

# Nanotecnologia aplicada ao ensino superior: perspectivas manifestadas por docentes e discentes do curso de farmácia

 [10.56238/cidpcds2-033](https://doi.org/10.56238/cidpcds2-033)

**Lalesca Alexandre Cartaxo**

**José Guilherme Ferreira Marques Galvão**

**José Valdilânio Virgulino Procópio**

**Samara Alves Brito**

**Danielle Rocha Silva**

### RESUMO

A abordagem da nanotecnologia no ensino superior, no curso de farmácia, é um assunto importante quando se trata de uma formação generalista do profissional. Pela interdisciplinaridade, o estudo dessa ciência cresce cada vez mais na área farmacêutica se destacando em parâmetros de otimização físico-química de medicamentos tornando-os mais eficazes, menos tóxicos e com maior seletividade, além da parte de diagnósticos mostrando maior precisão nos resultados, podendo assim pontuar a grande importância da abordagem acerca do tema sala de aula. Diante disso, o presente estudo compreendeu as limitações para a inserção da nanotecnologia no ensino superior de uma instituição privada do interior da Paraíba. Trata de um estudo de pesquisa com natureza aplicada, de caráter exploratória, analítica descritiva, com método de abordagem quali-quantitativo. A coleta de dados foi realizada por meio de formulário eletrônico (Google Forms) direcionado aos docentes e discentes da faculdade em questão. A pesquisa foi desenvolvida após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade Santa Maria, localizada na cidade de Cajazeiras-PB. Com o desenvolvimento da pesquisa, pode-se obter resultados que alcançaram os objetivos iniciais, e se identificou três perspectivas principais, mediante as quais os tópicos de Nanociências e Nanotecnologia vêm sendo inseridos. O primeiro deles é a descrição das dificuldades de abordar o tema em sala de aula, mesmo que a população da pesquisa concorde sobre a importância do assunto ser tratado e tenham certo conhecimento sobre as aplicações da nanotecnologia farmacêutica. Segundo, muitas disciplinas têm aberturas para a inserção da nanotecnologia, podendo essa ser uma das estratégias de abordagem, como citadas pelo discente: a biotecnologia farmacêutica (15,79%), a tecnologia farmacêutica (36,84%), e a cosmetologia (22,81%). E por último, acredita-se que

o ano de formação docente (a maioria formado no ano de 2001, 40%) possa ser um fator limitante para o conhecimento e transferência de informações em sala de aula embasadas no tema. Questão identificada pela resposta dos discente quando indagado sobre o contato com a nanotecnologia acontecer em palestras (44,44%), sala de aula (46,67%) e internet (48,89%) que embasam o conhecimento do aluno. O que mostra uma abertura para maior curiosidade sobre o assunto, podendo o docente utilizar desse contato como ponte para discussão dentro da vivência de sala de aula. Então, observa-se que muito se conhece acerca do tema, porém pouco é abordado, sendo essa uma das maiores dificuldades apresentadas pelas perspectivas de inserção da Nanociência e Nanotecnologia (N&N) no ensino superior em farmácia.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia, Ensino, Farmácia. Saúde.

### ABSTRACT

The approach of nanotechnology in higher education, in the pharmacy course, is an important issue when it comes to general professional training. Due to the interdisciplinarity, the study of this science grows more and more in the pharmaceutical area, standing out in parameters of physical-chemical optimization of medicines, making them more effective, less toxic and with greater selectivity, in addition to the part of diagnostics showing greater precision in the results, which may thus highlight the great importance of the approach to the classroom theme. Given this, the present study understood the limitations for the insertion of nanotechnology in higher education of a private institution in the interior of Paraíba. It deals with a research study with an applied nature, with an exploratory and descriptive analytical character, with a quali-quantitative approach method. Data collection was carried out by means of an electronic form (Google Forms) addressed to the faculty and students of the faculty in question. The research was developed after approval by the Research Ethics Committee (CEP) of Faculdade Santa Maria, located in the city of Cajazeiras-PB. With the development of the research, it was possible to obtain results that reached the initial objectives, and three main perspectives were identified, through which the topics of Nanosciences and Nanotechnology have been inserted. The first one is the description of the difficulties of approaching the subject in the classroom, even if the research population agrees on the importance of the subject being treated and have some knowledge about the

applications of pharmaceutical nanotechnology. Second, many disciplines have openings for the insertion of nanotechnology, which may be one of the approach strategies, as mentioned by the student: pharmaceutical biotechnology (15.79%), pharmaceutical technology (36.84%), and cosmetology (22.81%). And finally, it is believed that the year of teacher training (most of them graduated in 2001, 40%) can be a limiting factor for knowledge and transfer of information in the classroom based on the theme. Question identified by the response of students when asked about the contact with nanotechnology happen in lectures (44.44%), classroom (46.67%) and

internet (48.89%) that support the student's knowledge. This shows an opening for greater curiosity about the subject, and the teacher can use this contact as a bridge for discussion within the classroom experience. So, it is observed that much is known about the subject, but little is discussed, which is one of the greatest difficulties presented by the perspectives of insertion of Nanoscience and Nanotechnology (N&N) in higher education in pharmacy.

**Keywords:** Nanotechnology, Teaching, Pharmacy, Health.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino superior no Brasil enfrenta barreiras desde o período Colonial, com desafios e mudanças ao decorrer das décadas devido a diferenciação de sistemas implementados no país desde então. A partir disso foram criadas estratégias, como a liberação do ensino a iniciativa privada, criando dessa novos estabelecimentos de ensino em todo o país que trouxe oportunidades do ensino superior a diversos públicos da sociedade, facilitando assim o acesso à educação no Brasil por meio da criação de programas de incentivos governamentais que subsidiam o ensino superior, tais como o Fundo de Financiamento Estudantil (FiEs) e o Programa Universidade para Todos (ProUni) (CHAVES; SANTOS; KATO, 2020). Diante disso, o ensino no Brasil cresce cada vez mais ganhando destaque entre alguns países desenvolvidos (FIGUEIREDO; ORRILLO, 2020).

A graduação em farmácia engloba um amplo espectro de disciplinas que envolvem as áreas de exatas, humanas, saúde e biológicas que acrescentam inúmeras possibilidades de estudos e áreas de atuação. Atualmente a formação do farmacêutico é generalista e tem como perfil um profissional com visão humanista, crítica e reflexiva, capacitado para exercer suas habilidades em prol da sociedade (OKIDA, 2017).

Nesse sentido, a ciência e tecnologia ganha cada vez mais espaço no ensino superior, visando a formação de profissionais capacitados tanto para o âmbito trabalhista quanto para obtenção de resultados positivos no desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas a saúde e minimizando impactos na sociedade (FIGUEIREDO; ORRILLO, 2020). Bem como, para atender a demanda do mercado industrial (era 4.0) e as necessidades da inovação social, que requer um ambiente capaz de capacitar futuros profissionais e de requalificar os atuais, em função das novas demandas do mundo do trabalho (ALARCON; ROSA; SILVA, 2018).

Dentre as tecnologias aplicada à área da saúde, mais especificamente a área farmacêutica, tem-se a Nanotecnologia, que pode ser definida como a tecnologia aplicada a ciência em escala nanométrica (1 a 1.000nm), por meio da manipulação de átomos e moléculas com propriedades específicas, sendo resultado interdisciplinar entre a física quântica, a biologia molecular, eletrônica, química e engenharia (PYRRHO

et al., 2019). Com uma grande área de aplicação, tais como: alimentícia, cosmética, farmacológica, tecidos e tintas, meio ambiente, dentre outros (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2010).

Na farmácia, a Nanociência e a Nanotecnologia (N&N) cresce cada vez mais no campo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como no estudo e obtenção de nanomedicamentos, seja para terapêutica ou para diagnóstico, partindo das perspectivas na produção de nanossistemas capazes de atuar com maior segurança e efetividade, como exemplo a transportação do fármaco para o seu sítio de atuação específico através do sistema “drug-delivery” (DIMER et al., 2013).

