

## **A nanotecnologia na formação inicial de licenciandos em física**

### **Nanotechnology in the initial formation of physics teachers**

**Kremmellin Barbosa dos Santos**  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)  
[kremmellin@outlook.com](mailto:kremmellin@outlook.com)

**Matheus Ferreira Figueirôa**  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)  
[matheus302@hotmail.com](mailto:matheus302@hotmail.com)

**Marcus Vinicius da Silva Pereira**  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)  
[marcus.pereira@ifrj.edu.br](mailto:marcus.pereira@ifrj.edu.br)

**Maria Cristina do Amaral Moreira**  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)  
[maria.amaral@ifrj.edu.br](mailto:maria.amaral@ifrj.edu.br)

#### **Resumo**

O estudo tem como interesse o tema nanotecnologia na formação inicial de professores de física e, portanto, pesquisamos licenciandos de física para entender a compreensão dos futuros educadores sobre essa temática. Elaboramos um questionário digital, com a participação de 21 licenciandos em física. A partir dos dados obtidos procuramos estabelecer categorias por meio da Análise do Conteúdo. Os resultados nos mostram que o tema precisa ser aprofundado na formação inicial de professores, pois identificamos pouca informação dos licenciandos sobre este conteúdo, mesmo se tratando de alunos dos períodos finais da graduação. Dessa forma, concluímos que o professor do Ensino Médio pode optar por não trabalhar este assunto por ausência de conhecimento seguro sobre ele e reforçamos a necessidade de inserir no Ensino Médio conceitos básicos de Física Moderna e Contemporânea, tal como a nanotecnologia, considerando a relevância científica e social do tema.

**Palavras chave:** Ensino de Física, Física Moderna e Contemporânea, Formação Inicial, Nanotecnologia.

#### **Abstract**

The study is interested in the nanotechnology theme in the initial training of physics teachers and, therefore, we researched physics undergraduates to understand the understanding of future educators on this theme. We prepared a digital questionnaire, with the participation of

21 undergraduate physics students. Based on the data obtained, we sought to establish the categories through Content Analysis. The results show that the theme needs to be deepened in the initial teachers training, because they configure a reduced mastery over this content, even considering that they are in the final periods of graduation. Thus, we conclude that the High School teachers choose not to work on this subject due to the lack of reliable knowledge they have about it and reinforce that it's necessary to insert basic concepts of Modern and Contemporary Physics in High School, such as nanotechnology, considering the scientific and social relevance of the theme.

**Keywords:** Initial Teachers Training, Modern and Contemporary Physics, Nanotechnology, Physics Teaching.

## Introdução

Temos passado, até o momento, por mudanças econômicas, sociais, científicas e tecnológicas com avanços e retrocessos. No âmbito do microcosmo, podemos dizer que a ciência tem avançado numa área, até pouco tempo desconhecida e inexplorada, a nanotecnologia. De modo geral, a nanotecnologia estuda e desenvolve tecnologias, dispositivos e estruturas com dimensões da ordem de 100 nanômetros ou menos, visando à manipulação da matéria em escala atômica e molecular.

Estudos envolvendo a nanotecnologia trazem perspectivas sobre o uso destas técnicas, garantindo melhorias na qualidade de vida, mas também preservando o meio ambiente em aspectos relacionados à poluição. De acordo com Frank Quina (2004), podemos esperar benefícios provenientes deste tipo de tecnologia, tais como: prevenção de poluição ou danos indiretos ao meio ambiente, tratamento ou remediação de poluição e detecção e monitoramento de poluição entre outros.

Entretanto, é importante ter em mente que a nanotecnologia ainda se configura como uma ciência nova, cara e que requer investimentos, mas que, apesar de seu grande potencial de inovação, pode apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde, por lidar com materiais e substâncias químicas cujas características não são muito conhecidas pelos pesquisadores. De acordo com Wilson (2018), o principal problema desta tecnologia é a falta de conhecimento acerca do comportamento das nanopartículas.

No campo educacional, ainda há muito por desenvolver no que se refere à Física Moderna e Contemporânea. Vale destacar o que é dito por Moreira (2017, p.02):

Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no Ensino Médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Estamos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX.

Portanto, fez-se necessário pesquisar se o tema tem sido estudado na formação inicial de futuros docentes do ensino básico. Ou seja, investigar se este tema está inserido nas disciplinas da formação de licenciandos em física e qual abordagem tem sido dada por esses discentes ao assunto.

## **A nanotecnologia e o Ensino de Física**

Atualmente, os estudos na área de Ensino de Física vêm corroborando com a necessidade de trabalharmos e estudarmos mais conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea. Pesquisas como a de Ostermann e Moreira (2000) indicam justificativas que revelam a importância desse ensino, como mudanças de concepções da sociedade moderna.

