



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ORGÃOS COLEGIADOS**

RESOLUÇÃO Nº 303 / 2026 - SECOC (11.01.00.23)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Rio De Janeiro-RJ, 26 de março de 2026.

Aprova a atualização do Programa de Pós-graduação Nacional Profissional de Ensino de Física (PPGNPEF) – mestrado profissional e doutorado profissional – no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

O PRESIDENTE DO CONSELHO SUPERIOR E REITOR DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO, nomeado nos termos do Decreto Presidencial de 25 de maio de 2022, no uso de suas atribuições legais e regimentais, e tendo em vista os autos do processo eletrônico nº 23274.000264/2022-08, resolve:

Art. 1º - Aprovar, ad referendum, conforme anexo a esta Resolução, a atualização do Programa de Pós-graduação Nacional Profissional de Ensino de Física (PPGNPEF) – mestrado profissional e doutorado profissional – no âmbito deste Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – IFRJ.

Art. 2º - Esta resolução entra em vigor na data de sua assinatura.

(Assinado digitalmente em 26/03/2026 15:21)

RAFAEL BARRETO ALMADA
PRESIDENTE DO CONSELHO - TITULAR
CONSUP (11.01.94)
Matrícula: 2566347

Processo Associado: 23274.000264/2022-08

Visualize o documento original em <https://sipac.ifrj.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **303**, ano: **2026**, tipo: **RESOLUÇÃO**, data de emissão: **26/03/2026** e o código de verificação: **e85baf8708**



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Projeto Pedagógico de Curso

DOUTORADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Sociedade Brasileira de Física

Rua do Matão, travessa R, 187

Edifício Sede Cidade Universitária

05508-090, São Paulo, SP

Equipe responsável:

Iramaia Jorge Cabral de Paulo


Silvana Perez

Vanessa Carvalho de Andrade

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. APRESENTAÇÃO | 2 |
| 2. DESENHO DA REDE E MODALIDADES DE ENSINO | 5 |
| 3. GESTÃO ACADÊMICA, ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA DO PROGRAMA | 7 |
| 4. ADEQUAÇÃO ÀS NORMATIVAS VIGENTES | 7 |
| 5. FINANCIAMENTOS DO CURSO | 8 |
| 6. HISTÓRICO DO CURSO | 8 |
| 7. COOPERAÇÃO, INTERCÂMBIO E INTERNACIONALIZAÇÃO | 10 |
| 8. INDUÇÃO À PUBLICAÇÃO ACADÊMICA | 12 |
| 9. CARACTERÍSTICAS DA INSERÇÃO SOCIAL E DA EXTENSÃO | 12 |
| 10. MISSÃO | 13 |
| 11. A CONSOLIDAÇÃO DO PAPEL DO FÍSICO-PROFESSOR | 13 |
| 12. PÚBLICO-ALVO | 15 |
| 13. PERFIL DO EGRESSO | 15 |
| 14. OBJETIVOS DO CURSO | 16 |
| 15. RESULTADOS ESPERADOS | 17 |
| 16. AUTOAVALIAÇÃO | 18 |
| 17. AVALIAÇÃO E GOVERNANÇA | 19 |
| 18. INFRAESTRUTURA DO CURSO | 21 |
| 19. EQUIPE TÉCNICA | 21 |
| 20. ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DO CURSO | 21 |
| 21. LINHAS DE PESQUISA | 22 |
| 22. ELEMENTOS ESTRUTURANTES DO DNPEF | 22 |
| 22.1 PROCESSO SELETIVO PARA INGRESSO NO DNPF | 23 |
| 22.2 PRODUTO EDUCACIONAL E PESQUISA TRANSLACIONAL | 23 |
| 22.3 TESE DE DOUTORADO | 24 |
| 22.4 EXAME DE QUALIFICAÇÃO | 24 |
| 22.5 DURAÇÃO DO CURSO | 25 |
| 22.6 ENSINO HÍBRIDO OU REMOTO | 25 |
| 22.7 REQUISITOS PARA A CONCLUSÃO DO DOUTORADO | 26 |
| 22.8 MATRIZ CURRICULAR | 26 |
| 22.8.1 Disciplinas Obrigatórias (16 créditos) | 26 |
| 22.8.2 Disciplinas Eletivas - Grupo A (mínimo de 4 créditos) | 27 |
| 22.8.3 Disciplinas eletivas do grupo B (mínimo de 12 créditos entre os grupos B e C) | 27 |
| 22.8.4 Eletivas do grupo C (mínimo de 12 créditos entre os grupos B e C) | 28 |
| 22.9 EMENTA DAS DISCIPLINAS | 30 |
| Anexo 1 – Docentes do DNPEF | 60 |

1. APRESENTAÇÃO



O Doutorado Nacional Profissional em Ensino de Física (DNPEF) apresenta uma proposta de abrangência nacional e é voltado a professores de ensino médio e fundamental, com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, visando sua transferência para a Educação Básica, com o uso de recursos educacionais validados cientificamente. É uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF) com o objetivo de coordenar diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País e que fazem parte da rede PROFIS.

Do ponto de vista das diretrizes nacionais para a Pós-Graduação, os programas profissionais *stricto-sensu* constituem um campo relativamente novo no histórico de formação pessoal/profissional no Brasil. A primeira portaria que dispõe sobre os programas de Mestrado Profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi a Portaria Normativa nº 7/2009 (BRASIL, 2009). A grande dificuldade inicial foi estabelecer a distinção entre um programa profissional e um programa acadêmico. Um artigo da CAPES, datado de 30 de agosto de 2007, estabelecia que o Mestrado Profissional

“é um título terminal, que se distingue do acadêmico porque este último prepara um pesquisador, que deverá continuar sua carreira com o doutorado, enquanto no Mestrado Profissional o que se pretende é imergir um pós-graduando na pesquisa, fazer que ele a conheça bem, mas não necessariamente que ele depois continue a pesquisar. O que importa é que ele

- (1) conheça por experiência própria o que é pesquisar,
- (2) saiba onde localizar, no futuro, a pesquisa que interesse a sua profissão,
- (3) aprenda como incluir a pesquisa existente e a futura no seu trabalho profissional.”

Com o passar do tempo, essa concepção foi evoluindo e hoje entende-se que os programas profissionais devem ter seu foco na pesquisa aplicada e translacional. O termo translacional sugere que resultados de pesquisas existem, estão à mão, mas devem ser traduzidos à linguagem da prática. Entre os objetivos dos programas profissionais indicados na Portaria 60/2019 da CAPES destacamos o de “capacitar profissionais qualificados para práticas avançadas, inovadoras e transformadoras dos processos de trabalho, visando atender às demandas sociais, econômicas e organizacionais dos diversos setores da economia desenvolvimento” (BRASIL, 2019), incluindo aqui o setor educacional.

Mais recentemente, a Portaria 207/2024, que regulamenta o Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* para Qualificação de Professores da Rede Pública da Educação Básica (PROEB), preconiza no Art. 2º os objetivos do PROEB (BRASIL, 2024):

I - Estimular a formação continuada dos docentes da Educação Básica, na modalidade semipresencial;

II - Fomentar a manutenção e o desenvolvimento dos programas nacionais de pós-graduação *stricto sensu* na forma associativa, nas modalidades Mestrado Profissional e Doutorado Profissional, para a formação de professores.

Este perfil profissional está alinhado com a proposta do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) (<http://www1.fisica.org.br/mnpef/>), do qual todas as instituições signatárias desta proposta fazem parte. Criado em 2013 pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), o MNPEF é um programa em rede que congrega atualmente 60 polos em todo o território nacional. Com isso, observa-se um número crescente de mestres em Ensino de Física atuando diretamente nas escolas. Esses profissionais utilizam em suas salas de aula novos recursos e metodologias, desenvolvidos no âmbito do MNPEF, entre os quais podemos destacar:

1) uso de experimentos clássicos da Física, mesmo sem existência de laboratórios;

2) uso de métodos ativos de aprendizagem, como a Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida (ARAUJO e MAZUR, 2013);

3) uso de diferentes recursos tecnológicos, tais como, vídeos, simulações, aplicativos, tecnologias digitais de informação e comunicação e plataformas programáveis de prototipagem eletrônica para montagem de sistemas de aquisição automática de dados e outros recursos instrucionais assistidos por computador.

Adicionalmente, a Física Moderna e Contemporânea tem sido assunto recorrente nas dissertações defendidas no MNPEF e certamente está ocupando mais espaço nas salas de aula da Educação Básica. Pelo fato de o MNPEF estar presente em todos os Estados do Brasil, essas ações estão chegando diretamente nas escolas em todo o território nacional. Ao se somar os 2610 mestres formados com os 1759 discentes ativos, chega-se a um total de 4369 professores da EB até 2023. Segundo de Paulo e Almeida (2022), 44.706 professores lecionam física nas escolas públicas brasileiras, e portanto, diretamente, aproximadamente 10% dos professores em exercício de Física no país passaram ou estão passando pelo MNPEF.

Por outro lado, as secretarias de educação estaduais e municipais contam com um número insignificante de doutores em seus quadros e menos ainda, de doutores em Ensino de Física. A carência desses profissionais acaba por dificultar a busca, avaliação e implementação de estratégias metodológicas inovadoras e adequadas aos diferentes contextos, em se tratando de práticas docentes no chão de sala de aula nas redes de ensino.


Nesse sentido, o curso visa preencher essa lacuna de profissionais, altamente qualificados em nível de doutorado, voltados para a busca, avaliação e implementação de ações inovadoras para a melhoria do Ensino de Física e de Ciências no contexto da Educação Básica e do Ensino Superior, em consonância com os objetivos dos cursos de mestrado e doutorado profissionais estabelecidos na Portaria 60/2019 da CAPES, da qual destaca-se aqui o item V do Art. 2º: “formar doutor com perfil caracterizado pela autonomia, pela capacidade de geração e transferência de tecnologias e conhecimentos inovadores para soluções inéditas de problemas de alta complexidade em seu campo de atuação” (BRASIL, 2019, p. 26)”.

Os doutores formados nesta iniciativa devem ser capazes de implementar e avaliar metodologias inovadoras de ensino em sala de aula, liderando o desenvolvimento de ações e estudos coordenados por grupos de docentes, visando a efetiva melhoria da qualidade do Ensino de Física na Educação Básica. Além disso, devem promover a aplicação prática dos resultados da pesquisa acadêmica. Eles terão um papel fundamental na formação contínua de novos mestres e doutores em Ensino de Física, contribuindo para a autossustentabilidade de profissionais especializados nesta área.

2. DESENHO DA REDE E MODALIDADES DE ENSINO

A rede projetada para o DNPEF inclui 10% dos polos do MNPEF, considerando como critério de seleção a representação regional (além dos critérios de qualificação). Ela será constituída por **seis polos / sete instituições de ensino superior (ies) associadas representando as cinco regiões do país**, abaixo discriminadas:

- REGIÃO CENTRO-OESTE
 - Universidade de Brasília (UnB), atual polo 01 da rede;
- REGIÃO SUDESTE
 - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), atual polo 12 da rede;
 - Universidade Federal Fluminense em associação com o Instituto Federal do Rio de Janeiro (UFF-IFRJ), atual polo 15 da rede;
- REGIÃO NORDESTE
 - Universidade Estadual do Ceará (UECE), atual polo 23 da rede;
- REGIÃO SUL



- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), atual polo 32 da rede;

- REGIÃO NORTE

- Universidade Federal do Pará (UFPA), atual polo 37 da rede.

A escolha dos polos foi realizada levando em consideração a quantidade de docentes com produção acadêmica qualificada e com aderência à educação básica, a quantidade de dissertações produzidas, bem como a expertise nas linhas de pesquisa do curso e a capacidade de orientação a nível de doutorado do corpo docente. Além destes critérios, pesou também a inserção social regional e a infraestrutura de apoio disponibilizada para receber estudantes de outras localidades da região. O objetivo é que atraiam professores e estudantes de outros polos da mesma região, ou com facilidade de acesso, para integrar o corpo docente/discente. Esses polos têm o papel de catalisadores do programa, e deverão viabilizar uma nucleação em torno de si, estendendo as suas atividades para além da localidade. Com esse objetivo, também compõem a proposta de doutorado professores de outras IES associadas do mestrado, que não pertencem a nenhuma das IES associadas do doutorado. Outros docentes poderão fazer posteriormente sua adesão ao programa, atuando junto a um determinado polo do DNPEF. Nesse sentido, a rede que compõe o MNPEF estará integrada ao DNPEF, compartilhando os mesmos objetivos e atuando de forma colaborativa.

O quantitativo de seis polos garante a excelência da implementação da proposta, que deve ser expandida, no futuro, por meio da adesão de novos polos com apoio dos órgãos de fomento à pesquisa e das Secretarias de Estado da Educação, em consonância com a Portaria 78/2024 da CAPES (BRASIL, 2024) e com a Resolução Normativa "Procedimentos para a Expansão do Programa de Pós-Graduação Nacional Profissional em Ensino de Física" (PPGNPEF).

Embora o programa tenha um caráter presencial, a modalidade online, dentro dos percentuais normativos, é uma ferramenta estratégica para ampliar o alcance do DNPEF. Ela permite a flexibilização de aulas e atividades em horários e locais convenientes, facilitando a participação de professores com diferentes realidades. Além disso, aproveita as potencialidades dos docentes especializados em temas específicos e reduz os custos de deslocamento e hospedagem.

A nucleação de professores, juntamente com a modalidade online, são dinâmicas importantes para a consolidação do DNPEF, garantindo a formação de novos pesquisadores e melhorando a qualidade do ensino de Física no país, de forma a contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. É fundamental que essa nucleação seja planejada e estratégica, considerando as

especificidades regionais, as necessidades dos alunos e a disponibilidade de docentes em polos próximos, resultando na formação de redes colaborativas e no uso de ferramentas digitais para o sucesso da iniciativa.

