

Investigações experimentais sobre a nanotecnologia no âmbito da saúde

Experimental investigations on nanotechnology in the health field

Investigación experimental sobre nanotecnología en la asistencia sanitaria

Recebido: 30/10/2024 | Revisado: 12/11/2024 | Aceitado: 13/11/2024 | Publicado: 17/11/2024

Douglas Abilio

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4413-2505>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: douglas.abilio@hotmail.com

Weber de Santana Teles

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1770-8278>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: arteecura@hotmail.com

Max Cruz da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6944-5986>
Faculdade Pio Décimo, Brasil
E-mail: maxlf1@hotmail.com

Mariamália Newton Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0337-3510>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: mnandradenewton7@gmail.com

Ádamo Newton Marinho Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4699-9413>
Centro de Hemoterapia de Sergipe, Brasil
E-mail: adamonewtonmarinhoandrade@gmail.com

Resumo

A “nanotecnologia” tem chamado a atenção no decorrer dos últimos anos levando em consideração que tal ciência suscita a majoração na qualidade de vida dos seres humanos assim como a conservação do meio ambiente. O objetivo desta averiguação é descrever acerca das evidências surgida a serventia do corpo social através da nanotecnologia a sua aplicação no âmbito da medicina, visto que sua repercussão prática é cada vez mais aceita. Trata-se de uma investigação exploratória e qualitativa através de artigos científicos, revistas, livros, jornais, teses e dissertações, nas bases de dados Google Acadêmico, PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Semantic Scholar, Academia de Ciência e Tecnologia, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS periódicos) publicados entre 2008 a 2020. Com base no delineamento desta inquirição foi viável observar que a nanotecnologia possibilita vantagens na seara da sapiência do ser vivo, não meramente na ambiente médica, haja visto que o mesmo se materializa por meio dos fármacos, substâncias naturais ou sintéticas para higiene humana, manufaturas, equipamentos entre outros. Conclui-se que o designio desta pesquisa foi auferida, em virtude de que foi viável relatar métodos efetivados com a nanotecnologia em face das informações aqui descritas, como vantagens em face de enfermidades que acomete os diversos continentes.

Palavras-chave: Nanotecnologia; Medicina Integrativa; Saúde; Tecnologia em Saúde.

Abstract

“Nanotechnology” has attracted attention in recent years, considering that this science leads to an increase in the quality of life of human beings and the conservation of the environment. This investigation aims to describe the evidence regarding the usefulness of the social body through nanotechnology and its application in medicine since its practical impact is increasingly accepted. This is exploratory and qualitative research through scientific articles, magazines, books, newspapers, theses and dissertations, in the databases Google Scholar, PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Semantic Scholar, Academy of Science and Technology, Virtual Health Library (BVS periodicals) published between 2008 and 2020. Based on the design of this inquiry, it was possible to observe that nanotechnology enables advantages in the field of living beings' wisdom, not merely in the medical environment, since it is materialized through drugs, natural or synthetic substances for human hygiene, manufacturing, and equipment, among others. It is concluded that the purpose of this research was achieved, since it was possible to report methods implemented with nanotechnology given the information described here, as advantages in the face of diseases that affect the various continents.

Keywords: Nanotechnology; Integrative Medicine; Health; Health Technology.

Resumen

La “nanotecnología” ha llamado la atención en los últimos años, teniendo en cuenta que dicha ciencia conduce a un aumento de la calidad de vida de los seres humanos así como a la conservación del medio ambiente. El objetivo de esta investigación será describir las evidencias surgidas sobre la utilidad del cuerpo social a través de la nanotecnología y su aplicación en el campo de la medicina, ya que su repercusión práctica es cada vez más aceptada. Se trata de una investigación exploratoria y cualitativa utilizando artículos científicos, revistas, libros, periódicos, tesis y dissertaciones, en las bases de datos Google Scholar, PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Semantic Scholar, Academia de Ciéncia e Tecnologia, Virtual Health Library (revistas de la BVS) publicados entre 2008 y 2020. A partir del diseño de esta investigación fue factible observar que la nanotecnología permite ventajas en el área de la sapiencia de los seres vivos, no solo en el ámbito médico, dado que la misma se materializa a través de productos farmacéuticos, sustancias naturales o sintéticas para la higiene humana, manufacturas, equipos, entre otros. Se concluye que el propósito de esta investigación fue exitoso, ya que fue factible reportar métodos implementados con nanotecnología a la luz de la información aquí descrita, como ventajas ante enfermedades que afectan a los diferentes continentes.