Sendo a Física componente curricular obrigatório nos cursos de Ensino Médio no nosso país, é papel dos professores de Física abordar o tema nanotecnologia, contemplando assim o conteúdo programático (TONET; LEONEL, 2019). Vale destacar um trecho da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento normativo para as redes de ensino públicas e privadas, no qual é sugerida a abordagem de temas atuais:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (BRASIL, 2018, p. 536).

Percebe-se que o ensino de Física Moderna e Contemporânea - que abrange os conteúdos relacionados à nanotecnologia - nos cursos de licenciatura ainda têm sido feito com grande contingente de exercícios e com ênfase, quase exclusivamente, da linguagem matemática (LIMA; ALMEIDA, 2012). Entendemos que uma saída para aprofundar a nanotecnologia no Ensino Médio seria associá-la às questões sociocientíficas atreladas às situações do cotidiano, proporcionando uma relação direta com a ciência e a tecnologia. Para Sadler e Zeidler (2004), esta abordagem é um importante instrumento para o processo de aprendizagem, tal como a compreensão de diversos aspectos relacionados à natureza da ciência e das habilidades de argumentar e avaliar informações.

De maneira geral, é muito importante que a população esteja ciente das possibilidades de implementação de qualquer tipo de tecnologia. Neste cenário, o professor é um agente fundamental, pois muitas vezes é o principal a promover a inserção de novos conhecimentos para os discentes. Nessa perspectiva, o período de formação escolar deve proporcionar aos indivíduos condições para que sejam capazes de refletir e se posicionarem como cidadãos, capazes de debater sobre seu cotidiano por meio de argumentação científica.

Além disso, vivemos em uma época em que a ciência é facilmente questionada, mesmo apresentando evidências concretas e dados baseados em experimentos reais. Portanto, a relevância do resgate, apontado por Watanabe-Caramello (2012), caracterizando a escola como local social que os discentes mais têm contato com conhecimentos científicos e, portanto, um espaço adequado para ser precursor dessas discussões.

## **Metodologia**

O estudo que apresentamos é uma pesquisa qualitativa e exploratória, que busca investigar como a formação inicial prepara a temática da nanotecnologia, compreendendo uma etapa inicial, para um posterior aprofundamento temático (GIL, 1999). Os dados para a pesquisa foram obtidos por meio de questionário, no primeiro semestre de 2020, e envolveu 21 licenciandos (identificados como L1 à L21) de um curso de Licenciatura em Física de uma

instituição pública de ensino do Rio de Janeiro. Essa pesquisa foi realizada por meio do recurso *Google Forms*, que é um aplicativo de gerenciamento de pesquisas da empresa *Google*.

O questionário aberto realizado foi elaborado para que os sujeitos pesquisados respondessem a cinco perguntas previamente pensadas. Asseguramos a todos que seria feito de forma anônima, sem nenhuma identificação. As perguntas foram:

1. Você estudou o tema Nanotecnologia em algum curso da sua graduação?
2. Defina o que entende por Nanotecnologia.
3. Descreva brevemente como abordaria este assunto com alunos do Ensino Médio.
4. Como o tema nanotecnologia tem relação com questões sociocientíficas?
5. Que tipo de recursos ou metodologias você poderia usar para mostrar aos seus alunos a importância da implementação de tecnologias nano para a sociedade?

As perguntas visam o objetivo de pesquisa deste estudo, tal qual a de compreender como os licenciandos em física abordam/abordariam a Nanotecnologia e a relevância para o ensino dessa temática. Todos os licenciandos que participaram da pesquisa estão no 6º período ou períodos posteriores e cursaram a disciplina Física Moderna, que inicia os estudos da Física Quântica.

## Análise dos dados

Utilizamos a Análise do Conteúdo pelo método das categorias, entendendo-o como “espécies de gavetas ou rubricas significativas que permitem a classificação dos elementos de significação constitutivas da mensagem”. Por meio dessa análise é possível chegar aos dados da “situação sociocultural” dos licenciandos desse curso num determinado tempo (BARDIN, 1977, p.37).

Na primeira categoria Grade Curricular, as respostas foram separadas em duas subcategorias: os que responderam não ou não souberam responder a esta questão e aqueles que responderam afirmativamente (Quadro 1).

**Quadro 1:** O tema Nanotecnologia na graduação

Questão 1	Quantidade de alunos	Exemplificações
Não/não soube responder	19	Em Física Moderna estudamos o que acontece com a matéria em escalas muito pequenas, onde a física clássica já não é mais capaz de descrever os fenômenos. Entretanto, <b>não me recordo de tratarmos o tema nanotecnologia</b> na disciplina e em nenhuma outra disciplina anterior a esta (L19).
Sim	2	Sim, estudamos em Física Moderna o que acontece com a matéria em tamanho nanométrico (L6).