Isto posto, estudos de perspectivas de docentes apontam a importância da implementação didática sobre N&N no ensino superior, de forma tanto interdisciplinar quanto em disciplina específica, pois dispõe de uma gama de definições que se relacionam com diferentes disciplinas, fazendo com que o aluno explore novas áreas de conhecimento (TOMKELSKI et al., 2019). Nessa perspectiva, a relevância da abordagem da Nanotecnologia no ensino superior em farmácia visa a especificação do discente em novas áreas de atuação contribuindo diretamente para a abrangência nos estudos sobre novas tecnologias e sua importância para a sociedade.

Assim, é notória a importância da abordagem da Nanotecnologia não só na formação acadêmica dos discentes, mas, também nas práticas profissionais dos docentes. Em adição, entender como se dá o processo de inserção de tópicos como a Nanociência e Nanotecnologia é relevante no sentido de que pode apontar caminhos para a concretização de mudanças educacionais em diferentes níveis de ensino. Além de contribuir para a formação de um profissional mais competitivo no mercado de trabalho.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Compreender as limitações para a inserção da Nanociência e Nanotecnologia no ensino superior de uma instituição privada do interior da Paraíba.

### **2.2 ESPECÍFICO**

- Identificar os principais eixos temáticos de abordagem da Nanotecnologia na área farmacêutica;
- Elencar as principais contribuições e desafios para a abordagem do tema “Nanociência e Nanotecnologia” na área farmacêutica, por docentes do ensino superior;
- Mensurar o nível de conhecimento dos discentes sobre a aplicação da Nanotecnologia farmacêutica;
- Discutir a perspectiva de inserção da Nanotecnologia na ótica dos docentes.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 EDUCAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR

É notório a importância da identidade profissional e seu crescente investimento no ensino superior, desde a época colonial até os tempos atuais, diante enfrentamentos distintos de aprimoração e mudanças políticas que tiveram grande impacto na criação de um ensino de qualidade e na formação competente de discente candidato a profissional capacitado (CHIAPPE et al., 2017).

Com isso, a qualidade de ensino vem sendo uma das maiores divergências na sociedade em um cenário implicado por vários desafios que se enfrentam até os tempos contemporâneos. Inúmeras implantações tentam tornar melhor o sistema de ensino no Brasil, levantando questões de melhoria e inclusão tendo em consideração questões econômicas, sociais e políticas (BATISTA, 2014).

Por volta da segunda metade do século XX, o Brasil conta com a economia globalizada e a entrada no circuito de valorização financeira tendo assim uma porta de entrada para investimentos sobretudo ainda com dificuldades e limitações, porém apenas após a aprovação de leis que regiam a liberação do ensino à iniciativa privada (CF/1988 e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB 9394/96) que foi possível render lucros pela oferta da financeirização explorada no ensino superior (CHAVES; SANTOS; KATO, 2020).

Diante disso, programas federais foram criados com intuito de incentivar a consolidação pela financeirização do setor lucrativo visando a expansão do ensino privado com as Instituições de Ensino Superior (IES), o aumento no número de cursos e matrículas, além da criação de financiamentos a juros subsidiados por bancos e, logo em seguida, o mercado educacional. Então, a expansão da privatização da educação superior dispõe de recursos do mercado capital como estímulo governamental para o financiamento estudantil, onde têm-se a criação de diversos programas de incentivo aos estudantes como Financiamento Estudantil (FIES) e Programa Universidade para Todos (ProUni) que contam com bolsas que permitem a inserção total ou parcial do aluno em instituição de ensino privado fazendo com que o número de matrículas cresçam cada vez mais, levando em consideração políticas públicas para a inserção dos programas e aderência dos estudantes (CHAVES; AMARAL, 2016).

#### 3.2 DCN

Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) são padrões de orientações que constituem elaboração de projetos pedagógicos no processo de ensino-aprendizado por bases curriculares que são adotados pelas IES no Brasil. Através de uma interdisciplinaridade que dispõe de um perfil profissionalizante que engloba aspectos voltados para o campo do conhecimento e do saber, promove-se assim uma base competente no processo de formação tanto intelectual quanto profissional com estimulações autônomas e permanentes do estudante da graduação (APARECIDA et al., 2018).

Assim, de acordo com o (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2001), os princípios das DCNs, dispõem de desígnios que asseguram um bom meio de formação e flexibilidade na curricularização,

abrangendo dessa forma todos os objetivos dispostos por lei que tem por mérito a garantia de uma base sólida no desenvolvimento profissional do estudante que possa se adequar a todas as transformações e inovações no âmbito social e no mercado de trabalho em uma boa prática do exercício profissional. Então, essas bases têm por foco garantir uma boa formação acadêmica de um profissional que possa vir a contribuir de maneira significativa à sociedade através de integração de disciplinas, estágios, boas cargas horárias, disseminação do conhecimento teórico na prática em atividades extras e projetos de extensão fazendo com que o aluno possa conhecer o campo de trabalho e seja capaz de adquirir uma boa postura ao exercer os domínios de seus saberes (OKIDA, 2017).

### 3.3 EDUCAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR EM FARMÁCIA

Em 2001, foi aprovado pelo Ministério da Educação (MEC) a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) que acontecia concomitantemente com a reforma do ensino superior no Brasil, e através do Conselho Nacional de Educação, foi subsidiado diretrizes curriculares nacionais dos cursos de graduação em saúde, em que nos documentos apresentavam todas as fundamentações exigidas para a formação do profissional da saúde visando à formação com perfil de um profissional humanista e generalista que pudesse exercer todos os níveis de atenção à saúde de forma branda e capacitada (FIGUEIREDO; ORRILLO, 2020).

Para tal, políticas educacionais internas foram desenvolvidas visando instigar o crescimento no processo formativo dos estudantes em busca do aprimoramento na formação de um discente para que este possa integrar a teoria com a prática. E assim se desenvolva habilidades para contribuir diretamente com a sociedade em uma graduação competente e uma curricularização generalista por meio de metodologias ativas aplicada pelos docentes durante a formação. Metodologias estas que sejam capazes de contemplar inovações e facetas dentro da área profissional ajudando no desenvolvimento da identidade do profissional farmacêutico (FREITAS et al., 2015).

A formação farmacêutica parte de objetivos propostos por diretrizes que delegam um perfil profissional que atribua as competências descritas em prol de uma diligência e compromisso com a profissão que está sendo desenvolvida. Por meio de componentes curriculares que dispõem de conhecimentos teóricos e práticos que englobem prioridades de saúde mediante diversos cenários de trabalho interprofissional e colaborativa. O farmacêutico em formação deve compreender as políticas públicas como desenvolvimento tecno-científico e inovações que partem da docência como mediadores e facilitadores desse processo, baseado em eixos como cuidado em saúde, tecnologia e inovação em saúde e gestão em saúde (OKIDA, 2017).

Como descritas pelo Conselho Regional de Farmácia (CRF) sob legislações, as competências e habilidades no desenvolvimento do farmacêutico parte da bioética que estabelece uma ponte com o conhecimento científico e o humanístico que se traduz nos pilares “autonomia, não maleficência, beneficência e justiça” que diz respeito às bases éticas na postura profissional, seja ela na área clínica, estabelecimento farmacêutico, estética ou até mesmo na rede social (APARECIDA et al., 2018).



Então, as competências aplicáveis na formação acadêmica do farmacêutico englobam: respeito aos princípios éticos; atuação na atenção à saúde promovendo prevenção, proteção e recuperação de forma individual e coletiva em um conjunto de ações contínuas; ser multiprofissional, interdisciplinar e transdisciplinar; atender a participação e contribuição social; e participar no desenvolvimento da assistência e atenção farmacêutica. Com isso, abrange um leque de atuações como na Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), manipulação, controle de qualidade, análises clínicas, gestão, drogaria, farmácia hospitalar, dentre outros, que são possíveis o direcionamento através de uma formação generalista e interdisciplinar que contempla conteúdos de ciências exatas, biológicas, humanas, sociais e farmacêuticas, capazes de contribuir na curricularização aprimorada no ensino superior (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2001).

