

# Análise da Inserção das Radiações Ionizantes no Currículo dos Cursos de Formação de Professores de Física do Estado de São Paulo/Brasil

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

Analysis of Ionizing Radiations Insertion in the Curriculum of the Training Courses of Physics Teachers of the São Paulo State/Brazil

Lucas Galdino Mendes<sup>1</sup>, Igor Machado Nossa<sup>1</sup>, Leandro Londero<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rua Cristóvão Colombo 2265 - Jardim Nazareth - CEP 15054-000 - São José do Rio Preto, SP, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube 14-01 - Vargem Limpa - CEP 17033-360 - Bauru, SP, Brasil.

E-mail: lucasgaldiino@hotmail.com

## Resumo

Apresentamos os resultados de um estudo que analisou como a Física das Radiações Ionizantes está inserida no currículo dos cursos de Formação de Professores de Física do estado de São Paulo. Para tanto, identificamos as instituições formadoras e os cursos por meio da plataforma e-MEC e acessamos os sítios dos cursos para coletarmos a Grade/Estrutura Curricular e a Ementas de disciplinas. Após, analisamos as estruturas curriculares, com o mapeamento de disciplinas que abordam as Radiações Ionizantes e o Fenômeno da Radioatividade. Encontramos 21 instituições que oferecem um total de 39 cursos. Obtivemos acesso a 31 estruturas curriculares e a 17 ementas. Mapeamos um conjunto de 35 disciplinas que abordam a temática em questão, as quais estão distribuídas em 23 licenciaturas. Constatamos que as Radiações Ionizantes estão presentes na maioria dos currículos analisados, porém, de forma desarticulada, sem subsidiar a inserção do tema para Educação Básica.

**Palavras-chave:** Radiações Ionizantes; Currículo; Formação de professores; Universidades de São Paulo.

## Abstract

We present the results of a study that analyzed how Ionizing Radiation Physics is inserted in the curriculum of the Physics Teacher Training courses of the state of São Paulo. To do so, we identified the training institutions and the courses through the e-MEC platform and accessed the course sites to collect the Grid / Curricular Structure and Course Descriptions. Afterwards, we analyzed the curricular structures, with the mapping of disciplines that deal with Ionizing Radiations and the Radioactivity Phenomenon. We found 21 institutions offering a total of 39 courses. We have access to 31 curricular structures and 17 course descriptions. We mapped a set of 35 disciplines that deal with the subject in question, which are distributed in 23 teacher training courses. We found that Ionizing Radiations are present in most of the curriculum analyzed, but in a disjointed way, without subsidizing the insertion of the theme for Basic Education.

**Keywords:** Ionizing Radiations; Curriculum; Teacher training; São Paulo's Universities.

## I. INTRODUÇÃO

Em revisão de literatura acerca da produção recente sobre o Ensino da Física Moderna e Contemporânea, Pereira e Ostermann (2009) constataram que apenas 6,9% dos trabalhos envolvem professores em serviço e formação inicial, mostrando que esse tema é pouco explorado. Por sua vez, Carvalho e Allen (2013) sugerem que sejam feitas análises de como ocorre a formação inicial e continuada com respeito à Física Nuclear.

Levando-se em consideração os argumentos acima pontuados e, ainda, que a principal razão para a dificuldade de se colocar em prática, na sala de aula, a inclusão de assuntos comumente chamados de Física Moderna e Contemporânea parece estar na formação do professor, investigamos como a Física das Radiações Ionizantes está presente em currículos de cursos de Física Licenciatura, após as publicações das novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do governo federal brasileiro e das Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas do governo do estado de São Paulo.

No presente trabalho, especificamente, procuramos responder o seguinte problema: *Como a Física das Radiações Ionizantes está inserida no currículo dos cursos de Formação de Professores de Física do estado de São Paulo?*

Das possíveis questões que seriam relevantes responder, nos parece significativo e propomos para este estudo: a) quais cursos de física licenciatura inserem, em sua estrutura curricular, o estudo da Física das Radiações Ionizantes? b) em que momento a Física das Radiações Ionizantes é inserida e qual o tempo destinado para seu estudo/desenvolvimento? c) que conteúdos do tópico de Radiações Ionizantes são privilegiados e que concepção é apresentada nas ementas que contemplam este tópico no que diz respeito ao seu ensino?