3. GESTÃO ACADÊMICA, ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA DO PROGRAMA

Com a implementação do DNPEF, a rede passa a constituir-se como o Programa de Pós-Graduação Nacional Profissional em Ensino de Física (PPGNPEF). A sua gestão acadêmica, administrativa e financeira é regulamentada pelo Regimento do PPGNPEF, e traz duas instâncias deliberativas, a saber:

- A Comissão de Pós-Graduação (CPG) do PPGNPEF, que coordena as atividades acadêmicas a nível nacional, articulando-se com as coordenações dos polos para a organização das atividades de ensino, pesquisa, orientação, extensão e internacionalização;
- O Conselho do PPGNPEF, que estabelece diretrizes gerais para o funcionamento do programa, pronunciando-se, sempre que instado ou convocado, acerca de matéria de interesse do PPGNPEF.

Todo o delineamento e atribuições destas duas instâncias estão regulamentados no Regimento do PPGNPEF.

4. ADEQUAÇÃO ÀS NORMATIVAS VIGENTES

Do ponto de vista formal e legal, esta proposta também encontra-se alinhada com as premissas do Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020 (BRASIL, 2010), que explicita que a formação de recursos humanos no campo científico, por meio da Pós-Graduação, deve priorizar também a melhoria do Ensino Básico como objetivo fim indireto de todas as ações decorrentes da criação, execução, formação e atuação de profissionais com formação em nível de Doutorado.

A proposta está em consonância com as seguintes normativas que regem os programas profissionais em rede bem como, em linhas gerais, a pós-graduação no país:

- Portarias nº 90, de 24 de janeiro de 2019 (BRASIL, 2019);
- Portaria Capes nº 60, de 20 de março de 2019 (BRASIL, 2019);
- Portarias nº 2, de 4 de janeiro de 2021 (BRASIL, 2021);
- Portaria Capes nº 173, de 5 de setembro de 2023 (BRASIL, 2023);
- Portarias nº 78, de 8 de março de 2024 (BRASIL, 2024);

- Portaria nº 133 de 9 de maio de 2024 (BRASIL, 2024);
- Portaria nº 207 de 4 de julho de 2024 (BRASIL, 2024);
- Documento Orientador de APCN - Mestrados e Doutorados Profissionais em Rede para a Formação de Professores da Educação Básica - PROFs (BRASIL, 2024).

Diante desses apontamentos, pode-se constatar o alinhamento entre as orientações dos documentos norteadores da CAPES, as diretrizes de cada instituição sobre o papel da pós-graduação aliados à experiência das IES associadas envolvidas com a pesquisa translacional e aplicada em Ensino de Física.

5. FINANCIAMENTOS DO CURSO


Há viabilidade de prospecção de financiamento via transferência por termo de convênio com o governo federal, através do Programa Nacional de Formação de Professores da Educação Básica - PROEB CAPES - tal qual ocorre com o MNPEF, projetos de pesquisa submetidos aos órgãos de fomento, Fundações de Amparo à Pesquisa e Secretarias de Educação estaduais e municipais.

6. HISTÓRICO DO CURSO

O funcionamento dos diversos polos do MNPEF levou as instituições envolvidas a discutirem propostas regionais de criação de cursos de Doutorado Profissional em Ensino de Física. Dessa forma, a SBF entende a proposição de um curso de abrangência nacional, em nível de doutorado, como uma decorrência natural desse processo.

A articulação mais consistente ocorreu em agosto de 2019, durante a VI Escola Brasileira de Ensino de Física, realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Espírito Santo - campus Cariacica-ES, organizada pela Coordenação Nacional do MNPEF em conjunto com os polos 12 (UFES) e 33 (IFES) do programa. Na oportunidade, um grupo de coordenadores de polos da região Sudeste se reuniu para discutir a possibilidade de articulação de um Programa de Doutorado Profissional em Ensino de Física, com o objetivo de formar profissionais capazes de conduzir a implementação e avaliação de metodologias inovadoras em situações reais de ensino, além de ser uma oportunidade a alunos egressos do MNPEF que pleiteiam dar continuidade aos estudos em um nível mais aprofundado. Portanto, este projeto tem o seu histórico baseado na experiência proporcionada pelo MNPEF. Outras propostas também foram articuladas por polos da região Norte e Nordeste.

Diversas instituições participantes destas articulações, possuem vasta experiência junto ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).




O MNPEF é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores em efetivo exercício nos ensinos médio e fundamental com ênfase principal em conteúdos da área de Ensino Física. Trata-se é uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF) com o objetivo de coordenar diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) funcionando como polos para a oferta do curso, distribuídas em todas as regiões do País, para formação continuada e permanente de professores de Física e de Ciências da rede pública de Educação Básica. Com início em 2013, o programa congrega IES públicas em rede, atualmente constituída por 60 Polos Regionais distribuídos em 60 IES associadas, que permitem potencializar ações locais para a formação e o desenvolvimento pessoal de profissionais docentes na área de Ensino de Física.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma grande parcela de professores da Educação Básica tanto no domínio de conteúdos de Física quanto em estratégias para o ensino em sala de aula baseadas na utilização de recursos digitais, tecnológicos e/ou computacionais, visando incentivar os alunos a inovarem suas ações pedagógicas por meio da informação, experimentação, simulação e demonstrações de fenômenos físicos de distintas áreas da Física.

O MNPEF tem abrangência nacional e está presente em todas as regiões do País, com polos regionais ativos em Universidades e Institutos Federais de Educação, localizados em capitais ou em cidades afastadas dos grandes centros, oportunizando a capacitação profissional de professores de Física e Ciências num amplo espectro do território nacional. As disciplinas do MNPEF seguem um currículo comum, instituído pela Comissão Nacional de Pós-graduação (CPG) do Programa, e as aulas são ministradas nos polos, onde também ocorrem as atividades de orientação das dissertações e dos produtos educacionais, que serão aplicados nas escolas de referência dos alunos, fazendo com que o benefício da formação seja direcionado em primeiro lugar à escola na qual o professor está lotado. Além disso, o programa orienta que as aulas sejam concentradas em um ou dois dias da semana de modo a facilitar a formação do professor em serviço. Também são incentivados cursos de verão e de inverno, nos períodos de férias docente.

Devido a essa forma de organização o MNPEF tem oportunizado a formação em nível de mestrado a milhares de professores de física e áreas afins em todo território nacional. Além disso, o programa tem direcionado o potencial de pessoal e de infraestrutura instalado em departamentos e institutos de Física das IES polo para a formação de professores. Tal ação fez com que vários físicos pesquisadores expoentes passassem a se ocupar também com as questões de ensino, beneficiando a sua própria prática educativa e a formação de alunos em nível de graduação. Nesse sentido, esta proposta pretende aproveitar o potencial de



infraestrutura e de pessoal já instituído pelo MNPEF, ampliando o alcance desses benefícios em nível de doutorado.


Nestes 11 anos o MNPEF passou dos 21 polos iniciais para os atuais 60 polos, estando presente em 24 estados e no Distrito Federal, com sedes em centros urbanos como o Rio de Janeiro e na grande São Paulo, em localidades não centrais, no coração da Amazônia ou do Cerrado, como Barra do Garças, e Ji-Paraná, bem como no semi árido sertão nordestino, como o Crato no Cariri Cearense e em Mossoró´ no Rio Grande do Norte. Inicialmente contávamos com 212 docentes, e hoje temos 996 docentes, todos doutores, e com especialidades que abrangem Educação e Ensino de Física ou Ciências (12%) e as diferentes áreas da Física (88%) (BAUER, 2023). Foram formados até o momento 2610 mestres, portanto estão disponibilizados um número equivalente de produtos educacionais ao alcance de toda a rede educacional brasileira gratuitamente.

7. COOPERAÇÃO, INTERCÂMBIO E INTERNACIONALIZAÇÃO

A concepção de um programa nacional em rede já incorpora uma intensa colaboração acadêmica entre docentes e entre instituições, tanto as que participam do Programa quanto outras interessadas. Os docentes que atuarão no DNPEF são credenciados no MNPEF e participam regularmente de congressos internacionais na área de Ensino de Física, estabelecendo contatos e parcerias em andamento com pesquisadores de outros países.

Manter abertos canais de interlocução através do fomento de encontros regionais e nacionais é uma forma de continuar esta relação que começou durante o mestrado, estimulando o convívio e a troca permanente de informações entre egressos, escolas de educação básica e a universidade. Assim como o MNPEF, o DNPEF disponibilizará um repositório de teses e produtos educacionais que podem ser livremente acessados e utilizados em situações de ensino e aprendizagem.

O acesso a periódicos internacionais por professores da educação básica é dificultado por fatores como custo e a língua estrangeira. Apesar de haver bons periódicos nacionais de acesso público e gratuito, tais como a Revista Brasileira do Professor de Física, Experiências em Ensino de Ciências, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Física na Escola, entre outros, será disponibilizado e incentivado o acesso a periódicos internacionais, cujo escopo seja principalmente experiências em ensino de Física e Ciências, tais como "Computer and Education", "Enseñanza de las Ciencias" , "International Journal of Science Education" , "Journal of Computer Assisted Learning", "Journal of Research in Science Teaching " e "Physical Review Special Topics – Physics Education Research", entre outros.




O corpo docente do Programa possui larga experiência internacional de pesquisa nas áreas específicas da Física e do Ensino de Física, será fomentada a interlocução e cooperação com pesquisadores de outros países. Nacionalmente, há dois encontros nacionais já bem estabelecidos pelo MNPEF que agregam o DNPEF: “Escola Brasileira de Ensino de Física”, iniciada na UFABC em 2014 e que se encontra na oitava edição, destinada a professores docentes de cursos de mestrados e doutorados profissionais em ensino de Física. O objetivo central da EBEF é contribuir para uma mudança de paradigmas no ensino de Física, em especial nas disciplinas do MNPEF e do DNPEF. A EBEF está centrada em minicursos e duas conferências. Os minicursos concentram-se essencialmente em fundamentações conceituais, epistemológicas, teóricas e tecnológicas para o ensino de Física; e o “Encontro Nacional do MNPEF” que passará a agregar o DNPEF, cujo objetivo é divulgar, compartilhar e debater novas metodologias e possíveis linhas de atuação no ensino da Física com ênfase nos desdobramentos recentes da ciência, bem como conhecimentos contemporâneos de Física que podem contribuir para o aprimoramento da qualidade da Física e seu ensino.

Está disponível também um canal no youtube (<https://www.youtube.com/c/mnpefsbf>) com o objetivo de apresentar temas de interesse da comunidade do PPGNPEF destinado também aos alunos, professores e a comunidade em geral.

Além dessas ações, acordos internacionais que envolvem a ida de discentes do PPGNPEF para participarem de cursos de curta duração, escolas continuadas ou mesmo intercâmbios em instituições estrangeiras, são parte das ações de internacionalização do programa e os discentes têm sua participação incentivada e financiada, dentro do aporte de recursos previstos nesses acordos. Somam-se a estas ações outras Iniciativas para incentivar a internacionalização, como o ciclo de seminários internacionais e eventos internacionais promovidos pelo programa, disponíveis no canal do Youtube do Programa (www.youtube.com/@MNPEFSBF).

Com a implementação do DNPEF, o objetivo é intensificar ações desta natureza, que possibilitem aos discentes, pesquisadores em formação, trocas de experiências com profissionais de outros países e realidades educacionais distintas. De maneira complementar, pretende-se ampliar o alcance do programa e compartilhar essa experiência de formação continuada de professores em escala continental com a comunidade de Pesquisa em Ensino de Física e Professores da EB com outros países.

8. INDUÇÃO À PUBLICAÇÃO ACADÊMICA



As produções bibliográficas e técnicas devem ser incentivadas entre estudantes e professores do programa. A produção com discentes ou egressos e seus orientadores é muito importante para os indicadores acadêmicos e será acompanhada. Recomenda-se que todo material didático ou produto educacional tenha ISBN ou registros equivalentes. Para a defesa da tese, o estudante deverá

- (a) publicar um artigo científico, ou
- (b) registrar um software, ou
- (c) depositar uma patente, ou
- (d) publicar um material didático, com destaque para a relevância, inovação e aplicabilidade deste trabalho para o segmento educacional.


A pesquisa translacional deve ganhar publicidade por meio de publicações em periódicos arbitrados qualificados tais como *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Revista do Professor de Física*, *Experiências em Ensino de Ciências*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* dentre outras.

9. CARACTERÍSTICAS DA INSERÇÃO SOCIAL E DA EXTENSÃO

Por sua atuação direta na sala de aula da Educação Básica, o PPGNPEF promove a integração direta e continuada entre a universidade e a comunidade escolar. Pode-se falar, portanto, que é um curso com caráter naturalmente extensionista. Deve-se estimular ações no programa que reforcem essa inserção social para além da própria sala de aula, mobilizando a escola em eventos científicos e culturais, com a comunidade onde a escola está inserida, assim como levar o DNPEF e MNPEF para espaços não formais de educação, com grande afinidade ao programa, tais como museus, planetários, observatórios e parques temáticos.

10. MISSÃO

O DNPEF tem como missão geral promover a qualificação em nível de doutorado profissional a professores que estejam ministrando aulas de Física no ensino médio e/ou Ciências no ensino fundamental. Estes profissionais, que trabalham com Educação em Ciências e que, portanto, direta ou indiretamente desenvolvem ações de Divulgação Científica, estão entre os principais atores responsáveis por promover o Letramento Científico dos cidadãos ao final da EB.



Nesse sentido, os doutores formados no âmbito desta proposta devem ser capazes de conduzir a implementação e avaliação de metodologias inovadoras de ensino, em sala de aula, liderando o desenvolvimento de ações e estudos coordenados por grupos de docentes visando a efetiva melhoria da qualidade do Ensino de Física na Educação Básica, além de promover a translação dos resultados da pesquisa acadêmica para a pesquisa aplicada. Terão papel preponderante também para a continuidade do processo de formação de novos mestres e doutores em Ensino de Física, contribuindo para a auto sustentabilidade de profissionais especializados desta área.


11. A CONSOLIDAÇÃO DO PAPEL DO FÍSICO-PROFESSOR

O DNPEF, em continuidade ao MNPEF, visa consolidar a figura do “Físico-Professor”, assumindo um papel essencial na Educação Contemporânea. Desde a implementação da primeira turma de mestrado em 2013, o programa proporcionou contato direto com professores da educação básica (discentes do mestrado) e do ensino superior (docentes do mestrado), delineando o perfil ideal desse profissional essencial para a qualidade da educação brasileira.