### 3.4 NANOTECNOLOGIA

A Nanotecnologia é resultado da razão interdisciplinar de biologia, química, biotecnologia, física, engenharia, entre outros saberes, que dispõe do entendimento da Nanociência, que é o estudo dessa tecnologia, capaz de criar estruturas em uma escala tão pequena possibilitando o aumento da superfície de contato além do tamanho favorável para as mais diversas aplicações por suas chamadas nanoestruturas com propriedades biodegradáveis (SANT, 2013). Então, considerada como uma tendência tecnológica e mundial, a nanotecnologia pode ser definida como a tecnologia aplicada a ciência em escala nanométrica (1 e 1.000nm), por meio da manipulação de átomos e moléculas com propriedades específicas, sendo resultado interdisciplinar entre algumas disciplinas como a física quântica, a biologia molecular, eletrônica, química e engenharia (PYRRHO et al., 2019).

Diante disso, diversos processos podem ser desenvolvidos através de uma série de produtos, como o sistema de controle de formas e tamanhos, os nanomateriais e as nanoestruturas, que são os chamados sistemas nanoestruturados, não apenas aplicados nas ciências da tecnologia mas, também em outras áreas, como em razões comerciais: tecidos, tinturas, eletrônica, painéis solares, equipamentos desportivos, agricultura, meio ambiente. Além das ciências da saúde com aplicações em cosméticos, medicamentos e materiais médicos. Alguns exemplos de produtos nanotecnológicos são: dendrímeros, nanofios, nanobisensores, nanobombs, nanomotores, nanotransportadores, dentre outros (QUINTILI, 2012).

Então, através das aplicações, pode-se entender que a Nanociência e Nanotecnologia são de grande impacto de importância na sociedade, onde parte de uma tecnologia que beneficia em inúmeros aspectos de uso material e terapêutico, depois dos crescentes estudos tecnológicos que mostraram avanço em inovações que são capazes de otimizar diversas dificuldades e enfrentamentos na sociedade contemporânea como é tido pela nanotecnologia com a manipulação de produtos inovadores possibilitando resultados inesperados em dispositivos moldados, mostrando-se assim uma área promissora com impactos positivos para com a sociedade como um todo, seja na saúde, no ambiente, na indústria e na economia (DIMER et al., 2013); (TOMKELSKI et al., 2019).

### 3.5 NANOTECNOLOGIA APLICADA NA SAÚDE E NA FARMÁCIA

Dentre as áreas mais promissoras da nanotecnologia, destaca-se as ciências da saúde, que além do setor da cosmetologia e estética, a nanociência estuda os potenciais nanossistemas no tratamento e/ou diagnóstico de doenças a partir das nanopartículas, nanocarreadores e nanorastreadores voltados ao cuidado da saúde e seus desafios dentro da sociedade, que parte de uma manipulação individual de sistemas com átomos e moléculas resultando em grande relevância dentre todas as possibilidades inovadoras dentro dessa área (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2010).

Na saúde, a nanotecnologia parte de manipulações de sistemas biológicos capazes de desenvolver compostos, por exemplo, com liberação controlada da quantidade de fármacos na corrente sanguínea tendo assim um melhor monitoramento nas sub e super dosagens mantendo a quantidade adequada, permitindo assim a diminuição dos efeitos adversos. Outro exemplo é na parte do setor médico, como os cateteres, implantes, próteses que diminuem o risco de rejeição com a aplicação da nanotecnologia (SANT, 2013).

Além disso, à aplicação no desenvolvimento de exames diagnósticos em uma nanoescala com a produção de nanorastreadores de agentes infecciosos capazes de detectar a causa de certas doenças em seu estágio inicial de contágio seja em nível celular ou molecular, pode ser feito tanto de forma *in vivo* quanto *in vitro*, tendo assim uma grande sensibilidade para identificar os patógenos, proliferação de células pré-cancerosas e até erros na replicação do DNA. Com isso, também destaca-se os imunobiológicos na parte de prevenção com as vacinas; e os nanoencapsulamentos de fármacos, uma parte promissora, em que as nanopartículas possuem um sistema guia para o tratamento do câncer capazes de serem direcionados apenas para a célula defeituosa pelos chamados “nanobots”, tendo em vista características de baixa toxicidade, propriedades para transporte, sistemas de liberação, maior tempo de meia-vida, tudo em harmonia para um tratamento menos invasivo e danoso ao paciente de forma a liberar as partículas no lugar específico e de forma controlada com uma maior diminuição nos efeitos colaterais semelhante aos tratamentos com sistema convencional (QUINTILI, 2012; (TUTOR-SÁNCHEZ; TAKEUCHI, 2015).

Com isso, a nanotecnologia farmacêutica, como descrito anteriormente, é de grande importância promissora diante muitos enfrentamentos sociais pois parte de benefícios de sistemas capazes de aprimorar muitos tratamentos voltados a uma melhor liberação de princípio ativo, diminuição de efeitos colaterais, maior segurança, baixa da toxicidade, aumento do tempo de meia-vida, melhor distribuição e absorção, maior biocompatibilidade, dentre outras (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2010); (QUINTILI, 2012); (DIMER et al., 2013).

Os nanomedicamentos então, associado a características específicas de biodegradabilidade, biocompatibilidade, capacidade para funcionalização de superfície, conjugação, complexação e encapsulamento através dos nanossistemas que dispõem de vantagens como: liberação sustentada de ativos, solubilização de ativos lipofílicos, aumento da estabilidade físico-química de moléculas lábeis, minimização dos efeitos colaterais entre outras (DIMER et al., 2013). Pode-se citar então:

- a) Lipossomas, que são vesículas formadas por uma bicamada fosfolipídica com propriedade anfifílica capaz de ser facilmente moldada de acordo com a premissa farmacológica;
- b) Nanopartículas lipídicas, essas são formados por matrizes de lipídeos sólidos, similar às nanoemulsões, capaz de ter uma liberação controlada de fármacos e apresenta vantagens como menor toxicidade e uma melhor estabilidade;
- c) Nanopartículas poliméricas, esses são transportadores coloidais de nanocápsulas e nanoesferas podendo ser assim sintéticos ou artificiais onde o princípio ativo pode ser dissolvido na matriz, retido ou até mesmo absorvido, apresentando uma ótima biocompatibilidade e maior biodegradação;
- d) Micelas, que são formadas por um agregado globular de moléculas anfipáticas ótimas para liberação de fármacos por via oral, intravenosa ou administração tópica. As micelas disponibilizam de micelas mistas (feitos a partir de uma mistura de fosfolipídios e tensoativos), as nanopartículas micelares (formadas por nanoemulsões) e as micelas poliméricas (que são autoestruturados anfifílicos);
- e) Nanocristais, como o próprio nome destaca, são cristais nanoestruturados que permite a redução no tamanho de partículas aumentando a área de superfície do fármaco, e isso faz-se com que haja um aumento na solubilidade do medicamento.

### 3.6 ENSINO SOBRE A NANOTECNOLOGIA

Partindo de novas explorações tecnológicas diante uma sociedade contemporânea que ainda enfrenta dificuldades sociais, econômicas e culturais de problemas com cunho científico e naturezas diversas, em que há parte de inovações que tentam aprimorar os estudos abrindo inúmeras possibilidades, encontra-se a nanociência com os estudos nanotecnológicos que dispõe de combinação e reorganização de diversas estruturas capazes de melhorar vários sistemas, e diante disso, a Nanociência e Nanotecnologia (N&N) é tida como uma tendência que atualmente já bem estrutura, mostra a importância de implementação educacional dessa ciência no ensino (TOMKELSKI et al., 2019).

Sendo resultado de uma razão interdisciplinar, e diante bases das diretrizes curriculares que discorrem sobre a importância de uma formação generalista e um currículo atualizado nas interfaces atuais, a implementação da N&N no ensino superior em farmácia consolida a tecnologia e inovação na saúde, que diante o enfoque capaz de pesquisar, desenvolver, inovar, produzir, controlar e garantir qualidade, o estudo sobre a Nanotecnologia é capaz de englobar todas essas bases e dispor da formação habilitada diante inovações tecnológicas e profissionais qualificados para área inovadora, pois através da educação pode-se alcançar melhores desenvolvimentos e aplicações (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2010).

Ha exemplo, pode-se colocar a importância de um currículo completo na formação generalista que parte das necessidades sociais e em como a educação deve se responsabilizar por formar profissionais capazes de abranger todas as áreas que o leque de atuações engloba. De modo presunçoso, uma curricularização inovadora e um olhar abrangente e generalista do graduando em farmácia, abre portas para



uma desarticulação de disciplinas que consigam consolidar às necessidades ainda enfrentadas na sociedade (APARECIDA et al., 2018).