Palabras clave: Nanotecnología; Medicina Integrativa; Salud; Tecnología Sanitaria.

1. Introdução

No decurso de sua longevidade o indivíduo atestou e prossegue sustentando que a mudança é essencial para a sobrevivência. Mudar está ligado ao processo de inovar. As transições no desenrolar-se das eras tomaram cursos ativo e célebre com amplitude global (Gomes et al., 2022).

Um panorama integrado por multinacionalização de comercializações, instaurações de agrupamentos em países que desejam estreitar relações comerciais, além de aditamento relativo à tecnologia enuncia que estamos entreposto em um painel de colossal transformação, e é nesta conjuntura que a nanotecnologia se acha adentrada (Hupffer et al., 2021).

O étimo do vocábulo nano, prefixo do verbete nanotecnologia, é conferida ao grego *nanno-*, de *nános* ‘anão’, fomentada factualmente em termos literatos no decorrer do século XIX, e tal prefixo revela o intento de pesquisadores de retratarem partículas de tamanho excessivamente ínfimas, como os nanômetros (nm), conforme destaca (Borelli et al., 2023).

A gênese preambular da nanotecnologia sobreveio por um físico teórico norte-americano do século XX, chamado de Richard Phillips Feynman que alvitrou a possibilidade de ordenação dos átomos um por um. Porém o parecer difundido pelo versado físico, foi manifestar que o manejo dos átomos e, por conseguinte compor hodiernos materiais trata-se tão somente de uma questão de sapiência e disponibilidade tecnológica para tornar-se concreta (Dias et al., 2021).

Posteriormente, o professor da Tokyo Science University, Norio Taniguchi no ano de 1974, demonstrou uma nova ferramenta tecnológica cuja aplicação ultrapassava o monitoramento de materiais e a engenharia em microescala. Entretanto, a noção do vocábulo hodiernamente abeira-se mais da concepção do cientista, engenheiro e nanotecnólogo estado-unidense, Kim Eric Drexler, que se refere ao método à de processamento envolvendo a manuseio átomo a átomo (Koga et al., 2023).

Apesar disso a “nanotecnologia” tem chamado a atenção no decorrer dos últimos anos levando em consideração que tal ciência suscita a majoração na qualidade de vida dos seres humanos assim como a conservação do meio ambiente. (Pinto et al., 2021).

Entretanto no perpassar da história nota-se previamente o surgimento de diretrizes de aporte financeiro e políticas públicas a respeito da ciência que se entrega ao estudo do controle da matéria numa proporcionalidade atómica e molecular ocupando-se com organização que variam de 1 a 100 nanômetros (MCTIC, 2019).

A investigação e evolução em nanotecnologia tencionam a manipulação da escala nanoscópica, assim como a integração para a formação de elementos e sistemas maiores. Tais eventualidades são na sua maioria incontáveis, prevendo-se que a nanotecnologia efetue um impacto maior no corpo social, posteriormente gerado pelo desenvolvimento da tecnologia em vários âmbitos no século XX. (Antunes et al., 2020).

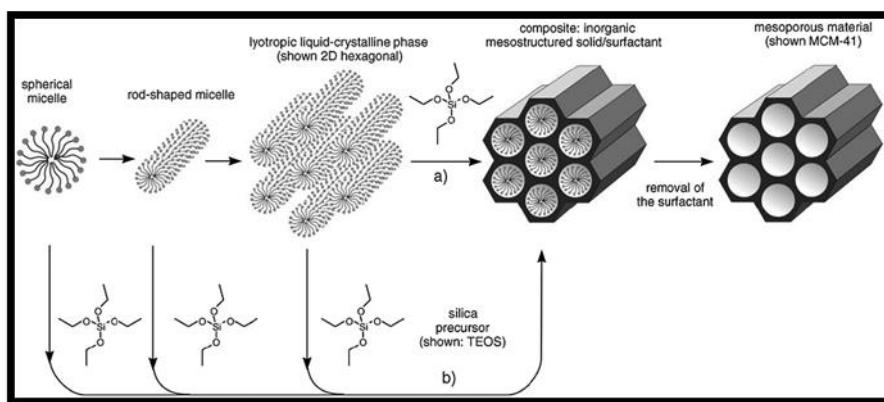
Mesmo assim, presume-se que numerosa resultânciа devem ocorrer do alargamento da celeridade das transformações por meio da utilização de nanocatalisadores e da comunhão dos elementos responsáveis na aplicação dos sistemas eletrônicos em escala molecular em consonância com técnica inovadora do silício (Akinhanmi et al., 2023).