Os Professores de Física mais considerados pelos alunos são aqueles que dominam a disciplina e a transcendem. São aqueles que não apenas aplicam fórmulas, mas revelam seus significados intrínsecos. Contextualizam o conhecimento físico na história, tecnologia, meio ambiente e sociedade. Além disso, trazem para a sala de aula uma abordagem experimental, pois a Física é também uma ciência experimental. E, acima de tudo, sabem ouvir e dialogar com os alunos.

Portanto, o perfil do Físico-Professor que emerge especialmente no contexto do PPGNPEF caracteriza-se por uma combinação robusta de conhecimento aprofundado em Física e habilidades pedagógicas avançadas, voltadas para a Educação Básica. Esse profissional desempenha um papel crucial na formação dos futuros cientistas, mas principalmente na promoção do letramento científico dos cidadãos em geral, adaptando-se às necessidades educacionais contemporâneas e às condições diversas das escolas brasileiras.

Nesse sentido cabe, como um parêntesis, ressaltar que não há como pensar um cidadão letrado cientificamente, que seja capaz de se posicionar criticamente a respeito de questões da sociedade atual que envolvam o conhecimento científico, sem que ele possua habilidades e competências relacionadas com argumentação científica e um entendimento profundo da Natureza da Ciência. Este cidadão deve também possuir um conhecimento mínimo dos conteúdos da ciência moderna, contemporânea e de fronteira, em especial daquela desenvolvida a partir da segunda metade do século XIX, de forma a atuar junto à sua comunidade local, e



também em questões do mundo globalizado, que envolvam desenvolvimento sustentável em uma sociedade mais equalitária. O grande desafio do Físico-Professor é contribuir para esta formação, tendo ele próprio passado por uma formação inicial na graduação geralmente centrada no domínio literal dos conteúdos de Física, em especial da Física Clássica.

O Físico-Professor precisa, assim, ter uma formação acadêmica sólida em Física, em toda a sua amplitude, complementada por uma capacitação específica em metodologias de ensino, por uma visão epistemológica da ciência e por um entendimento profundo das metodologias de pesquisa. No contexto do DNPEF, essa formação é aprimorada por meio de disciplinas obrigatórias e optativas que abrangem a Física Contemporânea e de Fronteira e seus conceitos e como se dá a captação de significados permeados por idiosincrasias e interações no contexto de ensino, para que o objetivo da aprendizagem seja alcançado. A formação inclui também disciplinas e práticas que o qualificam para o desenvolvimento da pesquisa em ensino que impactarão na formação do estudante da EB.

A transposição didática, ou seja, a capacidade de transformar o conhecimento científico em conteúdo acessível e motivador para os alunos da Educação Básica, é uma das competências centrais do Físico-Professor. No PPGNPEF, os doutorandos serão incentivados a desenvolver, aplicar e validar por meio da metodologia em pesquisa em ensino, recursos tecnológicos, experimentos práticos e metodologias inovadoras para tornar a abordagem da Física mais atraente e eficaz. Esses profissionais criarão sequências didáticas, aplicativos educacionais e experimentos utilizando as mais diversas ferramentas, sempre fundamentados em teorias de aprendizagem reconhecidas e validados por métodos da pesquisa em ensino.

A formação no DNPEF representa o retorno ao universo reificado da academia, sua casa de formação, e proporciona aos Físicos-Professores uma oportunidade única de repensar suas práticas docentes e aprofundar seu conhecimento para compreender como o conhecimento científico é construído em seu aspecto histórico e epistemológico, bem como no processo de aprendizagem. Esse processo impacta na autoeficácia do professor, aprimorando a reflexão crítica fundamental para a evolução profissional e permitindo que esses educadores ajustem suas abordagens pedagógicas e se adaptem às novas demandas do ensino.

O perfil do Físico-Professor formado pelo DNPEF é marcado por um equilíbrio entre conhecimento científico profundo, habilidades pedagógicas inovadoras e um compromisso inabalável com a melhoria da Educação Básica no Brasil. Esses profissionais estarão preparados para enfrentar os desafios educacionais com criatividade, rigor e uma dedicação constante ao

desenvolvimento de seus alunos e à promoção do ensino de Física de alta qualidade.

12. PÚBLICO-ALVO

O Programa de Doutorado Profissional em Ensino de Física é direcionado a professores da Educação Básica que estejam atuando em sala de aula e profissionais que atuam em atividades voltadas à Educação em Ciências e à Divulgação Científica, que estejam envolvidos com conteúdos de Física.

O curso tem como público-alvo principal os egressos do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e de outros programas de pós-graduação (mestrados profissionais e acadêmicos), das áreas de Física e Ciências afins. A oferta desse curso representará uma possibilidade de continuidade de estudos em nível de pós-graduação para esses mestres, resultando no aumento significativo de profissionais de alto nível atuando na área da pesquisa translacional e aplicada, com foco na melhoria da qualidade do Ensino de Física em todos os níveis de educação.

13. PERFIL DO EGRESSO

Espera-se que os profissionais formados no âmbito do programa sejam capazes de:

- Propor e executar práticas avançadas, inovadoras e transformadoras dos processos educativos em sala de aula e outros espaços de formação, visando a melhoria da qualidade do ensino de Física e Ciências na Educação Básica;
- Realizar a transposição didática de conteúdos de Física de fronteira para a educação básica;
- Desenvolver pesquisa translacional e aplicada ao ensino de Física e Ciências, publicando artigos científicos em revistas arbitradas na área de ensino voltadas a professores e que tenham impacto nacional e internacional;
- Estruturar, planejar e desenvolver produtos e projetos inovadores voltados à Divulgação Científica em nível Municipal, Estadual e Nacional;
- Atuar como pesquisador na fronteira do conhecimento na área de Ensino de Física aplicada, utilizando, propondo e avaliando práticas contemporâneas de ensino de Física no trabalho de sala de aula.
- Lidar com desafios: a profissão exige flexibilidade e adaptabilidade para enfrentar os desafios do dia a dia da sala de aula;

- Participar de decisões sobre políticas públicas: a expertise do Físico-Professor pode contribuir para a formulação de políticas públicas que beneficiem a educação, incluindo e tão importante quanto, saber o valor do seu trabalho, da sua profissão frente à sociedade e se posicionar frente às oportunidades de reconhecimento e valorização profissional.

14. OBJETIVOS DO CURSO

O DNPEF tem como objetivo promover a qualificação em nível de Doutorado Profissional a professores que estejam ministrando aulas de Física no ensino médio e/ou Ciências no ensino fundamental, que trabalham Ciências e Divulgação Científica, e que estejam envolvidos com conteúdos de Física a fim de melhorar os índices de aproveitamento na Educação Básica. Assim, o curso deve:

- Promover a pesquisa translacional e aplicada voltada ao desenvolvimento de processos e produtos educacionais baseados em conteúdos científicos e metodologias de ensino contemporâneas, com alto potencial de efetiva aplicação no ensino de Física;
- Promover a transposição didática de conteúdos de Física de fronteira para a educação básica;
- Inovar os processos de ensino com o foco na melhoria da aprendizagem dos alunos;
- Utilizar atividades experimentais e observacionais com o foco no desenvolvimento de habilidades e competências para a compreensão e contextualização dos fenômenos naturais;
- Utilizar tecnologias digitais baseadas na inteligência artificial, aquisição e análise de dados em experimentos, uso de ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) no Ensino de Física em sala de aula;
- Capacitar o aluno para a estruturação, planejamento e acompanhamento de projetos e atividades voltadas à Divulgação Científica;
- Buscar a formação de polos com comprometimento para gerar Produtos inovadores e com efetivo impacto na Educação Básica.

15. RESULTADOS ESPERADOS

- Continuidade do MNPEE: o DNPEF naturalmente se consolidará como uma extensão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), a maior política pública nacional de formação continuada de professores de Física em nível stricto sensu. A experiência acumulada e as melhorias

implementadas após um longo processo de autoavaliação institucional servirão de base para o sucesso do doutorado.

- Ampliação dos Indicadores de Alcance Social: o programa pode aumentar significativamente os indicadores de alcance social, promovendo a democratização do acesso à educação científica de qualidade em todo o país.
- Aumento do Número de Docentes Integrados: expansão e qualificação da formação e produção acadêmica de docentes em Física e Ensino de Física. Uma maior integração de docentes pode elevar a qualidade do ensino e da pesquisa, promovendo a colaboração e a troca de conhecimento.
- Melhoria do Ensino de Física na Educação Básica: a formação de novos doutores pode melhorar o ensino de física na educação básica em larga escala, impactando potencialmente milhões de estudantes.
- Consolidação do PROEB/Capes: o DNPEF pode consolidar o Programa de Formação de Professores da Educação Básica (PROEB) como uma ação contundente, capaz de fomentar cursos de mestrado e doutorado de alto nível.
- Fortalecimento e consolidação da Área 51 - Ciências e Humanidades para a Educação Básica" na Capes, através da consolidação de redes de colaboração entre instituições de ensino superior em todo o país promovendo troca de experiências e boas práticas entre diferentes contextos educacionais, criando uma base sólida para o crescimento e a inovação na área. Considera-se também que ao formar professores que atuam na educação básica, altamente qualificados e especializados em Física, o doutorado contribuirá para melhorar os indicadores de qualidade melhorando o desempenho dos estudantes em avaliações nacionais e internacionais. A melhoria desses indicadores reforçará a relevância da área no contexto das políticas públicas educacionais.
- Ampliação da Produção Científica e Internacionalização: o programa pode aumentar a produção científica, técnica e acadêmica de estudantes e professores. Viabiliza interações com grupos de pesquisa estrangeiros, favorecendo a internacionalização da pesquisa realizada no âmbito do programa.

16. AUTOAVALIAÇÃO

Para assegurar o sucesso e a sustentabilidade do DNPEF, o programa prevê a implementação de uma matriz de monitoramento contínuo dos principais aspectos do programa. Esta matriz envolve as seguintes ações:

- a) Fortalecer o conhecimento e o envolvimento do Conselho da Sociedade Brasileira de Física (SBF) na mediação de questões relevantes ao DNPEF, garantindo um apoio sólido e informado.

- b) Consolidar de instrumentos de governança, controle e *compliance* para a gestão e a prestação de recursos públicos disponibilizados pelos órgãos de fomento.
- c) Criar um comitê permanente responsável de apoio a CPG para análise de indicadores críticos, como recursos financeiros, números de ingressos, evasões e concluintes, qualidade das dissertações e produtos educacionais e status da produção preliminar dos professores e estudantes ao longo do período de avaliação quadrienal.
- d) Fortalecer os dispositivos colegiados e democráticos para o acompanhamento dos aspectos legais, logísticos, administrativos e acadêmicos dos polos da rede. Isso garantirá a coerência e a simetria das ações, produções e resultados, respeitando as particularidades de cada polo e região.
- e) Estabelecer uma aproximação formal com a Área de Avaliação da Capes (Ciências e Humanidades para a Educação Básica) / interlocução com demais programas do PROEB, para alinhar diretrizes, receber feedback contínuo e assegurar que o programa atenda aos mais altos padrões de qualidade e relevância acadêmica.

Estas ações visam criar uma estrutura sólida e eficaz para o monitoramento e a gestão do DNPEF, garantindo que o programa não apenas alcance seus objetivos iniciais, mas também se consolide como um modelo de excelência e inovação na formação de professores de física no Brasil.

17. AVALIAÇÃO E GOVERNANÇA

A autoavaliação e gestão do Doutorado Nacional Profissional em Ensino de Física, pela diversidade de polos inseridos em todas as regiões do país, e visando a homogeneidade de procedimentos e critérios, tem um caráter multidimensional e constitui-se de uma dinâmica que se dá em fluxo contínuo em quatro frentes:

- a) Via Plataforma de Gerenciamento Interno (PGI) do PPGNPEF. Atualmente, para o gerenciamento acadêmico, administrativo e financeiro do MNPEF, foi desenvolvida uma PGI. Considerando a experiência já consolidada em seu uso, a gestão do curso de doutorado será integrada ao mesmo ambiente. A plataforma, assim, permitirá avaliar as teses e produtos educacionais para liberação aos trâmites da defesa, além de aprovar as bancas examinadoras das dissertações encaminhadas pela Coordenação do Polo. Essa avaliação prévia será realizada por um membro da Comissão Nacional de Pós-graduação (CPG) do PPGNPEF, regulamentada no Regimento Nacional do


PPGNPEF que acompanhará mais proximamente o polo e emitirá um parecer sobre o trabalho. Ressalva-se, entretanto, que, assim como no MNPEF, este é um parecer de natureza técnica, sobre os elementos estruturantes do documento, de forma a preservar a unidade da rede, cabendo à banca examinadora analisar e avaliar a tese em seu mérito, em sua qualidade científica e formalidade acadêmica.

Através da PGI-DNPEF também serão acompanhados os procedimentos de credenciamento, recredenciamento e descredenciamento de docentes; acompanhamento do andamento do elenco de disciplinas e suas respectivas ementas e carga horária; a autorização para liberação de recursos e uso de verbas solicitadas pelos polos; deliberação sobre processos de transferência de alunos, aproveitamento e revalidação de créditos obtidos em outros cursos de pós-graduação, dispensa de disciplinas e assuntos correlatos. Um relatório semestral também é encaminhado à CPG-DNPEF pela coordenação de cada polo, versando sobre o andamento geral. A avaliação contínua e sistemática das ações dos polos que constituem a rede tem por finalidade garantir que problemas acadêmicos e administrativos sejam rapidamente diagnosticados e solucionados.