A Nanotecnologia mostra avanços e inovações diante muitos enfrentamentos da saúde como fora descrito anteriormente, com isso, ressalta a transcendência da implementação curricular dessa ciência no ensino superior em farmácia, com o objetivo de avançar cada vez mais na Nanociência capacitando muitos outros profissionais e estudantes para uma otimização da área com a abrangência de estudos recorrentes. Com isso, consolida-se a divagação sobre a contínua busca por novos conhecimentos e aumento da disseminação tecnológica na saúde com foco na melhoria das dificuldades ainda enfrentadas (TUTOR-SÁNCHEZ; TAKEUCHI, 2015).

## **4 ASPÉCTOS METODOLÓGICOS**

### **4.1 TIPOS DE ESTUDO**

O presente estudo desenvolvido teve natureza aplicada. Quanto aos seus objetivos é de caráter exploratório, analítico descritivo e com método de abordagem quali-quantitativa.

Uma pesquisa que tem natureza aplicada, visa gerar conhecimentos que possam ser colocados na prática, voltados para solucionar o problema central de interesse local, por meio de instrumentos de coleta de dados, neste caso dois questionários específicos (APÊNDICE A, B) para o estudo direcionado aos docentes e discentes do curso de farmácia da Faculdade Santa Maria (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto aos objetivos de uma pesquisa exploratória, visa detalhar o máximo de dados possíveis sobre o tema principal, disponibilizando maiores informações em diferentes aspectos, fixando os objetivos e formular as hipóteses ou até mesmo redigi-la tornando o tema mais coerente. Já a pesquisa descritiva busca descrever os fatos que foram registrados e analisados, por meio da coleta desses dados por meio de técnicas padronizadas, como o levantamento de um questionário (GERHARDT; SILVEIRA, 2009; PROVDANOV; FREITAS, 2013).

A abordagem do método quali-quantitativo, dispõe de uma abordagem que utiliza de dados quantificáveis por meio de técnicas estatísticas, como percentagem; e dados que não são quantificáveis e todavia são de suma importância para a pesquisa disponibilizando maiores informações (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

### **4.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

A pesquisa foi realizada de forma on-line com os docentes e discentes do curso de Farmácia da Faculdade Santa Maria – FSM em Cajazeiras, Paraíba.

### **4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

A população que aceitou participar da pesquisa foi composta pelos alunos e professores do curso de farmácia da Faculdade Santa Maria. Desta forma, os critérios de inclusão foram: ser discente regularmente

matriculado no curso de farmácia da faculdade em questão, de qualquer período e ser docente do referido curso, de uma quantidade de pelo menos 20% da população de participantes dentre os professores e alunos matriculados no curso, e de forma não probabilística, que aceitaram participar da pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C).

#### 4.4 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu por meio de dois instrumentos avaliativos direcionados para docentes e discentes via meio eletrônico, questionários aplicados pelo “Google Forms”, que é utilizado para a coleta de dados e registros. Foram utilizados dois questionários distintos (APÊNDICE A e B), direcionado ao discente e docente, respectivamente. Os questionários possuíam perguntas abertas e fechadas relacionadas à Nanotecnologia. O envio foi feito através do Gmail e pela rede social “Whatsapp”, para docentes e discentes do curso de Farmácia na Faculdade Santa Maria – FSM de Cajazeiras – PB.

#### 4.5 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

Durante a coleta dos dados os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa, que as informações fornecidas serão mantidas em sigilo, os resultados encontrados não serão divulgados e que a participação era totalmente voluntária, sendo assim, os que desejaram contribuir, assinaram o TCLE de forma eletrônica (APÊNDICE C).

Foi apresentado também o Termo de Anuência da Instituição Proponente (ANEXO A) e sendo orientadas a dirigir-se à Clínica Escola da Faculdade Santa Maria (FSM), caso se sentissem desconfortáveis ou vivenciarem algum risco psicológico durante a realização da pesquisa. Os Dados foram coletados após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade Santa Maria (FSM).

#### 4.6 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram avaliados individualmente e organizados através do aplicativo Microsoft Excel, onde foram organizados, codificados e realizada através da análise descritiva a apresentação por meio de gráficos e tabelas. A discussão foi feita com base em dados encontrados na literatura científica, havendo possibilidade de discussão com os dados obtidos na pesquisa.

#### 4.7 POSICIONAMENTO ÉTICO

Como o estudo tratou-se de uma pesquisa que envolve seres humanos, foram seguidas todas as normas e diretrizes estabelecidas na Resolução CNS nº 510 de 07 de abril de 2016, esta trata das normas aplicáveis a pesquisas que envolvem dados obtidos direta ou indiretamente de participantes. Protocolo de aprovação no CEP da FSM nº 4.655.442 (ANEXO D).

#### 4.8 RISCOS

Assim como toda pesquisa envolvendo seres humanos, houve possibilidade dos pesquisados se sentirem constrangidos, sendo assim, todo o questionário foi elaborado com cautela, afim de evitar possíveis danos à participante. Caso viessem a ocorrer eventuais riscos, os participantes seriam direcionados à Clínica Escola da Faculdade Santa Maria, onde receberiam todo auxílio psicológico necessário.

#### 4.9 BENEFÍCIOS

A realização da pesquisa também ofertou benefícios como a disponibilidade de dados para toda a comunidade acadêmica e científica acerca do tema, além de contribuições para o enriquecimento da grade curricular na formação de um farmacêutico generalista e disseminação da aplicabilidade da nanotecnologia na área farmacêutica.

#### 4.10 DESFECHO PRIMÁRIO

Diante a pesquisa, e com o aumento de estudos na área nanotecnológica, pode-se obter um perfil direcionado da formação atual de farmacêuticos no tocante ao conhecimento sobre nanotecnologia, proporcionando um avanço nas atualizações tecnológicas.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo com o discente foi realizado com o total de 57 alunos que aceitaram participar da pesquisa, respondendo assim o questionário eletrônico, o Google Forms, representando 30,97% do total de alunos matriculados no curso de farmácia da Faculdade Santa Maria – FSM de Cajazeiras, Paraíba – Tabela 1.

Tabela 1 – Perfil dos estudantes do curso de Farmácia (N=57).

<b>Faixa etária</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
18-20 anos	21	36,8
21-25 anos	20	35,1
26-30 anos	9	15,8
Mais de 30 anos	7	12,3
<b>Gênero</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Feminino	40	70,2
Masculino	17	29,8
<b>Semestre cursado</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
1º semestre	6	10,5
2º semestre	8	14,0
3º semestre	3	5,3
4º semestre	1	1,8
5º semestre	3	5,3
6º semestre	17	29,8
7º semestre	11	19,3
8º semestre	8	14,0

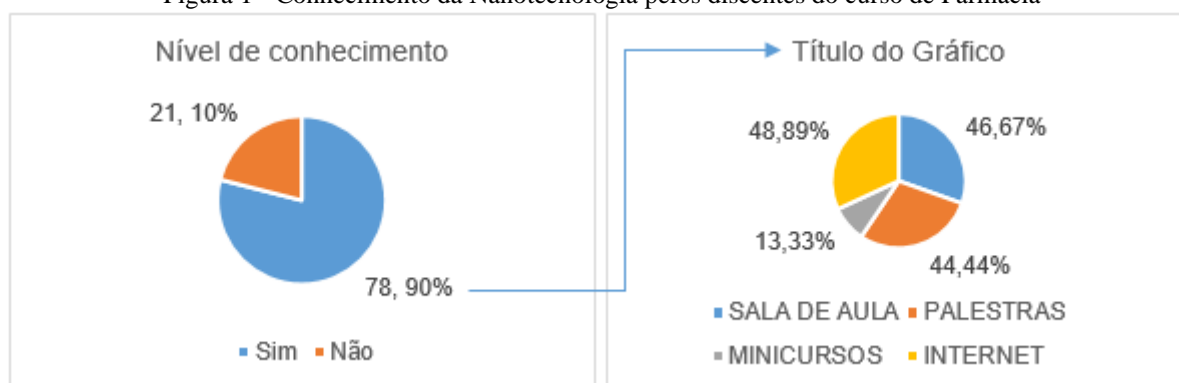
Fonte: Autor (2021).