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Apesar dos dados terem sido coletados de uma amostra de 21 licenciandos, pode-se constatar que, mesmo em uma formação inicial, pouco se aborda o tema Nanotecnologia na grade curricular, ou mesmo, que a abordagem não leva os licenciandos a associar o que aprenderam com o tema. Além disso, os dois exemplos mostram que esse tema é desenvolvido em uma disciplina específica. Alguns deles podem ter tido contato com o assunto por outro meio, tal como L19. Pelo que foi descrito por L6, podemos identificar que há a menção ao tema, porém de forma puramente conceitual.

A categoria seguinte Conceituação procurou observar se os licenciandos seriam capazes de fornecer uma definição científica para Nanotecnologia. Adotaremos a definição feita por Edwards (2006), como sendo a engenharia e a fabricação de objetos com dimensões menores que 100 nanômetros ou um décimo de 1 micrômetro.

Identificamos que 16 dos licenciandos responderam esta pergunta de forma vaga, ou sem uma definição que demonstrasse entendimento deste conceito, limitando-se a defini-la como uma tecnologia “muito pequena”. Quatro licenciandos trouxeram uma definição mais ampla, com elementos da Física Quântica, explicando que as leis clássicas não se aplicam neste caso e trazendo exemplos de aplicações desta tecnologia na sociedade (L6, L15, L16, L19). Apenas um aluno não soube responder (L20).

**Quadro 2:** A abordagem dos pesquisados com alunos do EM.

Questão 3	Quantidade de alunos	Exemplificações
Leitura de textos	3	Poderia abordar mostrando as aplicações com textos e levando os alunos a entender como funciona a partir dali (L6).
Exemplos do cotidiano	3	Fazendo analogias com coisas que eles usam no dia a dia e tem a nanotecnologia aplicada, como celulares, cosméticos entre outros (L17).
Não trabalhariam/não souberam responder	15	Não faço a menor ideia, gostaria de ter debatido mais em sala de aula ou na minha formação para saber como abordar isso no EM (L20).

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Na categoria Abordagem no Ensino Médio, no Quadro 2, algumas das respostas que foram alocadas a subcategoria “Não trabalhariam/não souberam responder”, podem ser consideradas equivocadas ou desconexas com o tema, como por exemplo, respostas que se limitaram a tratar a nanotecnologia apenas sob a perspectiva dimensional, tomando-a como uma aplicabilidade da escala nanométrica, sem considerar a complexidade das teorias quânticas, como se dá seu funcionamento e quais impactos podem causar no ambiente.

Uma das respostas, alocada na subcategoria “Leitura de textos” foi além, propondo também um projeto: “Iria ceder a eles diferentes artigos explicando o quanto a nanotecnologia é útil no progresso científico social e explicar todo o contexto e física envolvida, aí então pedir para eles criarem um projeto onde a nanotecnologia poderia tornar algo do ambiente cotidiano deles

melhor” (L4).

**Quadro 3:** Nanotecnologia e questões sociocientíficas

Questão 4	Quantidade de alunos
Souberam responder	7
Não respondeu/Não soube responder	14

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

Na categoria Questões Sociocientíficas, com base nas respostas dos licenciandos, pode-se inferir que estes ainda têm certa dificuldade para entender essa relação, tendo em vista que muitas das respostas não foram coerentes com a pergunta, como por exemplo: “A nanotecnologia é um ramo da ciência e tecnologia” (L2) e “É um avanço para a tecnologia, pois garante melhorias a ela” (L18).

Por fim, na categoria Metodologias e Recursos, foram fornecidos aos estudantes artigos referentes a três linhas de pesquisa que relacionam a nanotecnologia e o meio ambiente, são elas: a produção de sacolas biodegradáveis (ALMEIDA; FRANCO; PEIXOTO; PESSANHA; MELO, 2015), a despoluição de solos e rios (BRANDL, F.; BERTRAND, N.; LIMA, E. M.; LANGER, R., 2015) e controle de emissão de gases poluentes em fábricas (ALVES, 2011), com o intuito subsidiar as respostas à questão.

**Quadro 4:** Recursos ou metodologias na implementação de tecnologias nano para a sociedade

Questão 5	Quantidade de alunos
Exposição de pesquisas recentes	10
Não responderam/Não souberam responder	11

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Percebemos que, a partir do momento que os licenciandos ficaram cientes a respeito de pesquisas desenvolvidas na associação com o desenvolvimento sustentável, estes relataram que utilizariam metodologias que difundissem estas pesquisas para seus alunos. Os recursos citados foram: leitura de textos, vídeos, debates e atividades de campo.