A sílica é o insumo em maior quantidade encontrado na superfície do planeta terra, constituído por óxido de silício (SiO₂). As Nanopartículas compostas de sílicas são estruturas que possuem partículas em dimensões nanométricas com robustas esferas superficial de estabilidade termodinâmica de um sistema químico. Tais caracteres remetem a uma alta performance de substratos de alicerces catalíticos (Oliveira et al., 2023).

As nanopartículas de sílica são similares a receptáculos que podem ser capazes de transportar as biomoléculas. Na seara biomédica a sua utilização e averiguação vem transportando melhorias contínuas do âmbito da saúde, tendo em conta a sua capacidade de absorver moléculas biológicas em seu interior devido a sua constituição porosa, que concede a saída de partículas de forma morosa e moderada (Karande et al., 2021).

Os precedentes materiais com dimensões nanométricas de sílica mesoporosas (MSN - Mesoporous Silica Nanoparticle) foram elaboradas pela Mobil Oil Corporation, essa organização nanométrica era estruturada em modelos hexagonais e foi apontada como MCM-41 como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema de formação do nanomaterial de sílica mesoporosa do tipo MCM-41.



Fonte: <https://nanomateriais.wordpress.com/2017/01/23/nanoparticulas-de-silica/>

No âmbito da medicina convencional a nanotecnologia vem atraindo olhares por parte de pesquisadores não meramente no quesito da aplicabilidade pontual, dispensas morosas e monitoradas como também no seu condão de ser multivalente. Incontáveis estudos têm demonstrado as benesses da nanotecnologia na profilaxia e tratamento no âmbito da saúde, tais como o recurso terapêutico perante a intervenção do crescimento desordenado de células de doenças inflamatórias, cardiovasculares, neurológicas e ao combate do vírus da imunodeficiência adquirida (AIDS) (Oliveira et al., 2022).

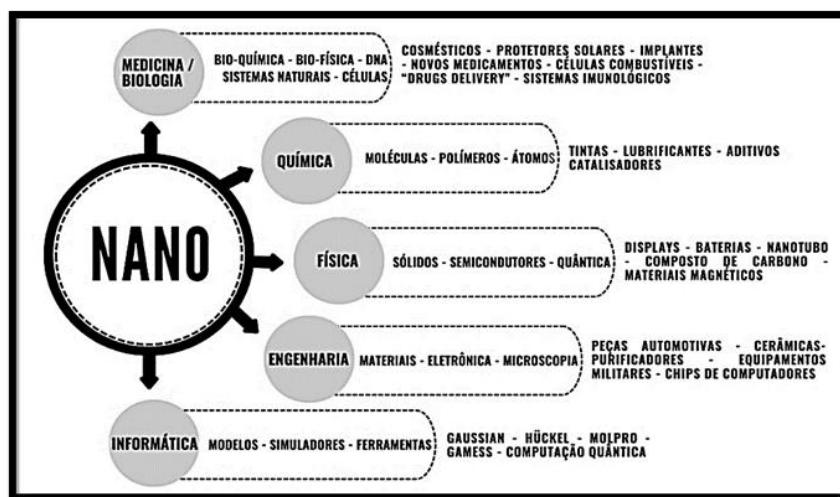
Diante do supradito, o objetivo desta averiguação foi descrever acerca dos indícios surgido a benefício do corpo social através da nanotecnologia e sua aplicação no âmbito da medicina, visto que sua repercussão e práticas são cada vez mais aceitas.