Através da observação dos dados expressos na tabela 1 pode-se observar que de um total de 57 discentes, a faixa etária predominante é 18 e 20 anos (36,8%), e a maioria dos estudantes são do sexo feminino (70,2%), contemplando a maior parte de alunos do 6º semestre (29,8%). De acordo com Barreto et al. (2014), as desigualdades de gênero estão presentes em todo mundo e também envolve a história da educação, em que as mulheres são recorrentemente excluídas ou têm sua participação pouco valorizada. Porém, esse contexto vem se modificando, ainda que de forma lenta, no nosso país e região por meio da implementação das chamadas políticas universalistas de inclusão. Um indicador é o incremento da presença de mulheres no ensino superior, por muitos anos considerado um privilégio masculino, dado este que corrobora com os achados dessa pesquisa.

Embora o impacto na transformação do campo educacional e científico demande análises e problematizações, é inegável que a presença feminina nesse nível de ensino tem aumentado significativamente no Brasil (BARRETO et al., 2014). Dado que pode ser ainda mais reforçado pelas informações do Censo do Ensino Superior (2019), descritas pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), afirma que em todas as modalidades de ensino (presencial ou a distância) as mulheres são maioria, com 45% de taxa de conclusão de curso.

Diante a pesquisa, o nível de conhecimento dos discentes sobre o tema abordado, foi equivalente a 78,90%, onde esses afirmam ter adquirido o conhecimento sobre a Nanotecnologia em diversos meios: internet (48,89%), sala de aula (46,67%), palestras (44,44%) e minicursos (13,33%), sendo a internet o de maior incidência – Figura 1.

Figura 1 - Conhecimento da Nanotecnologia pelos discentes do curso de Farmácia



Fonte: Autor (2021).

Isto pode estar associado ao novo perfil dos estudantes, geração 4.0 dominantes da cibercultura, bem como por se tratar de um tema com abordagem inovadora que vem sendo inserido no ensino superior, e nesta pesquisa com enfoque na área da saúde. Em adição, estes dados reforçam o conceito da Educação em Rede que se caracteriza como um amplo espaço interconectado para a construção e compartilhamento de conhecimentos voltados para a criação e o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas provenientes da 4ª revolução industrial (ALARCON et al., 2018).

Retomando as definições do Paulo Freire, que afirmava que a apropriação tecnológica está fundamentada nos princípios da educação popular em conformidade com uma sociedade aberta e democrática, a partir de uma perspectiva sócio-histórica (SOFFNER, 2013). Associado a esse novo perfil dos estudantes, podemos citar o atual contexto pandêmico da COVID-19 que introduziu a força as tecnologias da inovação e comunicação (TICs) no mundo acadêmico, pois as ferramentas digitais passaram a ser o único meio de continuidade da educação em nível global. Construindo assim um novo jeito de ensinar, estabelecendo novos meios de comunicação, de trabalhos e consolidando a oferta de ferramentas como webinários, minicursos e palestras on-line, fortalecendo o processo de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Logo, o cenário educacional brasileiro também se encontra diante da educação 4.0 mas, a tecnologia ainda não chegou à maioria das Instituições de Ensino (públicas e privadas) como ferramenta de ensino e aprendizagem para o novo aluno digital que deseja ser desafiado, gamificado, que aprende em qualquer lugar e hora (FOSSATI; JUNG, 2018). Porém, mesmo não havendo essa introdução das TICs em massa na educação já se percebe uma transformação, ainda que pequena, no processo de ensinagem e a nanotecnologia, é um dos temas que envolve essa abordagem, por ser uma temática atual, está presente em diversos tipos de mídia possibilitando uma contextualização da ciência e da tecnologia em sua tentativa de inserção no ensino, sendo importante a construção de um saber interdisciplinar que é exigido pelas diretrizes nacionais de ensino e pelo mercado de trabalho (Siqueira-Batista et al., 2010).

Como mencionado anteriormente a nanotecnologia engloba inovação, múltiplos conhecimentos e tem se tornado uma das alternativas no tocante a melhoria de fármacos e produtos cosméticos dentro da área farmacêutica. Sobre este tema, 42,1% dos alunos participantes da pesquisa afirmam ter experienciado



vivência com a nanotecnologia nas disciplinas do curso, destacando a Tecnologia Farmacêutica, Cosmetologia e Biotecnologia Aplicada à Farmácia, sendo as mais citadas pelos discentes, com 36,84%, 22,81% e 15,79% respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Abordagem da Nanotecnologia nas unidades curriculares do curso.

<b>Se foi abordado</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Sim	24	42,1
Não	33	57,9
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>100</b>
<b>Em quais disciplinas</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Biotecnologia	9	15,79
Cosmetologia	13	22,81
Farmacologia	2	3,5
Química farmacêutica	2	3,5
Semiologia	1	1,76
Tecnologia farmacêutica	21	36,84

Fonte: Autor (2021).

Acredita-se que essas disciplinas abordam de forma mais profunda a nanotecnologia por ser as que mais aplicam a nanociência no controle e/ou manipulação da matéria estruturada no nível atômico e molecular, viabilizando o desenvolvimento de dispositivos, materiais funcionais e sistemas com propriedades significativamente diferentes daquelas observadas na escala micro- ou macroscópica voltadas para produtos estéticos, medicamentosos e alimentícios (DIMER et al., 2013).

A alta incidência de abordagem da nanotecnologia na disciplina de tecnologia farmacêutica pode ser atribuída ao perfil formativo da mesma, que trabalha de forma mais próxima ao planejamento de novas preparações farmacêuticas e aprimoramento dos sistemas convencionais. Utilizando-se de diversas ferramentas para um melhor planejamento de fármacos, dentre as quais pode-se citar a nanotecnologia que fornece suporte na geração de nanoestruturas com diferentes morfologias internas capazes de carrear compostos bioativos com diversas naturezas químicas (BAHAMONDE-NORAMBUENA et al., 2015).

Bem como, por ser uma área emergente da ciência que se propõe a desenvolver medicamentos alvo-específicos mais eficazes e seguros, e ainda se apresenta eficaz para solucionar problemas relacionados à baixa biodisponibilidade de alguns fármacos, à sua instabilidade química e baixa solubilidade aquosa, objetos das áreas de estudos das disciplinas citadas (GELFUSO et al., 2015).

A cosmetologia, também sendo uma das mais citadas, aborda uma gama de possibilidades de inserção do tema nanotecnologia, tendo em vista a maior aplicação tecnológica em escala nanométrica pode-se citar as nanopartículas poliméricas usado tanto na liberação de fármacos quanto nos dermocosméticos, proporcionando uma melhor liberação e direcionamento de moléculas bioativas, por superar várias barreiras biológicas e até mesmo diminuindo citotoxicidades, justamente pelo tamanho de

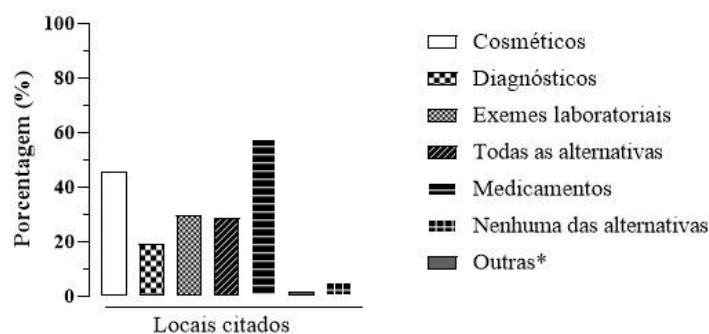
partículas que ajudam na maior penetração dos ativos na pele e com a melhoria de propriedades físico-químicas dos produtos em diversos aspectos, a exemplo são os filtros solares (QUIRINO-BARREDA et al., 2018).

