de 8 mm, tensão de 35 kV, corrente de 12,1 μ A e com 30 s de duração. As contagens foram investigadas através da criação de mapas da região de estudo que apresentavam a distribuição de contagens das amostras para cada elemento. Como resultado, identificaram-se maiores contagens para o S, elemento associado à queima de combustíveis, em regiões próximas aos semáforos, maiores contagens de Fe, Si e Ti, elementos associados ao desgaste da pastilha de freio, próximo à região de radar de fiscalização de velocidade, e maiores contagens de Zn, elemento associado ao desgaste dos pneus, próximo à rotatória. Ainda, observou-se que a espécie tipuana apresentou maior sensibilidade às alterações do meio quando comparada ao eucalipto e à pau-viola.

Referências:

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Relatório anual de acompanhamento da qualidade do ar 2024. 2024.
- SCHELE, Elvio; RAWLINGS, Barry G.; LARK, Murray R.; WEBSTER, Richard M.; STATON, Ian; MCLEOD, Cameron William M. Mapping aerial metal deposition in metropolitan áreas from tree bark: a case study in Scheffield, England. Environmental Pollution, v. 155, 1, p. 164-173, setembro. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.10.036>.
- Palavras-chave:** Qualidade do Ar; EDXRF; Cascas de Árvore; Metais Pesados