## II. MARCO TEÓRICO

No Brasil, nos últimos anos, as instituições de ensino superior tiveram que modificar o currículo de seus cursos de graduação de formação de professores. As modificações ocorreram em virtude da publicação, em 2015, das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada, por parte do Conselho Nacional de Educação (CNE).

As diretrizes são um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos que cada estabelecimento de ensino deve observar na organização curricular dos cursos de graduação. No que se refere a estrutura e currículo, as DCNs definem a carga horária para os cursos, os quais devem ter, no mínimo, 3.200 horas e duração de, no mínimo, oito semestres ou quatro anos. As 3.200 horas estão distribuídas da seguinte maneira: I. 400 horas de prática como componente curricular, distribuídas ao longo do processo formativo; II. 400 horas dedicadas ao estágio supervisionado, na área de formação e atuação na educação básica, contemplando também outras áreas específicas, se for o caso, conforme o projeto de curso da instituição; III. Pelo menos 2.200 horas dedicadas às atividades formativas estruturadas pelos núcleos I e II, conforme o projeto de curso da instituição; IV. 200 horas de atividades teórico-práticas de aprofundamento em áreas específicas de interesse dos estudantes, conforme definido no núcleo III, por meio da iniciação científica, da iniciação à docência, da extensão e da monitoria, entre outras, consoante o projeto de curso da instituição.

Os núcleos I, II e III dizem respeito: I) estudos de formação geral, das áreas específicas e interdisciplinares, e do campo educacional; II) aprofundamento e diversificação de estudos das áreas de atuação profissional, incluindo os conteúdos específicos e pedagógicos; III) estudos integradores para enriquecimento curricular.

No caso das universidades vinculadas ao governo do estado de São Paulo, o Conselho Estadual de Educação (CEE) publicou as Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas. Com isso, os cursos de formação de professores da Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (UNICAMP), Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP) e da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) tiveram que alterar suas estruturas curriculares.

O CEE deliberou que os cursos para a formação de professores dedicarão, no mínimo, 30% da carga horária total à formação didático-pedagógica, além da carga horária destinada aos estágios curriculares supervisionados e as atividades científico-culturais. Para os cursos que possuem carga horária superior a 3.200 horas, obrigatoriamente 960 deverão ser destinadas à formação didático-pedagógica, independentemente das horas dedicadas ao estágio supervisionado e às atividades científicas culturais.

No contexto brasileiro temos, ainda, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Física, as quais apresentam os perfis específicos para o delineamento da formação em Física. Estas diretrizes especificam quatro perfis gerais: Físico-pesquisador, Físico-tecnólogo, Físico-interdisciplinar e, Físico-educador. Esse último é definido como aquele que

*...dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais, seja através da atuação no ensino escolar formal, seja através de novas formas de educação científica, como vídeos, “software”, ou outros meios de comunicação. Não se ateria ao perfil da atual Licenciatura em Física, que está orientada para o ensino médio formal. (Brasil, 2002)*

As diretrizes para os cursos de física especificam que os currículos devem ser divididos em duas partes. A primeira é o núcleo comum a todas as modalidades dos cursos, com aproximadamente 50% da carga horária necessária para a obtenção do diploma. Esse núcleo é composto pelas disciplinas de Física Geral, Matemática, Física Clássica, Física Moderna e Ciência como atividade humana. Por sua vez, a segunda é composta pelos módulos sequenciais especializados, nos quais são dadas as orientações finais para cada modalidade de curso.