- b) Via visita presencial aos polos pelos membros da CPG-DNPEF: a experiência no MNPEF tem mostrado que essa interlocução é essencial, porque o acompanhante, membro da CPG, é o braço da SBF no polo. Assim, o diálogo foi fácil e pode-se fazer uma boa avaliação entre docentes, discentes, coordenação do polo e, na maioria das vezes, com a própria instituição sede via pró-reitora de pós-graduação. Via PGI, cada acompanhante elabora o relatório da visita que deve ser considerado conjuntamente com o relatório semestral de cada polo, discutido nas reuniões mensais da CPG.
- c) Via Comitê Permanente para análise de indicadores (recursos financeiros, números de ingressos, evasões e concluintes, qualidade das dissertações e dos produtos educacionais, qualidade da avaliação realizada pela CGP-DNPEF, status da produção preliminar dos professores e estudantes ao longo dos quatro anos da avaliação quadrienal etc.).

AVALIAÇÃO INDEPENDENTE

No ano de 2022, e com recursos represados de diárias e passagens devido à pandemia de COVID 19, foi realizada uma avaliação independente pela Fundação Carlos Chagas (Bauer et al, 2023), que levou em conta o impacto na sociedade em geral, a qualidade dos recursos educacionais e dissertações desenvolvidos, o perfil dos discentes e egressos, o impacto em suas formações bem como na prática dos docentes do mestrado. Essa experiência foi enriquecedora e ainda está em fase de



publicação os resultados da avaliação. Além disso, algumas ações para a melhoria do programa já estão sendo implementadas, fruto deste trabalho.

No âmbito do doutorado, será previsto no orçamento a contratação de instituições com expertise em avaliação de impacto. A informação coletada servirá para nortear nossos passos futuros, bem como para informar às agências governamentais sobre a eficácia de tais medidas.

Como avaliação do impacto, consideramos aquela que mede a melhoria do aprendizado dos alunos do ensino fundamental por conta da melhor formação dos professores da escola básica, proporcionada pelo DNPEF. Trata-se de uma avaliação multinível onde estarão previstas entrevistas em escolas e com alunos do ensino médio, em amostragem que respeite as diferentes realidades dos polos. Dada a escala e a inovação do DNPEF, assim como já foi realizada no MNPEF, será lançado um edital para contratação de uma instituição de pesquisa especializada, uma vez que esta avaliação requer profissionais com boa formação acadêmica e uma instituição com credibilidade que conte com uma equipe de profissionais liderada por doutores.

Considerando a inovação deste tipo de avaliação, prevemos como resultado adicional a publicação de artigos acadêmicos. Todo esse processo avaliativo servirá de norteador para eventuais correções de rumo, quanto aos quesitos associados à diversidade, capilaridade, relevância, qualidade acadêmica, otimização da gestão, potencial de desenvolvimento e expansão, impacto social, impacto acadêmico (metodologia, avaliação, epistemologia, inclusão temática), efetividade enquanto política pública de formação de professores, publicidade e transparência.

18. INFRAESTRUTURA DO CURSO

Este é um Programa Nacional proposto pela Sociedade Brasileira de Física (SBF). As atividades acadêmicas são realizadas nos Polos Regionais, credenciados pela Comissão de Pós-Graduação, mediante a candidatura por parte de Instituições de Ensino, chamadas por edital público. Faz parte dos critérios da Comissão de Pós-Graduação para o credenciamento de Polos que seja oferecida a infraestrutura adequada para o desenvolvimento do projeto, tais como laboratórios de pesquisa e ensino, salas para os docentes e discentes, infraestrutura computacional, acesso a rede, dentre outros. Todas as IES que constituem Polos possuem Bibliotecas e têm acesso ao Portal de Periódicos da CAPES.

Com a perspectiva de aulas, defesas e reuniões híbridas, bem como aulas que necessitam de dispositivos tecnológicos (para metodologias ativas), e mediante

aporte de recurso da CAPES, estão sendo projetadas salas de aula diferenciadas nos polos do DNPEF, que serão equipadas com recursos tecnológicos diversificados, tais como impressora 3-D, sistema de imagem, som e transmissão.

19. EQUIPE TÉCNICA

O Doutorado Nacional Profissional em Ensino de Física contará com secretaria executiva nacional, um analista financeiro e um técnico de TI, responsáveis por auxiliar a coordenação nacional na gestão do programa, e infraestrutura administrativa própria, sediada na Sociedade Brasileira de Física (SBF) onde são tratados prioritariamente questões acadêmicas, administrativas e financeiras. Há também a contratação de estagiários para a composição da equipe técnica, que podem ser alocados junto à coordenação ou na própria SBF. Conta também com setores de apoio tecnológico aos polos credenciados na SBF ou nas próprias IES. Finalmente, os polos contam com secretarias e outros apoios técnicos locais.

20. ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DO CURSO

A área de concentração do DNPEF é ***Física e seu Ensino***, descrita a seguir:

Desenvolvimento de abordagens, estratégias e métodos inovadores para o ensino dos conteúdos de Física na Educação Básica, bem como proposição permanente de atualização dos conteúdos (que deve emergir dos trabalhos continuados das teses) de Física a serem abordados na Educação Básica.

21. LINHAS DE PESQUISA

As linhas de Pesquisa desenvolvidas no âmbito do DNPEF são:

1. Física na Educação Básica: estratégias e abordagens Integradas para o ensino de física na área das ciências da natureza

Pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos para o ensino de Física ao longo de toda a Educação Básica, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental até o Ensino Médio. Abrange a criação de recursos e estratégias que possibilitem a apropriação dos conceitos físicos de forma adequada a cada etapa de escolarização, integrando esses conhecimentos com outras disciplinas e novas formas de educação científica e tecnologias educacionais. O foco está na construção de uma compreensão sólida da linguagem científica, promovendo a articulação entre o desenvolvimento conceitual e as práticas pedagógicas inovadoras.

2. Tópicos de Física de fronteira e temas contemporâneos para o ensino de Física.

Pesquisa e desenvolvimento de processos e produtos que abordem conteúdos e princípios da Física de Fronteira na Educação Básica tais como Informação e Computação Quântica, Ondas Gravitacionais, Sistemas Complexos, Matéria Escura, Nanotecnologia, entre outros.

3. Materiais e estratégias inclusivas e diversificadas para o ensino de Física na escola básica

Pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos de ensino e aprendizagem que utilizem diversas tecnologias e métodos inclusivos, visando atender às necessidades de pessoas com deficiência (PcD) e as diversidades (regionais, culturais, de gênero etc.) que afetam os processos de ensino e aprendizagem. Os alunos explorarão estratégias pedagógicas inovadoras e acessíveis, com o objetivo de criar um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e eficiente através da proposição de materiais didáticos adaptados, promovendo a inclusão e a equidade no ensino de Física.

22. ELEMENTOS ESTRUTURANTES DO DNPEF

22.1 PROCESSO SELETIVO PARA INGRESSO NO DNPF

O Doutorado Nacional Profissional em Ensino de Física (DNPEF) é um curso de pós-graduação *stricto sensu* em rede nacional, organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), ofertado em Polos de diferentes Instituições de Ensino Superior (IES) do País. O processo seletivo é regulamentado por meio de editais nacionais e complementares, que seguem as normativas e o calendário nacional da CAPES. É coordenado pela Comissão de Pós-Graduação (CPG), que designa a Comissão de Seleção Nacional para dar andamento ao processo seletivo nacional. Este processo ocorre em consonância com as Coordenações dos Polos, que designam as Comissões de Seleção dos Polos.

O DNPEF é exclusivo para professores em efetivo exercício de docência em Física na educação básica ou em Ciências no ensino fundamental, e que sejam portadores de diplomas de graduação em Física (Licenciatura ou Bacharelado) ou áreas afins, em cursos reconhecidos pelo Ministério de Educação, ou estudantes do último período desses cursos.

A previsão é que sejam oferecidas 60 vagas para os processos seletivos anuais. Os editais devem prever ações afirmativas.

22.2 PRODUTO EDUCACIONAL E PESQUISA TRANSLACIONAL


A Pesquisa translacional deve versar sobre o resultado da aplicação de produto educacional em pelo menos dois contextos de aprendizagem distintos. Produtos educacionais são aqui entendidos como objeto de aprendizagem. Um produto educacional é uma ferramenta, recurso ou material desenvolvido para apoiar o processo de ensino e aprendizagem, preferencialmente, em contextos de sala de aula. São apresentados em diferentes versões, desde livros paradidáticos, materiais digitais, aplicativos, jogos educativos, sequências didáticas, séries de experimentos. A criação de um produto educacional deve ser fundamentada em teorias de aprendizagem consolidadas e considerar as necessidades e características do público-alvo e **acompanhado de testes e validações.**

Um bom produto educacional é aquele que promove o engajamento dos alunos, facilitando a compreensão e a aplicação dos conhecimentos adquiridos. Ele deve ser acessível, tanto em termos de linguagem quanto de usabilidade, e precisa estar alinhado com os objetivos educacionais estabelecidos. Além disso, é importante que o produto ofereça recursos para a avaliação do aprendizado, permitindo que professor e alunos acompanhem o progresso da aprendizagem do tema relacionado.

22.3 TESE DE DOUTORADO

Os elementos essenciais e necessários que devem aparecer no texto da Tese de Doutorado são:

- (i) Aspectos introdutórios: motivação, problema da pesquisa, isto é, a pergunta que se pretende responder ao final, a(s) resposta(s) esperada(s) ou provável(is) respostas; hipótese(s), objetivo(s) geral(is) e objetivos específicos a alcançar;
- (ii) Pressupostos teóricos ou epistemológicos: pressupostos de ensino e aprendizagem; marco teórico/ epistemológico, e pressuposto de física – assunto ou tema do Produto Educacional, ambos que dão suporte a pesquisa;
- (iii) Revisão da literatura: ter e dar conhecimento de trabalhos existentes na literatura, considerando temas correlatos da pesquisa em ensino de física;

- 
- (iv) Metodologia de ensino: Elaboração e desenvolvimento do Produto Educacional e sua aplicação: pesquisa translacional e que tem como base – pressupostos teóricos de ensino e aprendizagem, e revisão da literatura;
 - (v) Metodologia de pesquisa: apresentação metodológica da pesquisa aplicada ou translacional, contexto de aplicação, **validação dos instrumentos de análise**, organização de uma sequência de ensino a luz de uma estratégia metodológica de ensino, validação do produto educacional, coleta de informações dos resultados da aplicação em sala de aula da sequência de ensino do Produto Educacional, análises qualitativas ou quantitativas com rigor metodológico, para verificação de indícios ou evidências de aprendizagem,
 - (vi) Resultados e discussões: análises e discussões dos resultados da coleta de informações que devem ser bem definidas na metodologia da pesquisa com base no referencial teórico/ epistemológico proposto);
 - (vii) Considerações finais e trabalhos futuros: Fechamento da Tese – integração final, resgate do que foi apresentado na Tese, buscar relações com o problema, pergunta da pesquisa, hipóteses e objetivos gerais e específicos mencionados no início da Tese, além disso, pode-se inserir expectativas de trabalhos futuros derivados do trabalho apresentado).


22.4 EXAME DE QUALIFICAÇÃO

O exame de qualificação é etapa obrigatória do DNPEF e deve ocorrer entre o 24º e 30º mês de integralização do curso. O exame consistirá na apresentação de uma monografia a uma banca examinadora, com apresentação oral e emissão dos conceitos "Aprovado" ou "Reprovado". A monografia deve conter a proposta de pesquisa e os elementos estruturantes da Tese, ainda em estágio de desenvolvimento. É desejável que uma primeira versão do Produto Educacional, em fase de validação, seja apresentada.

O estudante aprovado nessa etapa está liberado para seguir com o trabalho, visando a conclusão do curso. O estudante reprovado deverá reformular o trabalho e apresentá-lo novamente à banca examinadora. Caso o estudante reprove mais de uma vez no exame, o caso deverá ser reportado à comissão de pós-graduação do polo, para que se proceda ou à extensão de prazo (quando for possível) ou ao desligamento do estudante.

22.5 DURAÇÃO DO CURSO

O prazo regular previsto para a finalização do doutorado será de até 48 (quarenta e oito) meses, a contar do último registro do pós-graduando no polo,



podendo ser reduzido ao mínimo de 24 (vinte e quatro) meses ou estendido ao máximo de 60 (sessenta) meses, neste último caso por meio de solicitação circunstanciada e justificada do pós-graduando e anuência do orientador, observadas, no que cabível, as normas da IES sede do polo.

22.6 ENSINO HÍBRIDO OU REMOTO

O curso é realizado majoritariamente no formato presencial. Entretanto, o uso de tecnologias de comunicação está presente em sua concepção. Algumas disciplinas, por exemplo, podem contar com aulas magnas remotas, proferidas por professores de notório conhecimento sobre as temáticas abordadas. Há, portanto, a figura de um professor no polo, que acompanha a turma em todas as demandas institucionais e trabalha em parceria, nas atividades formativas e avaliativas, junto ao professor responsável pelos conteúdos, que é de outro polo. Esse modelo é pensado para atender a mais de um polo, que têm a aula magna em comum, mas que usufruem de autonomia na condução da disciplina em seus polos. Disciplinas com temas específicos e de fronteira, como “Neurociência Educacional” e a “Introdução ao Aprendizado de Máquina”, dentre outras, podem ser ofertadas nesse formato.

Outras utilizações de atividades híbridas ou remotas são possíveis, desde que sejam avaliadas pelas comissões de pós-graduação locais ou, quando necessário, pela CPG nacional.

São previstas defesas de qualificação e de tese de doutorado no formato híbrido ou remoto, quando um membro da banca examinadora não pode estar presente no local da defesa.

22.7 REQUISITOS PARA A CONCLUSÃO DO DOUTORADO

Para a conclusão do curso de doutorado, o discente deverá cumprir as seguintes etapas:

- Participar de um encontro anual itinerante entre docentes e alunos das instituições associadas;
- Completar o mínimo de créditos previstos no regimento do programa
- Ser aprovado no exame de qualificação entre o 24º e 30º mês de integralização do curso;
- Desenvolver, testar e validar o Produto educacional em pelo menos dois contextos de aprendizagem diferentes
- Publicar um artigo científico, ou registrar um software, ou depositar uma patente, ou publicar um material didático, com destaque para a

relevância, inovação, aplicabilidade deste trabalho para o segmento educacional.