2. Metodologia

A perquirição é estabelecida como cientometria pela aplicabilidade da utilização da nanotecnologia no âmbito da saúde. Trata-se de uma investigação exploratória e qualitativa (Estrela, 2018 & Severino, 2018). Para consolidação quantitativa foi por meio da revisão bibliográfica narrativa (Cavalcante & Oliveira, 2020; Rother, 2007) na qual estas etapas

foram seguidas: (1) Busca de artigos científicos, revistas, livros, jornais, teses e dissertações, nas bases de dados Google Acadêmico, PubMed, Scientific Electronic Library Online (Scielo), Semantic Scholar, Academia de Ciência e Tecnologia, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS periódicos), Ministério da Saúde (MS), Minha Biblioteca, MedLine e CAPES periódicos, usando os seguintes Descritores em Ciências da Saúde, em idiomas inglês e português “Nanotecnologia AND Saúde”, “Aplicações AND Perspectivas da Nanotecnologia” e “Impactos AND Nanotecnologia”. (2) Utilização dos critérios de apuração; (3) Extração dos dados alcançados; e (4) Averiguação das inquirições, de acordo com a (Figura 2).

Figura 2 - Etapas bibliográficas seguidas nesta pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

Os periódicos que retornaram dessa fase de exame foram ponderados ajuizadamente para apuração dos que se achavam dentro do escopo, ou seja, no contexto da temática da pesquisa. Quaisquer artigos que não aludiam acerca do tema foram excluídos. A escolha dos manuscritos foi no período de 2008 a 2020. Esta pesquisa foi elaborada por meio da questão norteadora: Quais as aplicações e perspectivas da nanotecnologia na saúde?

3. Resultados e Discussão

O impulso da medicina em deslindar recentes conhecimentos sobre o corpo humano era vultosa, não obstante os pecúlios eram escassos para operacionalizar conquistas e aprimorar técnicas. Meramente no decorrer das eras de desenvolvimento da tecnologia, o indivíduo pôde ordenar sua cognição nos antagônicos âmbitos e desta forma granjeou edificar pesquisas e aperfeiçoar a seara médica (Andrade, 2019).

Dentre os imprescindíveis benefícios desenvolvidos até o momento, podemos destacar a facilidade em detectar doenças, maior assertividade nos diagnósticos, com a utilização de litografia de nanoimpressão para a fabricação de sensor que pode detectar COVID-19 e outros vírus, assim como detecção de células cancerígenas na corrente sanguínea (Ferreira, 2018).

Tais elucidações estabelecem um colossal potencial da nanotecnologia como aditamento das etapas de absorção, distribuição, biotransformação e excreção de fármacos, proporcionando uma alta verificação e precisão.

A nanotecnologia necessita particularmente de insumos que detenham moléculas aptas a executar funções de forma célere e concisa, haja visto que os traços físicos e químicos são frenéticos. A cognição primordial da nanotecnologia é propiciar que a computação usufruída através desse parque tecnológico, ação e comtemple todo o contexto de maneira microscópica. Entretanto para operacionalização do processo se faz necessário que estes insumos sejam programados de acordo com a carência (Mazzeo et al., 2018).

A nanotecnologia empregue na esfera médica servir-se de sistematizações de transporte e liberação medicamentosa, instrumentos robóticos, utilizados em métodos de diagnósticos e procedimentos cirúrgicos e maquinismo nano biomédicos. Tais métodos de deslocamento de medicamentos no corpo humano, conforme os investigadores, sucede por meio da funcionalidade de nanorrobôs, que são inseridos oralmente ou de forma intravenosa no corpo humano (Moreira, 2018).

Antes de inseridos, os nanorrobôs são projetados para detectar células contraproducentes ou contaminadas e agir pontualmente sob elas, dessa forma são capazes de atuar onde os fármacos usuais não conseguem alcançar. Ressalta-se que já existe nanorrobôs aptos a serem deglutidos. Incontáveis indivíduos são portadores de problemas no estomago, onde os medicamentos não possuem efetividade, pois a ambieência onde agem o pH é bastante baixo, dessa maneira a incumbência dos nanorrobôs no corpo humano é inutilizar o ácido gástrico e seguidamente liberar os antibióticos essenciais para o tratamento terapêutico da doença (Saturno, 2018).