Em nossa pesquisa, centramos a atenção no núcleo comum, o qual deve contemplar tópicos de Física Moderna, como é o caso, por exemplo, da Física das Radiações Ionizantes (FRI). Além disso, esse tema está integrado no currículo do estado de São Paulo, a qual apresenta seis temas de física que devem ser abordados no nível médio escolar, o último é Matéria e Radiação. Nesse tópico é definido que um dos assuntos a serem tratados é a absorção e as formas de emissão da radiação, pois essas são responsáveis por parte importante das tecnologias modernas, bem como alguns perigos (São Paulo, 2012).

### **III. MATERIAIS E MÉTODOS**

Optamos por analisar o currículo dos cursos do estado de São Paulo pela importância dele no cenário brasileiro e internacional, uma vez que é o estado mais populoso e o que apresenta maior Produto Interno Bruto. Além disso, ele possui quatro universidades públicas estaduais (USP, UNESP, UNICAMP, UNIVESP). As três primeiras, juntas, respondem por mais de 35% da produção científica brasileira e são responsáveis por 35% dos programas de pós-graduação de excelência no país. Perante isso, primeiramente, identificamos as instituições de ensino superior que ofertam cursos de Licenciatura em Física no estado de São Paulo.

A busca pelas instituições foi realizada pelo e-MEC (<http://emec.mec.gov.br>). O e-MEC é uma base de dados oficial de informações relativas às Instituições de Educação Superior (IES) e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino. Em funcionamento desde 2007, a plataforma permite a buscas por nome ou sigla, por categoria administrativa (pública/particular, federal/estadual/municipal) e organização acadêmica (faculdade/ universidade/ centro universitário/ instituto federal). De acordo com o Ministério da Educação do governo federal brasileiro, ele é um sistema eletrônico de acompanhamento dos processos que regulam a educação superior no Brasil. Todos os pedidos de credenciamento e reconhecimentos de instituições de educação superior e de autorização, renovação e reconhecimento de cursos, além dos processos de aditamento, que são modificações de processos, são feitos pelo e-MEC.

Os cursos foram pesquisados pela palavra-chave “Física” e delimitamos a busca pelo estado da federação de São Paulo e pelo grau licenciatura. Os dados encontrados foram tabulados em quadros com o nome da instituição, instância administrativa, ano de início, turno de funcionamento e modalidade de ensino.

Em continuidade, acessamos os sites dos cursos de física das instituições mapeadas e coletamos os seguintes documentos: Grade/Estrutura Curricular, Ementas de disciplinas.

Após, construímos tabelas e gráficos nos quais registramos todas as informações coletadas. Nas colunas da tabela constam as seguintes informações: Nome da Instituição, Região Geográfica de sua localização, Unidade Federativa a qual pertence, Instância administrativa (Municipal, Estadual, Federal ou Privada), Ano de criação, Modalidade (Presencial ou à Distância), Indicação de possuir grade/estrutura curricular e ementas das disciplinas disponíveis em seus sites.

Finalizada a etapa de identificação das instituições e cursos e da coleta dos documentos, realizamos a leitura cuidadosa de cada um dos materiais coletados, na íntegra. Ainda, construímos categorias para a análise das informações registradas. Para realizar a análise das ementas, criamos tabelas nas quais constam o nome da disciplina que aborda a FRI, Tipo de crédito (Obrigatório ou Optativo), semestre em que a disciplina é ofertada, Carga horária da disciplina e os tópicos da temática que são abordados (conteúdos).

Ao final, analisamos os dados registrados com base nas categorias construídas, com a finalidade de responder as questões de pesquisa. Finalizamos o estudo com a redação do trabalho e sistematizamos as respostas encontradas e apontamos algumas implicações para os currículos dos cursos de Física Licenciatura.

### **IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Iniciamos a redação dos resultados obtidos com a apresentação das instituições formadoras de professores de física no estado de São Paulo. Após, exibimos a evolução temporal de abertura dos cursos de Física Licenciatura. Na sequência, relatamos as disciplinas que inserem o estudo das Radiações Ionizantes, cargas horárias e semestre de oferecimento.