- Defender sua tese e tê-la aprovada perante uma banca examinadora qualifica de acordo com o regimento do programa.

As produções qualificadas como requisito para conclusão do curso devem estar relacionadas ao Produto Educacional desenvolvido no âmbito do programa.

22.8 MATRIZ CURRICULAR

A grade curricular é constituída por disciplinas que totalizam o mínimo de 32 créditos, ou oito disciplinas, para a integralização do curso. As disciplinas se dividem em dois grupos: obrigatórias e eletivas. O grupo das obrigatórias é formado por três disciplinas de quatro créditos e duas de dois créditos. As disciplinas eletivas são subdivididas nos grupos A, B e C.

22.8.1 DISCIPLINAS OBRIGATÓRIAS (16 CRÉDITOS)

Possuem por objetivo prover a futuros pesquisadores subsídios metodológicos para a pesquisa em Ensino de Física; a construção de um sistema de referências de ensino e aprendizagem visando o desenvolvimento de materiais didáticos inovadores; aprofundamento em pelo menos uma área básica da Física. São as disciplinas:

Quadro 1: Disciplinas Obrigatórias

| Disciplinas | Número de Créditos |
|-------------------------------------------------------------|--------------------|
| Fundamentos Metodológicos para pesquisa em Ensino de Física | 4 |
| Fundamentos Teóricos de Ensino e Aprendizagem | 4 |
| Recursos Tecnológicos no Ensino de Física | 2 |
| Fundamentos Epistemológicos para o Ensino de Física | 4 |
| Seminários em Pesquisa em Ensino de Física | 2 |

22.8.2 DISCIPLINAS ELETIVAS - GRUPO A (MÍNIMO DE 4 CRÉDITOS)

Possuem por objetivo prover a futuros pesquisadores subsídios teórico-metodológicos para o desenvolvimento de propostas didáticas para ensinar Física. São as disciplinas:

Quadro 2: Disciplinas Eletivas – Grupo A

| Disciplinas | Número de Créditos |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Metodologias aplicadas ao Ensino de Física | 4 |
| Física e interfaces com Ciências Naturais | 4 |
| Neurociência Educacional | 4 |
| Políticas públicas aplicadas à educação em ciências e ao ensino de física | 4 |

22.8.3 DISCIPLINAS ELETIVAS DO GRUPO B (MÍNIMO DE 12 CRÉDITOS ENTRE OS GRUPOS B E C)

Visam possibilitar o domínio conceitual e formal de conteúdos de física em profundidade, que assegure ao estudante a capacidade de transposição didática para a elaboração de propostas inovadoras na sala de aula.

Quadro 3: Disciplinas Eletivas – Grupo B

| Disciplinas | Número de Créditos |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Seminários de Física Contemporânea | 4 |
| Astronomia, Astrofísica e Cosmologia | 4 |
| Física de Partículas e Campos | 4 |
| Relatividade Especial e Geral | 4 |

22.8.4 ELETIVAS DO GRUPO C (MÍNIMO DE 12 CRÉDITOS ENTRE OS GRUPOS B E C)

Objetivam prover os alunos de instrumental conceitual e formal, em áreas básicas da física, de forma que sejam capazes de entender, de forma mais profunda, a origem de alguns problemas teóricos e aplicações tecnológicas atuais. O formalismo deve ser aprofundado, mas em função dessas aplicações. O professor, sempre que desenvolver o formalismo matemático, deve dispensar tempo de aula para alcançar a compreensão do fenômeno físico pelos estudantes.

Quadro 4: Disciplinas Eletivas – Grupo C

| Disciplinas | Número de Créditos |
|-------------------------------------------|---------------------------|
| Eletromagnetismo Avançado com Interfaces | 4 |
| Mecânica Quântica Avançada com Interfaces | 4 |
| Teoria de Sistemas Complexos | 4 |
| Introdução ao Aprendizado de Máquina | 4 |



GRADE DE DISCIPLINAS DNPEF

| Disciplinas Obrigatórias 16cr | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Fundamentos Metodológicos para Pesquisa em Ensino de Física (4cr) | Fundamentos Teóricos de Ensino e Aprendizagem (4cr) | Recursos Tecnológicos no Ensino de Física (2cr) | Fundamentos Epistemológicos para o Ensino de Física (4cr) | Seminários em Pesquisa em Ensino de Física (2cr) |
| Eletivas do Grupo A: mínimo de 4cr | | Mínimo de 12cr em disciplinas dos Grupos B e C | | |
| | | Eletivas do Grupo B | Eletivas do Grupo C | |
| Metodologias aplicadas ao Ensino de Física (4cr) | | Seminários de Física Contemporânea (4cr) | Eletromagnetismo avançado com interfaces (4cr) | |
| Física e interfaces com Ciências Naturais (4cr) | | Astronomia, Astrofísica e Cosmologia (4cr) | Mecânica Quântica avançada com interfaces (4cr) | |
| Neurociência Educacional (4cr) | | Física de Partículas e Campos (4cr) | Teoria de sistemas complexos (4cr) | |
| Políticas públicas aplicadas à educação em ciências e ao ensino de física | | Relatividade Especial e Geral (4cr) | Introdução ao aprendizado de máquina (4cr) | |
| Eletiva do Grupo A (a ser aprovada pela CPG) | Eletiva do Grupo B e C (a ser aprovada pela CPG) | | | |

22.9 EMENTA DAS DISCIPLINAS

Disciplina Obrigatória 1

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Fundamentos Epistemológicos para o Ensino de Física |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | sim |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Pressupostos teóricos e práticos do Método Científico de Francis Bacon, e dos positivistas, e sua influência no ensino de ciências, assim como levantar os argumentos críticos que revelam sua deficiência; Pressupostos teóricos e práticos das concepções epistemológicas contemporâneas: Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas Kuhn, Paul Fayerabend, Larry Laudan, Mário Bunge, Bruno Latour, Humberto Maturana, Nancy Cartwright e Gaston Bachelard; Implicações da epistemologia contemporânea e o papel da história da ciência para o ensino da disciplina de física, concomitante à discussão das epistemológicas |
| Bibliografia Básica | DUTRA, L. H. A. (2010). <i>Introdução à epistemologia</i> . São Paulo: Editora UNESP. FARIA, J. H. (2022). <i>Introdução à epistemologia: Dimensões do ato epistemológico</i> . São Paulo: Paco Editorial. POLITO, A. M. M. (2016). <i>A construção da estrutura conceitual da física clássica</i> . Coleção MNPEF. São Paulo: Livraria da Física. |
| Bibliografia Complementar | BACHELARD, G. (1973). <i>Epistemología</i> . Barcelona: Editorial Anagrama. BUNGE, M. (1973). <i>A ciência: seus métodos e sua filosofia</i> . Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte. |

CHALMERS, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense.

CARTWRIGHT, N. (1983). *How the laws of physics lie*. New York: Oxford University Press.

FEYERABEND, P. (1977). *Contra o método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora.

KUHN, T. (1975). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva.

LAUDAN, L. (1986). *El progreso y sus problemas: hacia una teoría del crecimiento científico*. Editora Encuentro Ediciones.

LATOUR, B., & Woolgar, S. (1997). *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.

LAKATOS, I. (1973). *A metodologia dos programas de investigação científica*. Madrid: Alianza Editorial.

MATURANA, H. R. (2001). *Ciência, cognição e vida cotidiana*. Belo Horizonte: Editora da UFMG.

POPPER, K. (1962). *Conjecturas e refutações: a origem do conhecimento científico*. New York: Basic Books.

Disciplina Obrigatória 2

| | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Fundamentos Metodológicos para pesquisa em Ensino de Física |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Sim |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Métodos quantitativos e qualitativos de pesquisa em educação aplicados à pesquisa em Ensino de Ciências. Pesquisa aplicada ou translacional no ensino de Física. Triangulação Metodológica |
| Bibliografia Básica | <p>MAGALHÃES JR, C. A. O.; BATISTA, M. C. (2023). <i>Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências</i>. 2. ed. Ponta Grossa: Editora Atena.</p> <p>MAGALHÃES JR, C. A. O. (2024). <i>Análise de Dados em Educação para a Ciência e a Matemática</i>. Florianópolis: Editora Texto e Contexto.</p> <p>MOREIRA, M. A. (2023). <i>Metodologias de Pesquisa em Ensino</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>ROSA, P. R. S. (2013). <i>Uma introdução à pesquisa qualitativa em Ensino</i>. Campo Grande: Monografia não publicada. Disponível em: http://www.dfi.ufms.br/prrosa/MeusLivros.html. Acesso em: 1 out. 2024.</p> |
| Bibliografia Complementar | <p>BARDIN, L. (1986). <i>Análisis de contenido</i>. Madrid: Akal Universitaria.</p> <p>COOPER, H.; HEDGES, L. V.; VALENTINE, J. C. (2009). <i>The Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis</i>. 2. ed. New York: Russell Sage Foundation Publications.</p> <p>BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. (1994). <i>Investigação Qualitativa em Educação</i>. Porto: Porto Editora.</p> <p>BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. (2008). <i>The Craft of Research</i>. 3. ed. Chicago: University of Chicago Press.</p> <p>CRESWELL, J. W. (2012). <i>Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research</i>. 4. ed. Boston: Pearson Higher Ed.</p> <p>GEE, J. P. (2011). <i>An Introduction to Discourse Analysis</i>. 3. ed. New York: Routledge.</p> <p>MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. (1993). <i>Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem</i>. Porto Alegre: EDIPUCRS.</p> |

ROTH, M. (2005). *Doing Qualitative Research*. Rotterdam: Sense Publishers.

Disciplina Obrigatória 3

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Fundamentos Teóricos de Ensino e Aprendizagem |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Sim |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Noções básicas de teorias de aprendizagem e ensino como sistema de referência para análise de questões relativas ao ensino da Física nos níveis médio e fundamental. O comportamentalismo. A teoria de Skinner. O cognitivismo/construtivismo. As teorias de Piaget, Vygotsky, Bruner, Ausubel, Novak, Gowin, Johnson-Laird e Vergnaud. O humanismo. As teorias de Rogers, Novak, Gowin, Kelly e Freire. Ênfase na teoria da aprendizagem significativa à luz das teorias de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira. |
| Bibliografia Básica | ILLERIS, K. (2013). <i>Teorias Contemporâneas da Aprendizagem</i> . Porto Alegre: Editora Penso. LEFRANÇOIS, G. R. (2017). <i>Teorias da Aprendizagem – o que o professor disse</i> . São Paulo: Cengage Learning. MOREIRA, M. A. (2022). <i>Teorias de Aprendizagem</i> . 3. ed. São Paulo: Editora LTD. NOGUEIRA, M. O. G.; LEAL, D. (2018). <i>Teorias da Aprendizagem: um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico</i> . Curitiba: Editora InterSaberes. |
| Bibliografia | AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. (1980). <i>Psicologia Educacional</i> . |

| | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Complementar | <p>Rio de Janeiro: Interamericana.</p> <p>CARVALHO, A. M. P. (Org.) (2004). <i>Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática</i>. São Paulo: Ed. Pioneira Thomson Learning.</p> <p>FREIRE, P. (2007). <i>Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa</i>. 36. ed. São Paulo: Paz e Terra.</p> <p>GOWIN, D. B. (1981). <i>Educating</i>. Ithaca, NY: Cornell University Press.</p> <p>PIAGET, J.; INHELDER, B. (1971). <i>O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança</i>. Rio de Janeiro: Zahar.</p> <p>SKINNER, B. F. (1972). <i>Tecnologia do Ensino</i>. São Paulo: Herder.</p> <p>VYGOTSKY, L. S. (1987). <i>Pensamento e Linguagem</i>. 1. ed. Brasileira. São Paulo: Martins Fontes.</p> <p>VERGNAUD, G. (1993). A teoria dos campos conceituais. In: NASSER, L. (Ed.). <i>1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro</i>. Rio de Janeiro.</p> |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Disciplina Obrigatória 4

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Recursos Tecnológicos no Ensino de Física |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Sim |
| Carga horária | 30h |
| Créditos | 2 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Uso de linguagens de programação no Ensino de Física. Programação de aplicativos. Robótica no ensino de física. |
| Bibliografia | ANDRADE, M. E. (2016). <i>Simulação e Modelagem Computacional com o</i> |

Básica

Software Modellus: Aplicações Práticas para o Ensino de Física. São Paulo: Livraria da Física.

ANDREAS, C. M.; GUIDO, S. (2016). *Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists*. Sebastopol: O'Reilly Media.

GRUS, J. (2019). *Data Science do Zero: Primeiras Regras com o Python*. Rio de Janeiro: Alta Books.

MCROBERTS, M. (2018). *Arduino Básico*. São Paulo: Novatec.

DO SANTOS, G. F. C. et al. (2023). Software Modellus como recurso pedagógico para o ensino dos conteúdos de física no ensino médio: estudo de caso em escola pública de Fortaleza no Ceará. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 18, n. 4, p. 877-891.

ELMOAZEN, R. et al. (2023). Learning analytics in virtual laboratories: a systematic literature review of empirical research. *Smart Learning Environments*, v. 10, n. 1, p. 23.

GUVEN, G. et al. (2022). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, v. 54, n. 1, p. 108-126.

KINCHIN, J. (2020). Using an Arduino in physics teaching: LDR as a simple light sensor. *Physics Education*, v. 55, n. 5, p. 053005.

LANDAU, R. H.; PÁEZ, M. J.; BORDEIANU, C. C. (2024). *Computational Physics: Problem Solving with Python*. Hoboken: John Wiley & Sons.

PURNAMA, I. et al. (2023). ChatGPT for teachers and students in science learning: A systematic literature review. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, v. 9, n. 10, p. 760-765.

SARI, U.; KIRINDI, T. (2019). Using Arduino in physics teaching: Arduino-based physics experiment to study temperature dependence of electrical resistance. *Journal of Computer and Education Research*, v. 7, n. 14, p. 698-710.