Entende-se a biotecnologia farmacêutica como qualquer aplicação tecnológica que use sistemas biológicos, organismos vivos ou derivados, para fazer e/ou modificar produtos e até processos para usos específicos visando suas melhorias (PESSOA JR et al., 2015). Sendo possível assim a aplicação da nanotecnologia como estratégia, seja no aprimoramento de biofármacos, quanto na produção de medicamentos imunológicos, colaborando com a multidisciplinaridade e melhor inserção acerca do tema. Um exemplo são os lipossomas, que são vesículas aquosas formadas por bicamadas concêntricas de fosfolípidios, que devido sua estrutura, são muito utilizados na entrega de fármacos citotóxicos, genes e vacinas, sendo uma ótima alternativa na melhoria da liberação controlada de fármacos, além de um melhor direcionamento para sítios celulares específicos (GELFUSO et al., 2015).

Diante disso, percebe-se que a forma de exposição de dados nas unidades curriculares do curso pelos docentes, permitiu gerar uma aproximação da temática à vivência do aluno viabilizando a aplicabilidade da nanotecnologia no dia a dia dos futuros farmacêuticos entrevistados e tornando o processo de ensino mais atrativo. Corroborando com os novos modelos de ensino do século XXI, formação baseada no desenvolvimento de competências e no processamento de múltiplas formas de informação para executar tarefas que podem ser distribuídas em contextos não usuais como: casa, escola, local de trabalho e redes sociais, conforme pesquisa realizada pela fundação National Research Council (ALARCON et al., 2018).

O que culmina em um despertar de interesse sobre o tema, observado nos dados desta pesquisa, em que 71,9% dos discentes participantes afirmam se interessarem pela nanotecnologia farmacêutica e destacam as áreas que eles vêm a aplicação (Figura 2).

Figura 2 – Locais citados por estudantes de aplicações da Nanotecnologia.



Fonte: Autor (2021)

Dessa forma, é visível as aplicações nanotecnológicas que foram descritos pelos alunos, pois a nanotecnologia está aplicada em diversos estágios de desenvolvimentos, e dentre a grande variedade dessas aplicações pode ser citado a utilização para produzir novos materiais como em equipamentos esportivos, citado por um dos alunos, deixando esses mais leves e resistentes de serem usados. Na ciência temos os

sistemas farmacológicos, como no encapsulamento de fármacos em nanopartículas no sistema “drug-delivery”, impactando em um melhor desempenho na distribuição e entrega do ativo no local específico, diminuindo muito dos efeitos colaterais, além da parte de exames laboratoriais e diagnóstico, em uma demanda cada vez maior de se ter uma melhor sensibilidade em exames e testes, e os sistemas nanotecnológicos têm se mostrado cada vez mais promissores nessas melhorias (RUBIO-PEREDA et al., 2017).

Continuamente, quando questionados os estudantes relataram a importância do engajamento da comunidade acadêmica em participar mais ativamente dos assuntos relacionados à nanotecnologia farmacêutica. Mais de 90% afirmam que é importante ter a abordagem do tema na formação do curso e alegam a necessidade em se ter um maior conhecimento sobre essa área promissora. Como um exemplo citado por alguns alunos, palavras que pontuam a relevância do tema em casa de aula como:

“Acredito que a nanotecnologia seja um passo no futuro. No entanto, é importante apresentar à comunidade acadêmica a nanotecnologia e seus benefícios, e dessa forma, atrair o interesse dos alunos para essa área.” – DISCENTE 1.

Outras falas que trazem o tema como inovador, mostrando a importância dos avanços tecnológicos na ciência são pontuados, como:

“Apesar de ser um assunto pouco abordado é, ao meu ver, de grande importância e inovação nas ciências farmacêuticas, podendo gerar novos caminhos, possivelmente até melhores, para tratamentos e para os medicamentos de um modo geral.” – DISCENTE 2;

“É uma área nova e que em um futuro próximo será decisiva para avanços científico e na qualidade de vida da população, os alunos precisam estar inseridos nesse assunto.” – DISCENTE 3;

“Pois, a tecnologia ajuda bastante as pessoas, e na área da saúde a tecnologia tem uma grande participação para melhorar nossa qualidade de vida, e é muito importante aprendê-la para evoluir cada vez mais a nossa saúde.” – DISCENTE 4.

Pode-se dessa forma observar que o tema envolve e motiva a comunidade acadêmica, e este cenário pode ser justificado pelo crescente avanço da aplicação dos conhecimentos da ciência e da tecnologia na área da saúde, a qual se utiliza de materiais com potencial biológico para o tratamento e diagnóstico de doenças, realização de cirurgias e exames mais eficientes, bem como no desenvolvimento de dispositivos, tais como próteses e fármacos mais específicos e próximos da realidade (QUINTILI, 2012). Em adição, esses conhecimentos têm ampla aplicação nas áreas da estética e cosmética, especialmente a tecnologia nanoscópica, ou seja, áreas que são afins ou restritas da atuação do farmacêutico (TOMKELSKI et al., 2019). Então, esse quesito é pontuado diretamente nas falas dos alunos:

“Desenvolvimento de novos fármacos e com maior eficácia para o fim destinado. Com isso, ampliar as alternativas para diversas áreas. Na área terapêutica possibilita fármacos mais específicos e seletivos para determinadas patologias.” – DISCENTE 5;

“A interação seletiva, pois a nanotecnologia pode ser aplicada em pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de obter fármacos com resultados cada vez mais eficazes. Essa tecnologia permite criar materiais específicos e seletivos.” – DISCENTE 6;

“Na capacidade de entregar medicamentos de forma mais eficaz, proporcionando melhor atendimento aos pacientes e muitas outras vantagens, como o combate às bactérias, fungos e contaminação cruzada.” – DISCENTE 7;

“Há como aplica-las e usa-las para ajudar a melhorar a eficiência de remédios e exames laboratoriais, pois com essa tecnologia, com certeza a saúde das pessoas irá melhorar bastante.” – DISCENTE 8;

“Toda a parte teórica sobre nanotecnologia, porque irá esclarecer dúvidas sobre essa tecnologia e nos deixar preparados para uma possível área de atuação que utilize da nanotecnologia.” – DISCENTE 5.

Com isso, pelo o olhar do discente foi considerado neste estudo, em 100% das respostas, que a nanotecnologia é um ponto importante para ser discutido e abordado durante o processo formativo para o profissional do curso de farmácia, onde muito foi citado sobre a relevância da nanotecnologia na área farmacêutica, como no desenvolvimento de novos fármacos e nos sistemas de liberação controlada, a inserção dos tópicos da nanociência durante a formação acadêmica e principalmente sobre a abordagem em sala de aula.

A outra população alvo desta pesquisa foram os docentes do curso de farmácia. O estudo foi realizado com o total de 5 professores que aceitaram participar da pesquisa, respondendo assim o questionário eletrônico, o Google Forms, englobando dessa forma um total de 45,45% da quantidade dos professores do curso de farmácia da Faculdade Santa Maria – FSM de Cajazeiras, Paraíba.

A tabela 3, mostra o perfil dos docentes do curso de farmácia e após análise dos dados pode-se observar que a faixa etária predominante é entre 26 e 40 anos (80%), quanto ao gênero predomina o sexo masculino (60%), contemplando a maioria formados no ano de 2001 (40%); quanto à titulação predomina o nível de especialistas (60%).

Tabela 3 – Perfil dos professores do curso de Farmácia (N=5).

<b>Idade</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
21-25 anos	0	0
26-30 anos	2	28,6
30-35 anos	3	42,9
Mais de 40 anos	2	28,6
<b>Gênero</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Feminino	2	42,9
Masculino	3	57,1
<b>Ano de formação</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
2001	2	28,6
2008	1	14,3
2009	1	14,3
2010	1	14,3
2014	1	14,3
2017	1	14,3
<b>Titulação</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Especialista	3	42,9
Mestre	3	42,9
Doutor	1	14,3

Fonte: Autor (2021).

No tocante ao gênero, os dados obtidos no estudo corroboram com a última pesquisa do Censo do Ensino superior feita pelo INEP (2019), em que docentes do sexo masculino são maioria tanto nas instituições de ensino superior pública como privada. Bem como a faixa etária, superior a 38 anos como a

idade mais frequente do corpo docente nas IES do Brasil. Quanto ao nível de titulação docente o Censo mostrou que o nas IES privada a maioria dos docentes são mestres, o que não foi observado na população pesquisada.

No tocante ao ano de formação dos docentes, 40% dos professores participantes tem ano de conclusão de curso anterior a implementação da nanotecnologia no ensino superior, no Brasil.