### A. Instituições e cursos

Na tabela I sistematizamos as instituições que oferecem formação graduada em Física Licenciatura no estado de São Paulo. Identificamos um total de 39 cursos, sendo que apenas 23 oferecem disciplinas que abordam temas ligados a Radiações Ionizantes.

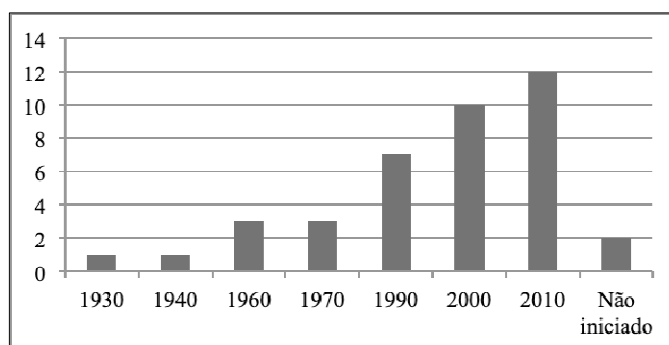
**TABELA I.** Instituições com cursos de Física Licenciatura no estado de São Paulo.

Número de Ordem	Instituição/Sigla
01	Universidade de São Paulo – USP
02	Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR
03	Universidade Presbiteriana Mackenzie - MACKENZIE
04	Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
05	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP
06	Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São José do Rio Pardo - FFCL
07	Universidade de Uberaba - UNIUBE
08	Fundação Universidade Virtual do Estado de São Paulo – UNIVESP
09	Fundação Universidade Federal do ABC - UFABC
10	Universidade de Sorocaba – UNISO
11	Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL
12	Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE
13	Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP
14	Universidade Brasil
15	Universidade Cidade de São Paulo - UNICID
16	Universidade de Franca - UNIFRAN
17	Universidade de Taubaté – UNITAU
18	Faculdade de Presidente Prudente - FAPEPE
19	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP
20	Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB
21	Faculdade Politec – FAP

Algumas instituições se destacam pelo número de cursos ofertados, é o caso do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, que contém 07 cursos, seguido pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” com 06. Quanto às instâncias administrativas, 13 são estaduais, 12 privadas, 11 federais, além de 03 municipais. Com exceção da instância municipal, podemos dizer que, todas as outras possuem aproximadamente o mesmo quantitativo.

### B. Evolução temporal de abertura dos cursos

A figura 1 apresenta a evolução temporal da abertura de cursos de Física Licenciatura em São Paulo.



**FIGURA 1.** Evolução temporal da abertura de cursos.

Os cursos mais antigos são da Universidade de São Paulo, de 1934, o da Universidade Presbiteriana Mackenzie de 1949, e o da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” de 1963, essa última com dois cursos abertos no mesmo ano, nos campi de Rio Claro e de Guaratinguetá. É nítido o crescimento do número de cursos ao longo das décadas, porém essa expansão não foi linear, uma vez que nas décadas de 50 e 80 não houve nenhum curso aberto. A década que mais se destacou foi a atual, com 12 cursos. Vale ressaltar que os cursos presentes na categoria “Não iniciado” provavelmente serão abertos até o final da década e irão aumentar o quantitativo da mesma.

**C. Disciplinas (momentos, tempo didático e conteúdos)**

Dos 39 cursos, conseguimos acesso a 31 estruturas curriculares e a ementa de 17 deles. Um total de 23 cursos oferecem disciplinas que abordam temas ligados as Radiações Ionizantes e Radioatividade. Mapeamos um conjunto de 35 disciplinas, sendo 29 obrigatórias e 06 optativas.

Os campi de Itapetininga, Piracicaba e Registro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) se destacam pelo número de disciplinas (03 cada um deles) que oferecem e que abordam o estudo das Radiações Ionizantes.

Agrupamos as disciplinas cujos nomes remetiam ao estudo das Radiações Ionizantes. Identificamos um total de 14 disciplinas oferecidas na USP, campus de São Paulo, nos cursos do período integral e noturno da UNESP, campus de Rio Claro, Presidente Prudente e São José do Rio Preto, UNIUBE, UNICSUL, UNOESTE, UNITAU, IFSP campus de Birigui, Caraguatatuba, Registro, São Paulo e UFABC. Os dados dessas disciplinas são sistematizados na tabela II.