SULIS, E.; PIDELLO, R.; DEMO, G. B. (2020). Designing agent-based

| | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | simulations in high schools: a project with NetLogo. <i>DIDAMATICA</i> 2020, v. 17, p. 110. |
| Bibliografia Complementar | CAMPBELL, S. L.; CHANCELIER, J.; NIKOUKHAH, R. (2006). <i>Modeling and Simulation in Scilab/Scicos</i> . New York: Springer. MALTHE-SØRENSEN, A. (2015). <i>Elementary Mechanics Using Python</i> . Cham: Springer. |

Disciplina Obrigatória 5

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Seminários em Pesquisa em Ensino de Física |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Sim |
| Carga horária | 30h |
| Créditos | 2cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | A disciplina de seminários visa a apresentação e discussão de resultados de Pesquisa em Ensino de Física, análise crítica de trabalhos recentes publicados, registros de eventos nacionais e internacionais, na área de Pesquisa em Ensino de Física e de Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática. A ênfase tanto pode ser nos aspectos teóricos, quanto metodológicos ou de contribuição das pesquisas analisadas para a prática e para o campo de conhecimento. Os seminários podem ser apresentados por pesquisadores componentes do corpo docente do PPGEF ou visitantes. Os seminários poderão estar ligados aos temas em discussão no curso, ou se constituírem em alternativas de reflexão para a educação em ciências em geral. Um dos objetivos de tais seminários é que venham a se constituir numa forma de encaminhar discussões que |

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>forneçam subsídios para o desenvolvimento das teses e produtos. Estes seminários terão critérios próprios de avaliação discutidos de forma participativa no grupo como um todo.</p> |
| Bibliografia Básica | <p>MAGALHÃES JR, C. A. O.; BATISTA, M. C. (2023). <i>Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências</i>. 2. ed. Ponta Grossa: Editora Atena.</p> <p>PESSOA DE CARVALHO, A. M.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, S. (2010). <i>Ensino de Física. Coleção Ideias em Ação</i>. São Paulo: Ed. Cengage.</p> |
| Bibliografia complementar | <p>Periódicos Nacionais e Internacionais. Teses e dissertações defendidas em programas de pós-graduação da área.</p> |

Disciplina Eletiva 1 - Grupo B

| | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Astronomia, Astrofísica e Cosmologia |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | <p>Introdução a astronomia de posição. O Sol : características físicas, manchas solares e explosões solares. Planetas, asteroides e cometas do Sistema Solar. Exoplanetas: técnicas de detecção. Estrelas: Definição de magnitude, fluxo e luminosidade, diagrama HR, estrelas anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros. Galáxias: tipos e classificação. O problema da matéria escura. Cosmologia: o Modelo cosmológico padrão. A lei de Hubble, a radiação cósmica de fundo, a nucleossíntese primordial, a aceleração da expansão, o problema da energia escura.</p> |

| | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Etnoastronomia. |
| Bibliografia Básica | <p>BANDECCHI, M.; BRETONES, P. S.; HORVATH, J. E. (2019). O equilíbrio e a estrutura estelar em uma abordagem simples: a sequência principal. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, São Paulo, v. 41, n. 4, e20190031.</p> <p>BANDECCHI, M.; HORVATH, J. E.; BRETONES, P. S. (2019). O equilíbrio estelar e a existência de uma massa máxima para as estrelas. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, São Paulo, v. 41, n. 3, e20180250.</p> <p>FILHO, K. O. S.; SARAIVA, M. F. O. (2017). <i>Astronomia e Astrofísica</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>LANGHI, R.; RODRIGUES, F. M. (2021). <i>Interfaces da educação em astronomia: currículo, formação de professores e divulgação científica - volume 1 - relatos reflexivos sobre a história da astronomia no ensino</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>LANGHI, R.; RODRIGUES, F. M. (2021). <i>Interfaces da educação em astronomia: currículo, formação de professores e divulgação científica - volume 2 - ações dialógicas na prática de ensino de astronomia</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>LANGHI, R.; NARDI, R. (2022). <i>Educação em Astronomia: repensando a formação de professores</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>PALUCCI, L.; MORAES, P. H. R. S.; HORVATH, J. E. (2022). <i>A Cosmologia na sala de aula</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>ZABOT, A.; GARCIA JÚNIOR, M. A. (2023). <i>Introdução à Cosmologia Moderna</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> |
| Bibliografia Complementar | <p>FABIAN, S. M. (2001). <i>Patterns in the Sky: An Introduction to Ethnoastronomy</i>. Illinois: Waveland Press.</p> <p>FROES, A. L. D. (2014). Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 1-15.</p> |

| | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>HORVATH, J. E.; LUGONES, G.; PORTO, M.; SCARANO, S.; TEIXEIRA, R. (2011). <i>Cosmologia Física do Micro ao Macro Cosmos e Vice-Versa</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>HORVATH, J. E. (2013). Uma proposta para o ensino da astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, São Paulo, v. 35, n. 4, e4501.</p> <p>HORVATH, J. E. (2008). <i>O ABCD da Astronomia e Astrofísica</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> <p>JUSTINIANO, A.; BOTELHO, R. (2016). Construção de uma carta celeste: um recurso didático para o ensino de astronomia nas aulas de Física. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, São Paulo, v. 38, n. 4, e4311.</p> <p>KARTTUNEN, H.; KRÖGER, P.; OJA, H.; POUTANEN, M.; DONNER, K. J. (2017). <i>Fundamental Astronomy</i>. 6. ed. USA: Springer.</p> <p>NOVELLO, M. (2010). <i>Cosmologia</i>. São Paulo: Editora Livraria da Física.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Disciplina Eletiva 2 - Grupo C

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Eletromagnetismo avançado e interfaces |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Eletromagnetismo com fóton massivo (de Broglie-Proca, Chern-Simons)-fenômeno da supercondutividade; observações astronômicas e |

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>astrofísicas (limites sobre a massa do fóton); astrofísica: gamma-ray bursts (novos limites sobre a massa do fóton); Fenômeno da supercondutividade - observações astronômicas e astrofísicas (limites sobre a massa do fóton) astrofísica: gamma-ray bursts (novos limites sobre a massa do fóton); Origem microscópica da interação eletromagnética - Campos e Partículas (unificação e transição de fase eletrofraca); Eletromagnetismo com monopolos magnéticos : Gelos de spin e condensados de Bose-Einstein; O elétron, o múon e medidas eletromagnéticas de precisão: Física de Partículas; Eletromagnetismo em baixas dimensionalidades: fenômenos eletromagnéticos planares física do grafeno; efeito Hall quântico (inteiro e fracionário); Efeitos não-lineares na Eletrodinâmica em meios materiais e no vácuo: efeitos eletromagnético-óticos; birrefringência do vácuo e nova categoria de LASERs superpotentes verificação de efeitos não-lineares em materiais de Dirac; Extensão do Eletromagnetismo com a inclusão do áxion e fóton escuro: Astrofísica/Astropartículas; Magnetogênese e campos magnéticos galácticos: Astrofísica e Cosmologia; Cristais temporais fotônicos: novos materiais; Propriedades eletromagnéticas dos metamateriais: Física da Matéria Condensada</p> |
| <p>Bibliografia Básica</p> | <p>BEISSEN, N. et al. (2023). Exploring nonlinear vacuum electrodynamics beyond Maxwell's Equations. <i>International Journal of Mathematics and Physics</i>, v. 14, n. 1.</p> <p>CARVALHO NETO, Edgar Marcelino de. (2009). <i>Eletrodinâmica de Maxwell-Proca</i>. 24 f. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro. Disponível em: https://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/mo00110.2010_06_08_11_24_15.pdf. Acesso em: 29 set. 2024.</p> <p>FEYNMAN, Richard P. (2008). <i>Lições de Física de Feynman, volume 2: Eletromagnetismo e Matéria</i>. ed. def. Porto Alegre: Bookman.</p> <p>FLEMING, Henrique. Supercondutividade. Disponível em: <endereço eletrônico não fornecido>. Acesso em: 23 nov. 2009.</p> <p>JENTSCHURA, U. D. (2017). <i>Advanced Classical Electrodynamics</i>. Singapura:</p> |

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>World Scientific Publishing.</p> <p>KLITZING, K. V. (2004). 25 years of Quantum Hall Effect. <i>Poincaré Seminar (Paris-2004)</i>. Disponível em: https://web.archive.org/web/20110707025318/http://hrma.physics.sjtu.edu.cn/PhysicsHorizon/25yearsQHE-lecture.pdf. Acesso em: 29 set. 2024.</p> <p>SOUZA, R. S. (2009). <i>Origem e evolução dos campos Magnéticos Cosmológicos</i>. Tese (Doutorado) – USP, São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14131/tde-20072009-172022/publico/doutoradorafael.pdf. Acesso em: 29 set. 2024.</p> |
| Bibliografia Complementar | Outros artigos recentes de pesquisa e revisão. |

Disciplina Eletiva 3 – Grupo B

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Física de Partículas e Campos |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | <p>Estudo da evolução histórica da busca por compreender as forças fundamentais da natureza. Análise de dados experimentais oriundos de raios cósmicos e aceleradores de partículas.</p> <p>Introdução à física das partículas elementares no contexto das interações eletrofracas, fracas e fortes no Modelo Padrão de Partículas Elementares e Campos. Estudo da estrutura dos hádrons no contexto da cromodinâmica quântica e análise de suas implicações na evolução do</p> |

| | |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>universo quanto a distribuição matéria e antimatéria. O bóson de Higgs. Aspectos da investigação contemporânea ainda em aberto e teorias concorrentes</p> |
| <p>Bibliografia Básica</p> | <p>ABDALLA, M. C. (2023). <i>O discreto charme das partículas elementares</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>HELAYEL-NETO, J. A.; BELICH JR, H.; SOARES, T. C. (2018). <i>Física de partículas vista pelas interações fundamentais e formação de professores</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>LARKOSKI, A. J. (2019). <i>Elementary Particle Physics: An intuitive introduction</i>. United Kingdom: Cambridge University Press.</p> |
| <p>Bibliografia Complementar</p> | <p>AVANCINI, S. S.; MARINELLI, J. R. (2009). <i>Tópicos de Física nuclear e partículas elementares</i>. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM.</p> <p>BALTHAZAR, W. F.; OLIVEIRA, A. L. (2010). <i>Partículas elementares no ensino médio: uma abordagem a partir do LHC</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>BETTINI, A. (2014). <i>Introduction to Elementary Particle Physics</i>. UK: Cambridge University Press.</p> <p>ENDLER, A. M. F. (2010). <i>Introdução à Física de partículas</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>GRIFFITHS, D. (2008). <i>Introduction to Elementary Particles</i>. Germany: Wiley.</p> <p>MENEZES, D. P. (2002). <i>Introdução à Física Nuclear e de partículas elementares</i>. Florianópolis: Editora da UFSC.</p> <p>MOREIRA, M. A. (2012). <i>Física de partículas: uma abordagem conceitual e epistemológica</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>NAMBU, Y. (1985). <i>Quarks: Frontiers In Elementary Particle Physics</i>. Singapore: World Scientific Publishing Company.</p> <p>SHAH, C. (2020). <i>A Hands-On Introduction to Data Science</i>. United Kingdom: Cambridge University Press.</p> |



| | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>STUDART, N.; NOVAES, M. (2016). <i>Mecânica quântica básica</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>THOMSON, M. (2013). <i>Modern Particle Physics</i>. United States: Cambridge University Press.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Disciplina Eletiva 4 – Grupo A

| | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Física e interfaces com as ciências Naturais |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Radiação Solar. Fluxo de matéria e energia. Reações químicas fora do equilíbrio. Dinâmica de ecossistemas. Ciclos Biogeofísicos e Biogeoquímicos: uma perspectiva temporal e espacial. Interação Solo-Vegetação-Atmosfera: observações e modelagem. Propriedades fundamentais da água. Física da atmosfera. Fenômenos elétricos nas células. Potencial de ação de uma célula nervosa. |
| Bibliografia Básica | <p>CAPRA, F. (2006). <i>A Teia da Vida: uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos</i>. São Paulo: Editora Cultrix.</p> <p>JONES, H. G. (2014). <i>Plants and Microclimate: A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology</i>. Cambridge: Cambridge University Press, 407 p.</p> <p>MONTEITH, J. L.; UNSWORTH, M. H. (2013). <i>Principles of Environmental Physics</i>. Amsterdam: Academic Press, 401 p.</p> |



| | |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>OLIVEIRA, I. S. (2010). <i>Física Moderna para iniciados, interessados e aficionados</i>. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>ROMESIN, H. M.; GARCIA, F. J. V. G. (1997). <i>De Máquinas e seres vivos: Autopoiese – a Organização do vivo</i>. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas.</p> <p>SAGAN, D.; MARGULIS, L. (2004). <i>Microcosmos: quatro bilhões de anos de evolução microbiana</i>. São Paulo: Editora Cultrix.</p> <p>SCHRÖDINGER, E. (2007). <i>O que é vida?: o aspecto físico da célula viva: seguido de "Mente e matéria" e Fragmentos autobiográficos</i>. São Paulo: Unesp, 216 p.</p> <p>SHUTTLEWORTH, W. J.; LLOYD, C. R. (2006). Eddy correlation measurements of energy partition for Amazonian Forest. <i>Quart. J.R.Met.Soc.</i>, 1143-1162.</p> |
| <p>Bibliografia Complementar</p> | <p>CAMPBELL, G. S.; NORMAN, J. M. (1988). <i>An Introduction to Environmental Biophysics</i>. New York: Springer-Verlag, Heidelberg Science Library.</p> <p>CROMER, A. L. (1994). <i>Physics for the Life Sciences</i>. USA: McGraw-Hill.</p> <p>HOUGHTON, J. (2001). <i>The Physics of Atmospheres</i>. Cambridge: Cambridge University Press.</p> <p>MONTEITH, J. L. (1973). <i>An Introduction to Environmental Biophysics</i>. New York: Springer-Verlag, Heidelberg Science Library, 286 p.</p> <p>OKUNO, E. (1982). <i>Física para as ciências biológicas e biomédicas</i>. São Paulo: Harbra, 490 p.</p> <p>OMETTO, J. C. (1981). <i>Bioclimatologia Vegetal</i>. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda</p> |