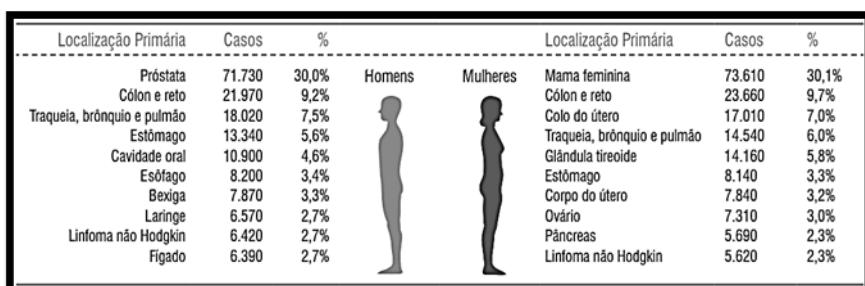
Destacamos uma esfera de tratamento que tem defrontado inúmeras adversidades, é a de enfermidades neurológicas que são moléstias que afetam o Sistema Nervoso Central (SNC), em razão da complexidade e as intervenções peculiares desta área, particularmente a Barreira Hematoencefálica (BHE), empecilho para que o medicamento atinja o seu desígnio terapêutico (Moradi et al., 2020).

Dentre essas aplicabilidades auspiciosas, salientamos a funcionalidade de nanopartículas magnéticas que não causa danos ou rejeição no sistema biológico direcionada para diagnose e intervenção do câncer em métodos como crescimento do contraste por meio de um exame que usa um forte campo magnético e ondas de rádio de frequência muito alta para produzir imagens extremamente detalhadas, a cisão celular e o processo tecnológico que transporta o fármaco diretamente do tecido administrado no paciente até o local de ação.

O câncer é a substancial causa de adversidade no sistema público de saúde global, apresentando-se como uma das maiores razões para os óbitos e concomitantemente para expectação de vida em todos os continentes. A repercussão para o número de novos casos e dos falecimentos por câncer está avolumando-se celeremente no panorama coletivo (Sung et al., 2021). Tal acréscimo é fruto particularmente das modificações populacionais e epidêmicas por qual o mundo experimenta, assim como o desgaste do corpo físico e modificações de hábitos e do meio ambiente são responsáveis pelo aumento do índice e óbito por câncer (Wild et al., 2020).

A repercussão da doença em que as células anormais se dividem incontrolavelmente e destrói o tecido do corpo, ocorre em aproximadamente 19,3 milhões de indivíduos em diversos continentes e um em cada cinco pessoas haverá de ter câncer no decorrer da existência. Informações apontadas pelo Instituto Nacional de Câncer (INCA), 2023, estabelece de forma sistemática os dez tipos de câncer com maior incidência global como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Distribuição proporcional dos dez tipos de câncer mais incidentes estimados para 2023 por sexo, exceto pele não melanoma.



Fonte. INCA (2023).

No território brasileiro no transcorrer do ano 2020, foram notificadas 2.289 mortes por câncer de crianças. Para os indivíduos do sexo masculino houve 1.295 óbitos e para os indivíduos do sexo feminino houve 994 óbitos (Brasil, 2022).

Conforme (Goia et al., 2008) a nanotecnologia direcionada para o âmbito oncológico são fundamentados nos preceitos físicos. As nanopartículas podem ser utilizadas de maneira eficaz na terapêutica do câncer haja vista a sua prestabilidade de um campo de magnetismo externo. No instante em que as nanopartículas detentoras de um campo magnético podem ser utilizadas por meio de vetorização ou encaminhamento de fármacos ao local direcionado, assim como o aprimoramento de tecnologia através de técnica de imagem médica denominada ressonância magnética.

Não obstante o uso da nanopartícula provida de campo magnético na terapêutica do câncer tem correlação com seu grau de abrangência intracelular e na minimização das doses essenciais e singularmente porque esses sistemas alcançam exclusivamente células cancerígenas (Shi et al., 2019).

Investigações realizadas pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC), 2016 da Universidade de São Paulo (USP) demonstraram através da nanotecnologia que é possível destruir células por meio da encapsulação das nanopartículas de campo magnético com polímeros que alcançam altas temperaturas. O arcabouço da técnica supradita tem sido promissor, entretanto tem sido pouco usada para erradicação de células cancerígenas, demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Imagem obtida por microscopia eletrônica de varredura das nanopartículas de magnetita encapsuladas com polímero.