O quantitativo de 13 disciplinas, diretamente relacionadas as Radiações Ionizantes, presentes em um total de 31 grades curriculares, nos mostra que esse tópico parece não ser prioridade na formação dos futuros professores de Física nas instituições investigadas. Esse argumento é defendido uma vez que as disciplinas são, em sua maioria, optativas, o que pode evidenciar que não há interesse que esse assunto seja tratado mais detalhadamente em uma disciplina obrigatória, como ocorre com outros tópicos da Física, como por exemplo aqueles destinados a Física Clássica.

A ausência de uma disciplina própria para o tópico de Radiações Ionizantes talvez possa ser explicada em virtude dos conteúdos presentes neste tópico serem discutidos e/ou diluídos em outras disciplinas.

**TABELA II.** Disciplinas identificadas que tratam das Radiações Ionizantes.

<i>Código</i>	<i>Disciplina</i>	<i>Tipo / Ano ou Semestre</i>	<i>Carga Horária (h)</i>
01	Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes e não Ionizantes	Optativa	60
02	Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes e não Ionizantes	Optativa	60
03	Física Nuclear	Optativa	60
04	Física das Radiações e Radioproteção	Optativa	60
05	Noções de Física Nuclear e Relatividade Restrita	Etapas 6	80
06	Introdução a Física Nuclear e a de Partículas	---	--
07	Física Atômica e Nuclear	6º Termo	80
08	Estrutura da Matéria – Física Molecular, Nuclear, Partículas	5º/6º Termo	--
09	Física Nuclear e de Partículas	6º semestre	80
10	Física Nuclear e de Partículas	8º semestre	33,3
11	Efeitos Biológicos das Radiações	5º semestre	31,7
12	Física Nuclear e de Partículas	7º semestre	75
13	Introdução a Física Nuclear	Optativa	48
14	Meio Ambiente e as Radiações Não Ionizantes	Optativa	80

Não obtivemos acesso as ementas das disciplinas codificadas na tabela II por 03, 05, 06, 07, 08 e 13, porém, a análise das demais indica que elas, no geral, desenvolvem assuntos relacionados a aplicações das radiações, decaimento radioativo e efeitos biológicos das radiações. As cargas horárias dessas disciplinas variam, porém elas possuem em média 60 horas, o que consideramos como um aspecto positivo, uma vez que encontramos disciplinas com uma carga horária de 30 horas. Vale ressaltar que as disciplinas obrigatórias são ofertadas a partir do quinto semestre, indicando que esses assuntos são tratados na segunda parte dos cursos, provavelmente devido aos conhecimentos matemáticos necessários para seu aprendizado.

Por outro lado, encontramos em disciplinas básicas, no núcleo comum, a presença de discussões a respeito da FRI, é o caso, por exemplo, de 04 disciplinas obrigatórias, Física II e IV, da UNICAMP (no curso integral e no noturno) e da UNESP (campus de Ilha Solteira e Presidente Prudente). Explicitamos na tabela III o período de oferta e carga horária destas disciplinas.

**TABELA III.** Período de oferta e carga horária das disciplinas do ciclo básico.

<i>Código</i>	<i>Disciplina</i>	<i>Ano ou Semestre</i>	<i>Carga Horária (h)</i>
01	Física IV	6º semestre	--
02	Física IV	4º semestre	--
03	Física II	2º ano	180
04	Física IV	2º ano	90

As disciplinas mencionadas na tabela III estão, em sua maioria, presentes na metade dos cursos, e nenhuma delas enfatiza a abordagem das Radiações para a Educação Básica. Elas contemplam o estudo da Física Nuclear, que em geral está no final das ementas, o que nos leva a pensar que esse tópico pode não ser abordado. Vale ressaltar que a carga horária das disciplinas de códigos 03 e 04 na tabela III são elevadas, em relação as demais, em virtude de serem anuais, diferente das outras que são semestrais.