Com isso, reforçamos que é necessário inserir no Ensino Médio conceitos básicos de Física Moderna e Contemporânea, tal como o da nanotecnologia e, portanto, faz-se necessário que esta discussão esteja presente também na formação inicial. Isso expõe um problema que já vem sendo apontado por pesquisadores: o despreparo dos professores em relação aos cursos de formação inicial e aperfeiçoamento (RENNER; KRUEGER, 2016).

## Considerações finais

Consideramos relevante aprofundar questões apontadas por este trabalho, que apresentou um panorama sobre a nanotecnologia na formação inicial de professores de Física, um aspecto que tínhamos como pressuposto. No entanto, foi relevante problematizar a visão dos licenciandos na formação inicial a respeito dos conteúdos da matriz curricular do curso e o entendimento que têm destes conteúdos, para analisar como eles pretendem abordar o assunto em suas futuras turmas de Ensino Médio. Pretendemos, na continuação da pesquisa, aprofundar estas discussões com os pesquisados, por meio de entrevistas, a fim de entender melhor como a pesquisa, tal como os textos disponibilizados, contribuíram para pensar as aulas a partir do tema.

Além disso, acreditamos que sociedade e tecnologia são indissociáveis (PAIVA; COSTA, 2015) e, portanto, é necessário um aprimoramento de questões curriculares, tanto no âmbito do Ensino Médio quanto do Ensino Superior. Apresentar a Física Moderna e Contemporânea a alunos do Ensino Médio não é uma tarefa simples, assim como relacioná-la com a nanotecnologia, por isso apresentamos como proposta a incorporação e divulgação de pesquisas em desenvolvimento para a formação docente. Sendo assim:

No ensino da nanotecnologia é fundamental uma abordagem crítica e reflexiva, afim de contribuir com a formação cidadã dos estudantes. Além disso, o ensino da nanotecnologia não deve se restringir à apresentação das aplicações dessa tecnologia e à preparação dos estudantes para o mundo do trabalho a ela relacionado, mas também deve auxiliá-los na construção de um pensamento crítico a respeito da nanotecnologia em seu cotidiano e contribuir para que possam se posicionar perante esse processo (JESUS; LORENZETTI; HIGA, 2015, p. 02).

Conclui-se que é importante enfatizar as atividades em ciência e tecnologia como produtos humanos durante a formação, e propomos que estas discussões sejam pautadas em questões sociocientíficas para formar professores capazes de trabalhar novos enfoques, necessários para o cidadão se adequar às realidades que se estabelecem.

## Agradecimentos e apoio

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

## Referências

ALMEIDA, A. C. S; FRANCO, E. A. N.; PEIXOTO, F. M.; PESSANHA, K. L. F; MELO, N. R. Aplicação de nanotecnologia em embalagens de alimentos. **Polímeros**, v. 25, n. SPE, 2015.

ALVES, J. O. **Síntese de nanotubos de carbono a partir do reaproveitamento de resíduos sólidos carbonosos**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 1977.

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. **Base Nacional Comum Curricular de 2018**. Ministério da Educação. Brasil, 2018.

- BRANDL, F.; BERTRAND, N.; LIMA, E. M.; LANGER, R. Nanoparticles with photoinduced precipitation for the extraction of pollutants from water and soil. **Nature communications**, v. 6, n. 1, 2015.
- EDWARDS, S. A. **The nanotech pioneers: where are they taking us?**. John Wiley & Sons, 2008.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- JESUS, I. P.; LORENZETTI, L.; HIGA, I. A abordagem CTS em propostas de ensino da nanotecnologia. Anais do **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, 2015.
- LIMA, M. C. A.; ALMEIDA, M. J. P. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista brasileira de Ensino de Física**, 2012.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do professor de física**, v. 1, n. 1, 2017.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 1, 2000.
- PAIVA, N. M. N.; COSTA, J. A influência da tecnologia na infância: desenvolvimento ou ameaça. **Psicologia. pt**, v. 1, 2015.
- QUINA, F. H. Nanotecnologia e o meio ambiente: perspectivas e riscos. **Química Nova**, v. 27, n. 6, 2004.
- RENNER, G. L. P.; KRUEGER, C. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Um estudo acerca dos fatores que interferem na aplicação dos conceitos relacionados em sala de aula. **Anais**. Simpósio nacional de ensino de Ciência e Tecnologia, v. 5, 2016.
- SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The morality of sócio-scientific issues construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v.88, n.1, 2004.
- TONET, M. D.; LEONEL, A. A. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, 2019.
- WATANABE-CARAMELLO, G. **Aspectos da complexidade**: contribuições da Física para a compreensão do tema ambiental. São Paulo. 250 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- WILSON, N. Nanoparticles: environmental problems or problem solvers?. **Bioscience**, v. 68, n. 4, 2018.