Disciplina Eletiva 5 – Grupo C

| | |
|------------------------------|---------------------------------------------|
| <p>Disciplina</p> | <p>Introdução ao Aprendizado de Máquina</p> |
| <p>Grau acadêmico</p> | <p>Doutorado Profissional</p> |

| | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obrigatória | Não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | <p>Introdução à Álgebra Linear: Escalares, Vetores, Matrizes e Tensores, Multiplicação de Matrizes e Vetores, Identidade e Matrizes Inversas, Dependência Linear.</p> <p>Normas, Tipos Especiais de Matrizes e Vetores, Autodecomposição, Decomposição de Valor Singular, Traço de Operador Determinante; Probabilidade e Teoria da Informação: Por que Probabilidade? , Variáveis Aleatórias, Distribuições de Probabilidade, Probabilidade Marginal, Probabilidade Condicional, A Regra da Cadeia de Probabilidades Condicionais, Independência e Independência Condicional, Expectativa, Variação e Covariância, Distribuições de Probabilidade Comum, Propriedades Úteis das Funções Comuns, Regra de Bayes, Detalhes Técnicos de Variáveis Contínuas, Teoria da Informação, Modelos Probabilísticos Estruturados; Machine Learning- Básico: Algoritmos de Aprendizagem, Capacidade, Overfitting e Underfitting, Hiperparâmetros e Conjuntos de Validação, Estimadores, Bias e Variância, Estimativa de Probabilidade Máxima, Estatísticas Bayesianas, Algoritmos de Aprendizagem Supervisionada, Algoritmos de Aprendizagem Não Supervisionada, Construindo um Algoritmo de Aprendizado de Máquina; Modelos Preditivos : Métodos baseados em distâncias (algoritmo do Vizinho mais próximo), Métodos Probabilísticos (aprendizado Baysiano), Métodos Simbólicos (árvore de decisão), Métodos de Conexões (redes neurais), Avaliação de modelos preditivos (métrica de erro, amostragem, teste de hipótese.); Modelos Descritivos: Mineração de Dados/padrões, Análise de agrupamentos, Avaliação de modelos descritivos.</p> |
| Bibliografia Básica | GRUS, J. (2019). Data Science from Scratch: First Principles with Python, Second Edition. |

| | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>LORENA, A., FACELI, K., ALMEIDA, T., DE CARVALHO, A., AND GAMA, J. (2021). <i>Inteligência Artificial: uma abordagem de Aprendizado de Máquina</i>, Segunda Edição. São Paulo: LTC.</p> <p>PRATES, J. H. S. et al (2023). Ensino de física mediado pelo Machine Learning: O caso do pêndulo simples. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, v. 45, p. e20230207.</p> <p>FERREIRA, H. et al (2022). Introduzindo aprendizado de máquina em cursos de física: o caso do rolamento no plano inclinado. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, v. 44, p. e20220214.</p> <p>SCHLEDER, G. R.; FAZZIO, A. (2021). Machine Learning na Física, Química, e Ciência de Materiais: Descoberta e Design de Materiais. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>, v. 43, n. Suppl 1, p. e20200407.</p> |
| Bibliografia Complementar | <p>HASTIE, T., TIBSHIRANI, R., AND FRIEDMAN, J. (2009). <i>The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction</i>, Second Edition. EUA: Springer Ed.</p> <p>RUSSELL, S.J., AND NORVIG, P. (2021). <i>Artificial intelligence: a modern approach</i>. EUA: Pearson Ed.</p> |

Disciplina Eletiva 6 – Grupo C

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Mecânica Quântica e Interfaces |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | Não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | A introdução da Relatividade Especial na Mecânica Quântica: Introdução às Equações de Dirac e Weyl, Férmions de Majorana e neutrinos |



| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>massivos, A simetria matéria – antimatéria na Equação de Dirac; Simetrias dinâmicas na Mecânica Quântica: Degenerescência e simetrias, O espectro de átomos hidrogenóides tratado via simetria SO(4), O oscilador harmônico isotrópico e a simetria SU(N); A Mecânica Quântica via integrais de caminho: O caso da partícula livre, O oscilador harmônico unidimensional; Aspectos da Mecânica Quântica Bohmiana: A formulação da onda-piloto de De Broglie – Bohm, A importância da formulação Bohmiana na Cosmologia Quântica; A Mecânica Quântica do fóton: A descrição do spin-1, A função de onda e a equação de onda para o fóton; O problema do emaranhamento quântico: Definição matemática de emaranhamento, A matriz densidade, Quantificação de emaranhamento em sistemas com bipartição; Introdução à segunda quantização: A quantização do campo de Klein-Gordon A formulação em espaço de Fock; Introdução à Informação Quântica: Qubits e teoria da informação, Entropia e informação; A formulação/interpretação de multiversos de Everett (opcional).</p> |
| <p>Bibliografia Básica</p> | <p>NOVAES, M.; STUDART, N (2016). <i>Mecânica Quântica Básica</i>. Coleção MNPEF. Coleção MNPEF. São Paulo: Livraria da Física,</p> <p>PEREZ, S. (2016). <i>Mecânica Quântica: um curso para professores da educação básica</i>. Coleção MNPEF. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>SAKURAI, J. J. and NAPOLITANO, J. (2017). <i>Modern Quantum Mechanics</i>. 2nd Revised ed. England: Cambridge University Press.</p> <p>SUSSKIND, L. and FRIEDMAN, A. (2015). <i>Quantum Mechanics: The Theoretical Minimum</i>. Basic Books (AZ); Illustrated edição</p> <p>ZWIEBACH, B. (2022). <i>Mastering Quantum Mechanics: Essentials, Theory, Applications</i>. MIT Press, Cambridge.</p> <p>JAEGER, L. (2018). <i>The Second Quantum Revolution: from Entanglement to Quantum Computing and Other Super-Technologies</i>. Berlim: Springer.</p> <p>SCHWICHTENBERG J. (2015). <i>Physics from Symmetry</i>. Berlim:Springer.</p> |

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bibliografia Complementar | <p>CHAIKIN, M. and T. LUBENSKY, C. (2000). <i>Principles of Condensed Matter Physics</i>. England: Cambridge University Press.</p> <p>GREINER, W.. (2000). <i>Relativistic Quantum Mechanics</i>. 3rd Berlím: Springer.</p> <p>D. BOHM. (1980). <i>Totalidade e a Ordem Implicada</i>. São Paulo: Madras Editora.</p> <p>D. J. GRIFFITHS. (2004). <i>Introduction to Quantum Mechanics</i>. 2nd Revised ed. EUA: Addison-Wesley Professional.</p> |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Disciplina Eletiva 7 - Grupo A

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Metodologias Aplicadas ao Ensino de Física |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Aprendizagem baseada em projetos e problemas. Ensino por investigação. Problemas abertos no Ensino de Física. Gamificação. Abordagem SCALE-UP. Abordagem STEAM. Peer instruction. Just-in-time teaching. |
| Bibliografia Básica | <p>ARAÚJO, U. F. e SASTRE, G. (orgs.) (2009) <i>Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior</i>. São Paulo. Summus.</p> <p>BACICH, L. TANZI NETO, A. e TREVISANI, F. (2015). <i>Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação</i>. Porto Alegre: Penso.</p> <p>BATES, A. (2015) <i>Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning for a digital age</i>. British Columbia Open Textbook. Livro</p> |

| | |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>digital disponível em https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage/. Acesso em: 1 out. 2024.</p> <p>BENDER, W. N. (2014) <i>Aprendizagem Baseada em Projetos: educação diferenciada para o século XXI</i>. Ed Penso. Porto Alegre.</p> <p>SCHLEMMER, E. (2014). <i>Gamificação em Espaços de Convivência Híbridos e Multimodais: Design e cognição em discussão</i>. Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade, Salvador, v.23, n. 42, p. 73-89, jul./dez. http://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/1029/709. Acesso em: 1 out. 2024.</p> |
| Bibliografia Complementar | Artigos, dissertações e teses sobre novas metodologias no Ensino de Física. |

Disciplina Eletiva 8 - Grupo A

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Neurociência Educacional |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | O que é Neuroeducação; Aprendizagem, Biologia e Cérebro; Cognitivismo Moderno; A Teoria de Hebb; Redes Neurais; Aprendizagem e Memória; Motivação; Emoção; Atenção; Curiosidade; Neuroarquitetura; Dificuldades de Aprendizagem; A neurociência educacional no Ensino de Física |
| Bibliografia Básica | BROCKINGTON, G. (2021). Neurociência e Ensino de Física: limites e possibilidades em um campo inexplorado. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , vol. 43, suppl. 1, e20200430. |

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>LEFRANÇOIS. G.R. (2018). <i>Teorias da Aprendizagem</i>. São Paulo, Cengage.</p> <p>COSENZA R, GUERRA, L.B. (2011). <i>Neurociência e Educação: Como o cérebro aprende</i>. Porto Alegre: Artmed.</p> <p>MORA, F. (2017). <i>Neuroeducación, solo se puede aprender aquello que se ama</i>. Madri, Allanza Editorial.</p> <p>RAMACHANDRAN, V. S. (2014), <i>O que o cérebro tem para contar: desvendando os mistérios da natureza humana</i>, Trad. Rio de Janeiro, Ed. ZAHAR.</p> |
| Bibliografia Complementar | MORA, F. (2004). <i>Continuum: como funciona o cérebro</i> , Trad. Porto Alegre, Artmed. |

Disciplina Eletiva 9 – Grupo B

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Relatividade Especial e Geral |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Contexto histórico da Relatividade Especial (TRE) e Relatividade Geral (TRG), Princípios da TRE, consequências da TRE (simultaneidade, contração do espaço e dilatação do tempo), geometria diferencial (contextualizada), espaço-tempo quadri-dimensional, teoria gravitacional de Einstein, equações de campo, solução de Schwarzschild, Buracos Negros, testes clássicos e modernos da RG, ondas gravitacionais, teorias alternativas de gravitação |
| Bibliografia Básica | ALENCAR, G. (2023). <i>Alice no País da Relatividade. Teoria da Relatividade para o Ensino Médio</i> . Série A Universidade indo à Escola. São Paulo: |

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Livraria da Física.</p> <p>MARTINS, R. A (2015). <i>A Origem Histórica da Relatividade Especial</i>. São Paulo: Livraria da Física.</p> <p>MOORE, T. (2013). <i>A General Relativity Workbook</i>. Ed. University Science Books.</p> <p>RYDEN, B. (2016). <i>Introduction to Cosmology</i>, Barbara Ryden, University Press, 2nd revised.</p> |
| Bibliografia Complementar | PERUZZO, J., POTTER, W.E. e PRADO, T. G. (2014). <i>Física Moderna e Contemporânea</i> , volume 1. São Paulo: Ed. Livraria da Física. |

Disciplina Eletiva 10 – Grupo B

| | |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Seminários de Física Contemporânea |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Leitura e discussão de artigos que apresentam avanços científicos, aplicações teóricas e práticas e resultados de pesquisas recentes, com vistas à transposição didática. |
| Bibliografia Básica | <p>CHEVALLARD, Y. (1991). <i>La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado</i>. Argentina: La Pensée Sauvage.</p> <p>DE ALMEIDA, G. P. (2020). <i>Transposição didática: por onde começar?</i>.</p> <p>SIDHARTH B G, MICHELINI M e SANTI, L. (2014). <i>Frontiers of Fundamental</i></p> |

| | |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| | Physics and Physics Education Research. <i>Springer Proc.Phys.</i> 145 pp.1-615. |
| Bibliografia complementar | Artigos científicos sobre os temas dos seminários. |

Disciplina Eletiva 11 – Grupo B

| | |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Teoria de Sistemas complexos |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | O que é Complexidade – pensamento sistêmico; Espaço de Fase e Atratores; Cálculo da dimensionalidade de atratores; Bifurcações. Mudanças de fase; Propriedades gerais de sistemas complexos; Os três regimes da natureza: determinista, probabilístico e caótico; Funções Iterativas; Características gerais das equações diferenciais não-lineares; Estabilidade e reversibilidade; Fractais; Dinâmica e caos determinístico; Algoritmos genéticos; Automômatos celulares; Modelos de auto-organização biológica; Modelos de cooperação em sistemas sociais; Caos e efeito borboleta; Entropia Física e de Informação; Análise da dinâmica através de séries temporais; Correlação de informação. |
| Bibliografia Básica | CAPRA, F. (2005). <i>Conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável</i> . São Paulo: Cultrix. FERRARA-FIEDLER, N.; PRADO, C. P. C. (1994). <i>Caos: uma introdução</i> . São Paulo: Edgard Blücher. GLERIA, I.; MATSUSHITA, R.; SILVA, S. D. (2004). Sistemas complexos, criticalidade e leis de potência. <i>Rev. Bras. Ensino Fís.</i> , v. 26, n. 2. |

IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge: Cambridge University Press.

JORGE NETO, M. (2009). *Física ambiental e teoria da complexidade: possibilidades de ensino na educação básica*. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 99 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

JORGE NETO, M. (2014). *Modelagem estatística multivariada dos conceitos relacionados à física ambiental*. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 103 f. Tese.

LOVELOCK, J. (2006). *Gaia: cura para um planeta doente*. São Paulo: Cultrix.

LYNCH, S. (2014). *Dynamical Systems with Applications using MATLAB*. 2. ed. Birkhäuser.

NOBRE, C. A. (2001). *Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país*. Parcerías estratégicas, v. 12, p. 239-258.

NICOLIS, G.; NICOLIS, C. (2012). *Foundations of Complex Systems, Emergence, Information and Prediction*. World Scientific Publishing Co.

NUSSENZVEIG, H. M. (Org.). (1999). *Complexidade e Caos*. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ/COPEA.

PAULO, I. J. C.; PAULO, S. R.; JORGE NETO, M. (2012). *Introdução à teoria da complexidade*. 1. ed. Cuiabá: Universidade Aberta do Brasil, v. 1, 73 p.