Por sua vez, encontramos discussões sobre a FRI em disciplinas experimentais obrigatórias, como no caso do “Laboratório de Estrutura da Matéria”, a qual é oferecida na UNESP de Ilha Solteira no sexto semestre, com carga horária de 60h, e aborda o decaimento radioativo. Ainda, identificamos a presença do estudo da FRI em disciplinas que contemplam tópicos da chamada Física Moderna e Contemporânea. Elas estão listadas na tabela IV, juntamente com as instituições e campus que as ofertam.

**TABELA IV.** Disciplinas de Física Moderna e Contemporânea que inserem discussões da FRI.

Código	Instituição	Campus/Cidade	Disciplina	Ano ou Semestre	Carga Horária (h)
01	UNESP	Guaratinguetá	Física Moderna para professores do Ensino Médio	4º ano	30
02	IFSP	Itapetininga	Física Moderna e Contemporânea	6º semestre	63,3
03		Piracicaba	Física Moderna	6º semestre	63,3
04		Registro	Física Moderna	6º semestre	63,3
05		São Paulo	Introdução a Física Moderna	5º semestre	75

As disciplinas pontuadas na tabela IV estão presentes na segunda metade dos cursos. Uma justificativa possível é o conhecimento matemático necessário para o seu acompanhamento e para o estudo dos fenômenos que elas abordam. Analisando as ementas dessas disciplinas, percebemos que nelas são discutidos assuntos como Raios-X, Fissão e Fusão Nuclear, sendo a Radioatividade comum a todas.

É interessante destacar que os elaboradores das ementas das disciplinas 01 e 05 da tabela IV preocuparam-se tanto com o ensino dos aspectos conceituais da física quanto a aplicação deles na Educação Básica, como podemos observar mediante a leitura dos trechos extraídos das ementas: “*Discussão sobre os livros de ensino médio que abordam a Física Moderna como tópico corrente ao aluno de ensino médio*” (01). “*Estimular no aluno de licenciatura - e futuro professor – posturas e ações que permitam a introdução de forma orgânica e estruturada da Física Moderna e Contemporânea em suas futuras aulas de Física na Educação Básica*” (05).

Há cursos que a discussão da FRI não se restringe a disciplinas introdutórias, mas está presente em disciplinas mais avançadas, como é o caso da “Física Moderna II” e “Estrutura da Matéria II”, as quais são obrigatórias nas instituições explicitadas na tabela V.

**TABELA V.** Disciplinas avançadas que inserem discussões da FRI.

Código	Instituição	Campus/Cidade	Disciplina	Ano ou Semestre	Carga Horária (h)
01	UNESP	São José do Rio Preto	Física Moderna II	7º semestre	60
02	IFSP	Votuporanga	Estrutura da Matéria II	6º semestre	67
03	USP	São Paulo	Física Moderna II	7º semestre	90
04			Física Moderna II	6º semestre	90

As disciplinas explicitadas na tabela V são ofertadas ao final do curso e possuem uma carga horária que varia de 67 até 90 horas. A análise das ementas possibilitou evidenciar que, entre outros conteúdos, nessas disciplinas é abordado o estudo da Radioatividade, sendo o tópico de Reações Nucleares comum a todas. Especificamente, nas ementas das disciplinas 01 e 02, há uma ênfase na inserção dos tópicos de Física Moderna na Educação Básica, embora seja o último tópico a ser estudado nelas. Em particular, na ementa da disciplina 02 há um tópico intitulado “Metodologia para o Ensino de Física Moderna no Ensino Médio”, no qual são estudados trabalhos acadêmicos vinculados ao ensino de Física Moderna para o Ensino Médio e a inserção de experimentação para o ensino de Física Moderna no Ensino Médio.

No núcleo especializado ou pedagógico, no qual são dadas as orientações específicas da licenciatura, encontramos 02 disciplinas obrigatórias, as quais são pontuadas na tabela VI.