O tema só começou a ganhar destaque na área da educação brasileira em 2006, onde o tópico Nanotecnologia passou a ser abordado pela área de exatas, no ensino da física, como orientações curriculares no ensino médio e posteriormente os demais cursos começaram a se apropriar desse conhecimento também, o que ocorreu na área farmacêutica. Contudo, só no ano de 2018 foi normatizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no que tange a abordagem de temas atuais que contemplem a aplicação e implicações do conhecimento científico e tecnológico. Portanto os profissionais com formação acadêmica antecedente a estes marcos históricos da educação podem não ter tido contato com a nanotecnologia em seu processo formativo de graduação e vindo a tê-lo na pós-graduação (TONET; LEONEL, 2019).

Sendo assim o ano de formação docente torna-se de fundamental importância pois, a discussão sobre o tema no ensino superior só começa após implantação do currículo generalista em 2004, mais especificamente em 2006, que pauta na estrutura de formação, nas DCNs do curso, o tópico de Tecnologia e Inovação em Saúde (APARECIDA et al., 2018). Assim sendo, mesmo que a Nanociência e Nanotecnologia seja um tema evidente que possua um aspecto sociocientífico e cultural importante, a abordagem em sala de aula ainda é restrita. Pois, é importante que os professores possuam uma ideia de como abordar este tema tão controverso em sala e para que os mesmos precisam ter conhecimento teórico/prático para realizar o processo de ensino (TONET; LEONEL, 2019).

Logo, pode se esperar que uma formação anterior a essa, o professor em sua trajetória acadêmica não tenha tido a abordagem da nanotecnologia, podendo assim o contato destes acerca do tema ter sido através da formação complementar que favorece um viés maior de abordagem em uma especialização para o conhecimento da nanociência.

Então, quando questionados se no processo formativo houve algum tipo de contato com disciplinas que envolvessem nanotecnologia, pouco mais de 50% afirmaram que sim, alegando as disciplinas de Tecnologia Farmacêutica e Cosmetologia como mediadoras desse conhecimento e até mesmo apenas na pós-graduação.

A tecnologia farmacêutica, mais uma vez abordada, trata de um estudo de otimização de fármacos e formas farmacêuticas, procurando estratégias que tragam melhores vantagens para os produtos farmacêuticos, pontuando dessa forma a nanociência e a nanotecnologia como uma tecnologia promissora e eficaz nessas otimizações, como manutenção de níveis plasmáticos em concentração constante por meio da liberação progressiva e controlada do fármaco pelo condicionamento a estímulos do meio em que se encontram; maior eficácia terapêutica; diminuição de toxicidade por uma manutenção das concentrações



nos níveis plasmáticos; melhor estabilidade; possibilidade de incorporação tanto de substâncias hidrofílicas quanto lipofílicas; maior adesão terapêutica pelo paciente por decorrência de uma diminuição de doses e do número de administrações diárias, dentre muitos outros (GELFUSO et al., 2015).

A outra área mencionada foi a cosmetologia, um dos maiores campos de aplicação da nanotecnologia em produtos à base de nanossistemas, como o uso de nanopartículas poliméricas que oferece uma gama de possibilidades na obtenção de melhores cosméticos, como exemplo a melhoria das propriedades físico-químicas das emulsões aumentando a penetração dos ativos na pele, além também a incorporação de nanopartículas de óxido de zinco em protetores solares (BAHAMONDE-NORAMBUENA et al., 2015).

Nesse viés, uma das temáticas questionadas, foi se o docente vê a aplicação da nanotecnologia nas disciplinas que eles lecionam, onde teve uma afirmação de 100%, citando exemplos de fármacos e de exames laboratoriais. Diante disso, é possível observar que a nanotecnologia apresenta diversas opções de inserção do assunto na área farmacêutica principalmente em medicamentos (mais de 70%), onde há diversas formas de abordagem, como por exemplo os nanocarreadores citados anteriormente, que apresentam vantagens como a diminuição da toxicidade pela ligação do fármaco em um sítio específico e em liberações de doses controladas., além da maior precisão em exames como os de imagens que proporcionam uma melhora de contraste (SILVA, 2015).

Embora, 100% dos questionados tenham dito que enxergam a aplicabilidade da nanociência em sala de aula, que tenham atratividade pelo tema e estejam dispostos a se aprofundar nos conteúdos e buscar a aplicabilidade para sua área de atuação, pouco mais de 50% conseguem trazer essa vivência para sua rotina diária de ensino. Mostrando exemplos de eixos pedagógicos para essa abordagem como na teoria do desenvolvimento de novos fármacos e quais são os fármacos que apresentam nanotecnologia e o objetivo de sua aplicabilidade, mesmo que ainda seja apresentado dificuldades no desenvolvimento da habilidade prática para construir novas estratégias de ensino que envolvam a nanotecnologia para a inserção de práticas pedagógicas inovadoras.

E com isso, observou-se uma possível dificuldade de implementação dos assuntos por parte dos outros 40% de professores que negam a aplicação em sala, podendo estar relacionado a uma deficiência de dominação acerca do tema, ou devido uma falta de adequação a unidade curricular que ele ministra que não englobe pontualmente a nanociência, e até mesmo uma falta de envolvimento com o tema durante sua formação relacionando ao ano de formação do docente.

É possível observar que tanto na ótica de docente quanto de discente, é extremamente válido e potencialmente importante a exploração do uso da nanociência e nanotecnologia no processo de formação do farmacêutico generalista, sendo assim uma forma de inovar e de envolver os alunos em seu desenvolvimento acadêmico, em que 100% entende que o tema abordado é extremamente relevante e atual.

Então, dentre os conhecimentos e aplicações acerca da nanociência apresentadas pelos docentes, pôde-se visualizar um leque de abordagens sobre o tema na ementa curricular, destacando a parte de

diagnóstico e de medicamentos (57,1%) como os eixos de maior domínio de conhecimento por serem mais próximos da realidade, como está descrito na tabela a seguir:

Tabela 4 - Nível de conhecimento sobre aplicações mensuradas pelos docentes.

Lugares	N	%
Diagnóstico	4	57,1
Cosméticos	2	28,6
Medicamentos	4	57,1
Exames laboratoriais	1	14,3
Todas	2	28,6
Nenhuma	1	14,3
Outros	0	0

<b>Exemplos citados</b>	Farmacologia;
	Hematologia;
	Bioquímica;
	Formas farmacêuticas de uso tópico;
	Biofármacos;
	Novos fármacos;
	Cosmetologia.

Fonte: Autor (2021).

Na parte de diagnóstico, com o avanço das ciências das análises clínicas pedem cada vez mais testes precisos e rápidos e a nanotecnologia é vem se apresentando como uma estratégia viável para obtenção desses resultados como no exemplo do desenvolvimento de imunoensaios na determinação sensível e seletiva na dosagem sérica de alfa-fetoproteína (AFP) para determinação de carcinoma hepatocelular, tumores de células germinativas e tumores com metástases para o fígado, que são baseados na transferência de energia luminescente de nanopartículas de terras raras que são nanocristais feitos de materiais semicondutores com propriedades eletrônicas (SILVA, 2015).

Abordando a parte de medicamentos de uso tópico, como os produtos cosmeceúticos, pode ser citado as soluções, loções, emulsões, pomadas, cremes, xampus, gel, pomadas, sprays, dentre muitos outros. Tais formulações, têm ação local dada pelas propriedades do veículo ou da formulação, dependendo de estratégias que ajudem a atingir o efeito esperado como: aumento do tempo de permanência na área afetada e bom desempenho de matrizes que controlem a liberação do fármaco, utilizando de vários agentes que desenvolvam essas finalidades e uma delas são as nanopartículas desde as mais simples até as mais complexas usadas como adjuvantes como também transportadores de fármacos, podendo estar apresentados em diversos estados físicos, sólidos, líquidos, semissólidos e mesofásico, a exemplo dos cristais líquidos (QUIRINO-BARREDA et al., 2018).