STROGATZ, S. H. (2024). *Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. 3. ed. Boca Raton, Flórida: CRC Press.

| | |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>STUDART, N. (2021). <i>Complexidade na Física e seu Ensino: Apresentação da Edição Especial</i>. Rev. Bras. Ensino Fís., v. 43, Suppl. 1.</p> <p>TAVARES, A. S. (2011). <i>Física Ambiental e teoria da complexidade: inserção de tópicos essenciais da teoria da complexidade no ensino médio – a viabilidade de uma proposta</i>. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 113 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.</p> |
| <p>Bibliografia complementar</p> | <p>ABARBANEL, H. D.; BROWN, R.; SIDOROWICH, J. J.; TSIMRING, L. S. (1993). The analysis of observed chaotic data in physical systems. <i>Reviews of Modern Physics</i>, v. 65, n. 4.</p> <p>BUDYKO, M. I. (1986). <i>The Evolution of the Biosphere</i>. Atmospheric Sciences Library. D. Reidel Pub Co.</p> <p>ECKMANN, J. P.; RUELLE, D. (1985). <i>Ergodic theory of chaos and strange attractors</i>. Reviews of Modern Physics, v. 57, n. 3.</p> <p>LEWIN, R. (1994). <i>Complexidade: a vida no limite do caos</i>. Rio de Janeiro: Rocco.</p> <p>LOVELOCK, J. (1991). <i>As eras de Gaia: a biografia de nossa Terra viva</i>. São Paulo: Campus/Elsevier.</p> <p>KONDEPUDI, D. K.; PRIGOGINE, I. (1998). <i>Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures</i>. John Wiley & Sons.</p> <p>MARGULIS, L.; SAGAN, D. (1999). <i>Slanted Truths, Essays on Gaia, Symbiosis and Evolution</i>. Philip Morrison, Springer-Verlag.</p> <p>NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. (1989). <i>Exploring Complexity: An Introduction</i>. W. H. Freeman & Co.</p> <p>NICOLIS, G. (1995). <i>Introduction of Nonlinear Science</i>. Cambridge University Press.</p> |

PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. (1984). *Order out of Chaos*. William Heinemann.

Disciplina Eletiva 12 - Grupo A

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Disciplina | Políticas públicas aplicadas à educação em ciências e ao ensino de física |
| Grau acadêmico | Doutorado Profissional |
| Obrigatória | não |
| Carga horária | 60h |
| Créditos | 4 cr |
| Área de Concentração | Física e seu Ensino |
| Ementa | Estudo do sistema educacional brasileiro, de seus aspectos organizacionais, de suas políticas e das variáveis intervenientes na educação em ciências e no ensino de física; Análise teórico-prática da legislação vigente, aplicada à educação em ciências e ao ensino de física em seus aspectos políticos, administrativos, pedagógicos e financeiros; As relações entre as políticas educacionais e a sua implementação na escola; Gestão da escola básica na interpretação e no uso dos resultados das avaliações em larga escala, com foco na educação em ciências. |
| Bibliografia Básica | BRASIL (2017). Ministério da Educação. <i>Base nacional comum curricular: educação é a base(2013)</i> . Brasília: MEC. BRASIL (2013). Ministério da Educação. <i>Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica</i> . Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI. 562 p. BRASIL (2024). Ministério da Educação. Portaria CAPES Nº 207, de 4 de julho de 2024. Regulamenta o Programa de Pós-Graduação stricto sensu para qualificação de Professores da Rede Pública da Educação Básica (PROEB). Brasília: MEC. |

| | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>DALAZOANA, K. (Org.) (2018). <i>Políticas Públicas e o Desenvolvimento da Ciência</i>. Ponta Grossa (PR): Atena Editora.</p> <p>FAZZIO, A.; CHAVES, A. (Org.) (2022). <i>Ciência para o desenvolvimento sustentável: o papel da Física</i>. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 120 p.</p> <p>FREITAS, L. C. et al. (2017). <i>Avaliação educacional: caminhando pela contramão</i>. Petrópolis, RJ: Vozes.</p> <p>HENGEMÜHLE, A. (2004). <i>Gestão de ensino e práticas pedagógicas</i>. Petrópolis, RJ: Vozes.</p> <p>PRADO, C. C., PINHEIRO, M. C. M.; DE SOUZA MOL, G. (2022). Políticas educacionais no ensino de ciências: uma análise documental. <i>Revista Ciências & Ideias</i>. ISSN: 2176-1477, 13(4), 111–132. https://doi.org/10.22407/2176-1477/2022.v13i4.2098.</p> |
| Bibliografia Complementar | <p>BRASIL (1996). Ministério da Educação. <i>Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional</i> - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: MEC.</p> |

23. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. (2013). Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(2), 262-284.

BAUER, Adriana et al. (2023). Processo de Avaliação do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (PROFIS/MNPEF). São Paulo: Fundação Carlos Chagas.

BRASIL. (2007). Mestrado profissional, mestrado acadêmico e doutorado. Disponível em: https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/Artigo_30_08_07.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. (2009). Portaria Normativa nº 7, de 22 de junho de 2009. Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=762>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. (2010). Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020. Brasília, DF: CAPES. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/pnpg-miolo-v2-pdf/view>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. (2019). Portaria nº 60, de 20 de março de 2019. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissionais, no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=884>. Acesso em: 20 set. 2024.


BRASIL. (2021). Portaria nº 2, de 4 de janeiro de 2021. Regulamente o art. 8º da Portaria CAPES nº 90, de 24 de abril de 2019, estabelecendo as diretrizes para autorização de funcionamento e para a Avaliação de permanência de Polos de Educação a Distância (polo EaD) para oferta de cursos de pós-graduação stricto sensu. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=5709>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. (2023). Portaria nº 173, de 4 de setembro de 2023. Dispõe sobre a avaliação de entrada de cursos novos dos programas de pós-graduação stricto sensu. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=12903>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. (2023). Documento Orientador de APCN - Mestrados e Doutorados Profissionais em Rede para a Formação da Educação Básica.

BRASIL. (2024). Portaria nº 78, de 8 de março de 2024. Dispõe sobre a oferta de programa de pós-graduação stricto sensu em forma associativa. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=14345>. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. (2024). Portaria nº 133, de 9 de maio de 2024. Altera a Portaria CAPES nº 78, de 8 de março de 2024. Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=15043>. Acesso em: 20 set. 2024.



BRASIL. (2024). Portaria nº 207, de 4 de julho de 2024. Regulamenta o Programa de Pós-Graduação stricto sensu para Qualificação de Professores da Rede Pública da Educação Básica (PROEB). Disponível em: <https://cad.capes.gov.br/ato-administrativo-detallar?idAtoAdmElastic=15731>. Acesso em: 20 set. 2024.

DE PAULO, Iramaia Jorge Cabral; ALMEIDA, Rita Maria Cunha de. (2022). Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física: uma história de sucesso; um futuro promissor. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e202110392, 01-04.

GUIMARÃES, Reinaldo. (2013). Pesquisa Translacional – uma interpretação. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*, 18(6), 1731-1743.

São Paulo, 3 de outubro de 2024

Silvana Perez

Coordenadora do PPGNPEF

Vanessa Carvalho de Andrade

Coordenadora Adjunta do PPGNPEF

ANEXO 1 – DOCENTES DO DNPEF

Anexo 1

DOCENTES DO DNPEF

| Docente | | Instituição | Titulação |
|----------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| ADRIANA DA SILVA FONTES | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2009, Brasil |
| ADRIANA DE OLIVEIRA DELGADO | COLABORADORA | UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO , 2012, Brasil |
| ALESSANDRA FERREIRA ALBERNAZ | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2005, Brasil |
| ALESSANDRA NASCIMENTO BRAGA | COLABORADORA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2003, Brasil |
| ALEXANDRE GUIMARAES RODRIGUES | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2003, Brasil |
| ALEXANDRE MAGNO RODRIGUES COELHO | COLABORADOR | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2000, Brasil |
| ANDRÉ LUIS MIRANDA DE BARCELLOS COELHO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2023, Brasil |
| ANTONIO JOEL RAMIRO DE CASTRO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2018, Brasil |
| ANTONIO MAIA DE JESUS CHAVES NETO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2004, Brasil |
| ANTONY MARCO MOTA POLITO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2006, Brasil |
| BIANCA MARTINS SANTOS | COLABORADORA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2015, Brasil |

| | | | |
|--------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| BRENO RODRIGUES SEGATTO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2011, Brasil |
| CAMILA MARIA SITKO MEIRA DOS SANTOS | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2019, Brasil |
| CARLOS ALBERTO BRITO DA SILVA JUNIOR | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2011, Brasil |
| CARLOS AUGUSTO CARDOSO PASSOS | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2007, Brasil |
| CASSIANA BARRETO HYGINO MACHADO | PERMANENTE | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2013, Brasil |
| CELIO RODRIGUES MUNIZ | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2008, Brasil |
| CESAR VANDERLEI DEIMLING | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2010, Brasil |
| CLAUDIO REJANE DA SILVA DANTAS | PERMANENTE | UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2017, Brasil |
| DANUSA MENDES ALMEIDA | COLABORADORA | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2015, Brasil |
| DEISE MIRANDA VIANNA | PERMANENTE | SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1998, Brasil |
| ERNANI VASSOLER RODRIGUES | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2020, Brasil |
| FABIO FERREIRA MONTEIRO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2013, Brasil |
| FELIPPE GUIMARAES MACIEL | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2019, Brasil |

| | | | |
|------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| FERNANDA PERES RAMOS | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2014, Brasil |
| FERNANDO MARTINS DE PAIVA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ, 2017, Brasil |
| FLAVIO GIMENES ALVARENGA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2000, Brasil |
| FRANCISCO AUGUSTO SILVA NOBRE | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, 2004, Brasil |
| FRANCISCO CARLOS CARNEIRO SOARES SALOMAO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2012, Brasil |
| FREDERICO DA SILVA BICALHO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ | UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO |
| GEIDE ROSA COELHO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2011, Brasil |
| GILBERTO DANTAS SARAIVA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2008, Brasil |
| GILSON JUNIOR SCHIAVON | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2012, Brasil |
| GIUSEPPI GAVA CAMILETTI | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2000, Brasil |
| GLAUCO COHEN FERREIRA PANTOJA | COLABORADOR | UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2016, Brasil |
| GUSTAVO VIALI LOYOLA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 2015, Brasil |
| IRAMAIA JORGE CABRAL DE PAULO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO | Dr, UNIVERSIDAD DE BURGOS, 2006, Espanha |
| JOÃO PAULO CASARO ERTHAL | COLABORADOR | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2011, Brasil |

| | | | |
|------------------------------------|-------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| JOSE ALEXANDRE NOGUEIRA DE RESENDE | COLABORADOR | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 1993, Brasil |
| JOSE AUGUSTO OLIVEIRA HUGUENIN | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2006, Brasil |
| JOSE ROBSON MAIA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2014, Brasil |
| KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 2018, Brasil |
| LADARIO DA SILVA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | Dr, CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, 1998, Brasil |
| LAÉRCIO FERRACIOLI | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, 1994, Brasil |
| LUIS CARLOS DE MENEZES | COLABORADOR | SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA | Dr, UNIVERSITÄT REGENSBURG, 1974, Alemanha |
| MAKARIUS OLIVEIRA TAHIM | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2008, Brasil |
| MARCELLO FERREIRA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2015, Brasil |
| MARCIA REGINA SANTANA PEREIRA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2009, Brasil |
| MARCO ANTONIO MOREIRA | COLABORADOR | SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA | Dr, CORNELL UNIVERSITY, 1977, Estados Unidos, |
| MARCO AURELIO DO ESPÍRITO SANTO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | Dr, OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2012, Brasil |
| MARCONY SILVA CUNHA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS, 1999, Brasil |

| | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2015, Brasil |
| MARIA LENUCIA DE MOURA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2016 |
| MARIA LUCIA DE MORAES COSTA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2005 |
| MARISA ALMEIDA CAVALCANTE | COLABORADOR | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | Dr, PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO, 1994, Brasil |
| MICHEL CORCI BATISTA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2016, Brasil |
| NATALIA NEVES MACEDO DEIMLING | COLABORADORA | UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2014, Brasil |
| NEUSA TERESINHA MASSONI | COLABORADORA | SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, 2010, Brasil |
| NILDO LOIOLA DIAS | COLABORADOR | UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ | Dr, BIRKBECK, UNIVERSITY OF LONDON, 1998, Reino Unido |
| OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 1996, Brasil |
| OSCAR RODRIGUES DOS SANTOS | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2016, Brasil |
| OTAVIO PAULINO LAVOR | COLABORADOR | UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2015 |
| PAULO EDUARDO DE BRITO | COLABORADOR | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 1999, Brasil |
| PAULO HENRIQUE DIAS MENEZES | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2010, Brasil |
| PAULO VICTOR SANTOS SOUZA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2016, Brasil |

| | | | |
|----------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PAULYNE MATTHEWS JUCÁ | PERMANENTE | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, 2012, Brasil |
| POLÔNIA ALTOÉ FUSINATO | COLABORADOR | SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1996, Brasil |
| RAFAEL DE SOUSA DUTRA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2012, Brasil |
| RENATA LACERDA CALDAS | PERMANENTE | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO, 2011 |
| RONNI GERALDO GOMES DE AMORIM | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2009, Brasil |
| ROSELI CONSTANTINO SCHWERZ | PERMANENTE | UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, 2009, Brasil |
| RUBENS SILVA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA, 2010, Brasil |
| SERGIO MASCARELLO BISCH | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1991, Brasil |
| SILVANA PEREZ | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2003, Brasil |
| SIMONE DA GRACA DE CASTRO FRAIHA | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2009, Brasil |
| VANESSA CARVALHO DE ANDRADE | PERMANENTE | UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA | Dr, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO (INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA), 2000, Brasil |
| WAGNER FRANKLIN BALTHAZAR | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE | Dr, UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, 2016, Brasil |
| WALDOMIRO GOMES PASCHOAL JUNIOR | PERMANENTE | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | Dr, LUNDS UNIVERSITET, 2014, Brasil |

OBS. Os professores aposentados são declarados vinculados à Sociedade Brasileira de Física.