**TABELA VI.** Disciplinas que abordam, em parte, a FRI no Núcleo especializado.

Código	Instituição	Campus/Cidade	Disciplina	Semestre	Carga Horária (h)
01	IFSP	Itapetininga	Oficina de Projetos de Ensino de Física IV	8º	95
02		Piracicaba	Oficina de Projetos de Ensino: Física Moderna	8º	63,3

A disciplina 01 tem como objetivo desenvolver assuntos relacionados a Pesquisa em Ensino de Ciências como concepções alternativas, estratégias e recursos didáticos e as possíveis articulações entre Educação Ambiental e tópicos como Entropia e Radiações. Já a disciplina 02 tem por objetivo articular conteúdos de Física Moderna com o Ensino de Física, estudando a Transposições Didáticas, dificuldades teórico-metodológicas e construção de seqüências de ensino que tratem da Física Moderna. Também se propõe a estudar projetos interdisciplinares que envolvam a Energia Nuclear, sua geração, uso e aplicações.

Consideramos fundamental a presença, no núcleo pedagógico, de disciplinas de Ensino de Física que contemplem discussões a respeito do ensino da FRI, para que os futuros professores sintam-se preparados para incluir aulas de física do Ensino Médio, explorando suas potencialidades por meio de diferentes abordagens como a História e Filosofia da Ciência, a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Simulações, Aprendizagem baseada em Casos, entre outras, como apontado na literatura (Montanher e Neto, 2011; Moraes e outros, 2015; Netto e Guerra, 2015; Resquetti e outros, 2015; Sousa e Soares, 2015).

Pensamos que outras disciplinas de Ensino de Física podem abordar o ensino da FRI. No entanto, as disciplinas listadas na tabela VI foram as únicas que explicitaram esse objetivo em suas ementas. Por fim, identificamos, ainda, a presença da FRI em outras três disciplinas nos cursos mapeados, as quais são mencionadas na tabela VII.

**TABELA VII.** Outras disciplinas que inserem, em parte, a FRI

Código	Instituição	Campus/Cidade	Disciplina	Ano ou Semestre	Carga Horária (h)
01	UNESP	Bauru	História da Ciência	3º ano	60
02	IFSP	Itapetininga	Física Aplicada aos Fenômenos Biológicos	8º semestre	63,3
03		Piracicaba	Física Aplicada aos Fenômenos Biológicos	3º semestre	61,3
04		Registro	Química Geral	3º semestre	63,3
05		Votuporanga	Física Aplicada a Fenômenos Biológicos	7º semestre	67

A disciplina de História da Ciência da Unesp aborda a evolução da física e ressalta a Radioatividade como ponto importante no desenvolvimento da ciência, sendo a única a explicitar essa discussão em sua ementa. As disciplinas relacionadas aos Fenômenos Biológicos contemplam a Física das radiações, o estudo dos Raios-X, os Efeitos das Radiações, a Radioatividade, entre outros assuntos. Por sua vez, a disciplina de Química Geral trata apenas dos Raios-X e a cinética das desintegrações radioativas.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo procurou responder como a Física das Radiações Ionizantes está inserida no currículo dos cursos de Formação de Professores de Física. Num primeiro momento, restringimos nossa pesquisa para o estado de São Paulo/Brasil, em virtude de sua importância em nível nacional e internacional. Identificamos um total de 21 instituições formadoras de professores de física e um conjunto de 39 cursos. Como informado anteriormente, 23 cursos oferecem disciplinas que abordam temas ligados as Radiações Ionizantes e Radioatividade, sendo 35 ao todo (29 obrigatórias e 06 optativas), as quais são ofertadas a partir do 3º semestre.