E a parte de medicamentos sendo a área de maior eixo temático, onde existe uma diversidade de fármacos disponíveis no mercado sendo de bases nanotecnológicas, como exemplos: Diprivan (propofol) – lipossomas; Oncaspar (pegascarpase) – conjugado proteína-polímero; Doxil (doxorubicina) – lipossomas

peguilados; Ritalina (metilfenidato) – nanocrystal; Ferumoxitol (suplemento de ferro) – nanopartículas magnéticas, dentre muitos outros, mostrando assim ser uma realidade comumente, disponibilizando fármacos com propriedades farmacológicas mais precisas e com melhor desempenho, como na entrega de fármacos a sítio específico, redução de efeitos adversos, adesão do tratamento e melhora de resposta farmacológica (DIMER et al., 2013).

Diante desse cenário, 100% dos questionados consideram as inovações nanotecnológicas na área farmacêutica importantes para o avanço da sociedade, citando depoimentos que afirmam a relevância da abordagem da nanociência para com a formação profissional e maiores inovações tecnológicas para a melhoria da saúde como um todo, como:

“Principalmente para aumentar a efetividade do tratamento de doenças mais agressivas como o câncer.” – DOCENTE 1.;

“Trazendo benefícios e novas descobertas em várias áreas do conhecimento, o que pode melhorar os tratamentos, com melhor qualidade de vida para os pacientes.” – DOCENTE 2;

“Como recurso de inovação para melhoria do uso de medicamentos e também no diagnóstico de doenças.” – DOCENTE 3.

De um todo, a abordagem de 100% dos professores questionados, abordam a internet como um meio de suporte para materiais didáticos para a preparação de aulas, justificado pelo avanço tecnológico por ter uma busca mais fácil de materiais e uma maior rapidez na construção, e desses mesmos 100%, 71,4% ainda associam internet e os livros buscando dessa forma mais de uma fonte para construção do material das aulas. Então, os docentes utilizam documentos institucionais norteadores para a construção das aulas, como plano de aula, PPC do curso, onde dessa forma é possível enxergar possíveis estratégias para inovar na disseminação da informação bem como atingir seus objetivos de transmissão de seus conhecimentos, levantando-se assim a hipótese de não conseguir chegar na aplicação do tema da nanociência na prática por talvez não planejar de maneira devida.

## 6 CONCLUSÕES

Conclui-se então que embora 100% dos professores conheçam acerca da Nanociência e Nanotecnologia (N&N) e que 40% enxergue a aplicabilidade nas suas disciplinas, ainda existe uma resistência da aproximação desse conteúdo com a vivência de sala de aula teórica, e mais ainda na realização da prática, podendo acontecer porque a construção de vivências práticas envolvendo a nanotecnologia ainda requer uma infraestrutura e produtos de alto custo, dificultando assim a organização para realizar o desenvolvimento da parte prática.

Então, mesmo que 100% tanto dos discentes quanto dos docentes, entendam que o tema abordado seja importante e de grande relevância, ainda são apresentadas algumas dificuldades. Muitas disciplinas têm aberturas para a inserção da nanotecnologia, podendo essa ser uma das estratégias de abordagem, como também o interesse exposto pelos discentes acerca do tema, que torna uma abertura de inserção dessa ciência em diversas disciplinas presentes na ementa do curso.

Muito se conhece acerca do tema, porém desse muito pouco se aplica na vivência de sala de aula e muito menos na obtenção das práticas, porém é enxergado tanto por docente quanto por discente a importância do tema no processo formativo do profissional farmacêutico. Sugere-se dessa forma estratégias para promoção dessa difusão do conhecimento da Nanociência e Nanotecnologia (N&N) no ensino superior, mais especificamente no curso de farmácia, seja por atividades práticas seja por atividades teóricas. Como abordagens mais diretas em sala de aula, webinários, palestras, mesa redonda, dentre outros, para que seja inserido essa realidade para vivência do curso de farmácia generalista.

## REFERÊNCIAS

- APARECIDA, D. et al. Diretrizes curriculares nacionais das profissões da Saúde 2001-2004: análise à luz das teorias de desenvolvimento curricular. *BY CC*, v. 22, n. 67, p. 1183–95, 2018.
- BATISTA, N. C. Public policies of affirmative actions for higher education: The university council as an arena of disputes. *Ensaio*, v. 23, n. 86, p. 95–128, 2014.
- CHAVES, V. L. J.; AMARAL, N. C. Política de expansão da educação superior no Brasil - o prouni e o fies como financiadores do setor privado. *Educação em Revista*, v. 32, n. 4, p. 49–72, dez. 2016.
- CHAVES, V. L. J.; SANTOS, M. R. S. DOS; KATO, F. B. B. n. 08 - Financiamento público para o ensino superior privado-mercantil e a financeirização. *Jornal de Políticas Educacionais*, v. 14, p. 1–20, 2020.
- CHIAPPE, A. et al. Learning Analytics in 21st century education: a review. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 25, n. 97, p. 971–991, 2017.
- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Farmácia e Odontologia. p. 25, 2001.
- DIMER, F. A. et al. Impactos da nanotecnologia na saúde: produção de medicamentos. *Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1520–1526, 2013.
- FIGUEIREDO, G. DE O.; ORRILLO, Y. A. D. Currículo, política e ideologia: estudos críticos na educação superior em saúde. *Trabalho, Educação e Saúde*, v. 18, n. 1, 2020.
- FREITAS, C. M. et al. Uso de metodologias ativas de aprendizagem para a educação na saúde: análise da produção científica. *Trabalho, Educação e Saúde*, v. 13, n. 2, p. 117–130, 2015.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de Pesquisa Métodos de Pesquisa. [s.l.: s.n.].
- OKIDA, Y. et al. – 0110 Documento assinado eletronicamente nos termos da legislação vigente. n. D, p. 1–28, 2017.
- PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. [s.l.: s.n.].
- PYRRHO, M. et al. Interfaces entre saúde coletiva e bioética: a nanotecnologia como objeto-modelo. *Revista Bioética*, v. 27, n. 4, p. 587–594, dez. 2019.
- QUINTILI, M. Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, n. 42, p. 125–155, 2012.
- SANT, S. Patenteamento em nanotecnologia no Brasil: desenvolvimento, potencialidades e reflexões para o meio ambiente e a saúde pública. *FIOCRUZ*, setembro de 2013.
- SIQUEIRA-BATISTA, R. et al. Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 16, n. 2, p. 479–490, 2010.
- TOMKELSKI, M. L. et al. Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 25, n. 3, p. 665–683, set. 2019.



TUTOR-SÁNCHEZ, J. D.; TAKEUCHI, N. The importance of outreach and education activities in nanotechnology. *Momento*, n. 51, p. 45–58, 2015.

ALARCON, D. et al. Os desafios da educação em rede no contexto da indústria 4.0. [s.l: 2018].

BAHAMONDE-NORAMBUENA, D. et al. Nanopartículas poliméricas en dermocosmética. *International Journal of Morphology*, v. 33, n. 4, p. 1563–1568, 1 dez. 2015.

BARRETO, A. *Cadernos do GEA*, n. 6, jul./dez. 2014.

SILVA, A. C. C. Nanotecnologia em diagnóstico e terapia no brasil. Dissertação, grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, São Paulo, p. 54-128, 2015.

GELFUSO, G. M. et al. Preparações farmacêuticas e cosméticas com uso de nanotecnologia. *Brasília Médica*, v. 52, n. 1, p. 8–20, 1 jan. 2015.

FOSSATTI P; JUNG, H. S. Investigação em governança universitária: memórias. *Dados Eletrônicos – CANOAS, RS: Unilasalle*, v. 2, 2018.

QUIRINO-BARREDA, C. T. et al. Cristales líquidos liotrópicos. Nanoestructuras biomiméticas para uso tópico medicinal. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, v. 10, n. 19, p. 7, 10 jan. 2018.

RUBIO-PEREDA, P.; GUERRERO, J.; TAKEUCHI, N. Simulaciones computacionales para estudiar el nanomundo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, v. 41, n. 158, p. 30, 31 mar. 2017.

SOFFNER, R. Tecnologia e educação: um diálogo freire-papert. *Tópicos Educacionais - UFPE*, Recife, v.19, n.1, jan/jun. 2013.

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, p. 431–456, 28 ago. 2019.

PESSOA JR et al.; VITOLO M. (Coord.). *Biotecnologia Farmacêutica: Aspectos sobre aplicação industrial*. São Paulo: Blucher, 2015.