As disciplinas com foco nos aspectos conceituais das radiações ionizantes se destacam como aquelas mais presentes nos cursos (13), porém 06 são optativas, o que pode indicar que elas não são consideradas como fundamentais para a formação do futuro professor, já que o estudante não é obrigado a cursar e, portanto, pode se graduar sem ter os conhecimentos estudados no tópico de Radiações Ionizantes. Vale destacar que disciplinas práticas, que abordam as Radiações Ionizantes, também estão ausentes nos currículos analisados. Essa afirmação é corroborada pela identificação de apenas uma disciplina, intitulada “Laboratório de Estrutura da Matéria”. No entanto, essa ausência pode ser justificada em virtude de limitações econômicas, estruturais e eventuais situações de risco que experimentos relacionados a esse tema podem gerar.

Por fim, pontuamos que apenas 04 disciplinas explicitam algum tópico que tem relação com o Ensino dessa temática na Educação Básica, o que pode ser interpretado como uma falta de articulação entre o conteúdo a ser ensinado e metodologias de ensino no currículo dos cursos, de maneira oposta ao que indica a literatura. Concordamos com Zimmermann e Bertani (2003) ao afirmarem que é necessário que a formação do professor faça com que ele consiga entender e articular os conteúdos científicos e pedagógicos.

Nosso estudo permite inferir que a Física das Radiações Ionizantes está incluída na maioria dos currículos a que tivemos acesso. No entanto, consideramos que a presença dela, nos currículos analisados, não ocorre de maneira articulada a outros conhecimentos necessários para a seu desenvolvimento na Educação Básica. Argumentamos a favor da inserção das Radiações Ionizantes e Radioatividade na formação inicial dos futuros professores de física, de maneira a subsidiar sua inserção nas escolas do Ensino Básico, sendo articulada com conhecimentos pedagógicos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (PRO-Pe/UNESP) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, Proc. nº2017/07166-2) pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas ao primeiro e ao segundo autores, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- Brasil: (2015). Resolução CNE/CP 02 de 1º de julho de 2015 – Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, seção 1, n. 124, p. 8-12, 02 de julho de 2015.
- Brasil: (2002). Parecer CNE/CES 1304/2001 – Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>
- Carvalho, F. R. e Allen, M. P. (2013). Análise dos conteúdos de física nuclear em livros do ensino médio. Apresentado no *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 21-25 de janeiro, São Paulo, SP.
- Montanher, V. C. e Neto, P. C. P. (2011). O caso da irradiação de alimentos: Contexto e pretexto para o ensino de física. Apresentado no *XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 5-10 de junho, Foz de Iguaçu, PR.
- Moraes, L. E., Oliveira, F. G. e Soares, A. A. (2015). O ensino da radioatividade e física nuclear com o uso de simuladores. Apresentado no *XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 26-30 de janeiro, Uberlândia, MG.
- Netto, M. F. S. e Guerra, A. (2015). Uma proposta de aula para o ensino médio sobre o tema fissão e fusão nuclear com uma abordagem histórica e filosófica da ciência. Apresentado no *XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 26-30 de janeiro, Uberlândia, MG.
- Pereira, A. P. e Ostermann, F. (2009). Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. *Investigações em ensino de Ciências*, 14(3), 393-420.
- Resquetti, S. O., Fusinato, P. A. e Mura, J. (2015). Radioatividade no nível médio: proposta de uma sequência didática com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS. Apresentado no *XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 26-30 de janeiro, Uberlândia, MG.
- São Paulo (Estado).(2012). Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias. Secretaria da Educação.Coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luís Carlos de Menezes. – 1. ed. atual. – São Paulo: SE, 2012.
- São Paulo (Estado). (2012). Deliberação CEE nº 111/2012. Fixa Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, oferecidos pelos estabelecimentos de ensino superior vinculados ao sistema estadual. Conselho Estadual de Educação. Diário Oficial do Estado de São Paulo, SP, 15 mar. 2012.
- Sousa, M. V. e Soares, M. H. F. B. (2015). Expressão Corporal no Ensino de Química: jogos teatrais para a discussão de conceitos relacionados a radioatividade. Apresentado no *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 24-27 de novembro, Águas de Lindóia, SP.
- Zimmermann, E. e Bertani, J. A. (2003). Um Novo Olhar Sobre os Cursos de Formação de Professores. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 20(1), 43-62.