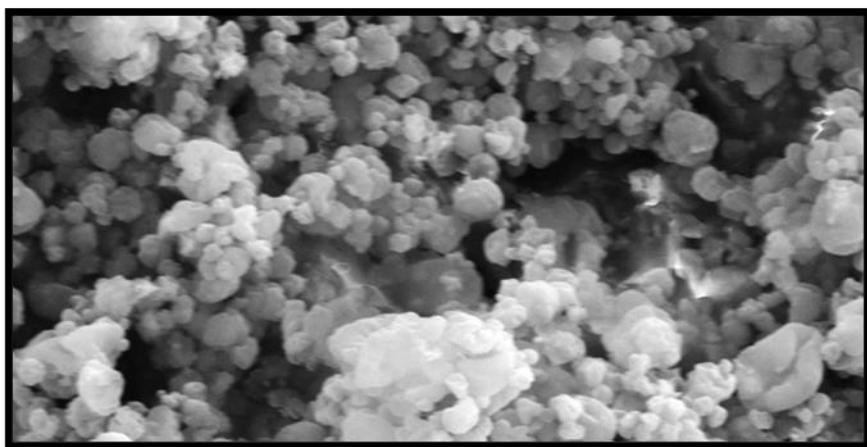
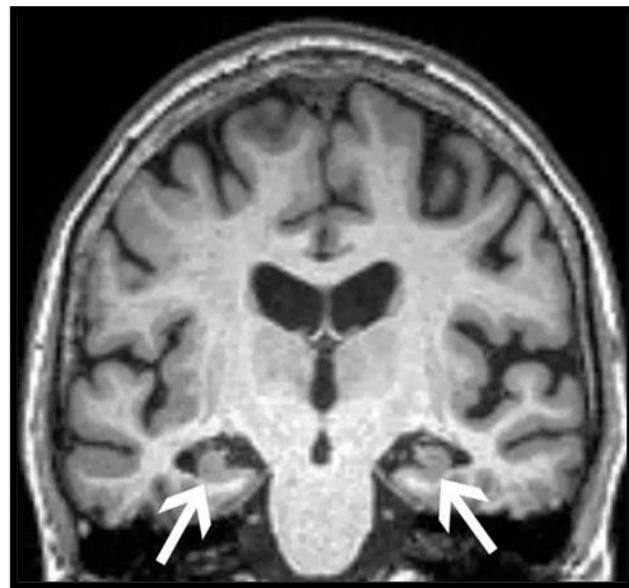


Foto: Caio José Perecin, Retirado de: <https://jornal.usp.br>

A Doença de Alzheimer (DA) é uma moléstia neurodegenerativa gradativa que acomete aproximadamente 55 milhões de indivíduos que experimentam alguma forma de demência, sendo a que maior incidência é da doença de Alzheimer que alcança sete entre dez pessoas nesse experimento em todo o globo (Agência Brasil, 2022).

Ocasionada pelo aglomerado atípico de proteínas de peptídeos com 36/43 aminoácidos, principal integrante das placas amiloide examinadas no cérebro de indivíduos com enfermidade de Alzheimer. Esses aglomerados geram distúrbios nos neurônios, ocasionando a morte neural. As células do cérebro situadas no hipocampo, que tem associação a instrução, e são comumente as prévias a serem desarranjadas pelo Alzheimer ilustrado na Figura 5 (Schilling et al., 2022).

Figura 5 - Comprometimento cognitivo leve para a doença de Alzheimer, de acordo com um estudo apresentado na reunião anual da Sociedade Radiológica da América do Norte (RSNA).



Fonte: <https://www.infosalus.com>.

A DA é a forma mais singular de alheação em razão à sua natureza neurodegenerativa e progressiva. Assinalada por um séquito de sintomas, envolvendo desmemória, problema na fala, capacidade de avaliar como as coisas são organizadas no espaço e mudanças da personalidade. Entretanto ainda que sua incidência seja perceptível, a diagnose da enfermidade, prossegue sendo um incitamento relevante na área médica da atualidade devido à alta taxa de envelhecimento no mundo (Pereira, 2022).

Outra dificuldade defrontada para o tratamento da DA, é o método tradicional entrega dos fármacos, adversidade na aplicação e na utilização devido o intrincamento molecular, dissolvência com limitação, capacidade de responder da forma esperada em relação a aglomeração operante e complexidade molecular, solubilidade limitada, reatividade do grupo funcional e inconstância integral. Contudo há continências restritivas críticas no uso de fármacos voltados ao Sistema Nervoso Central (SNC) que envolve a barreira sangue-líquido cefalorraquidiano (De Sousa et al., 2023).

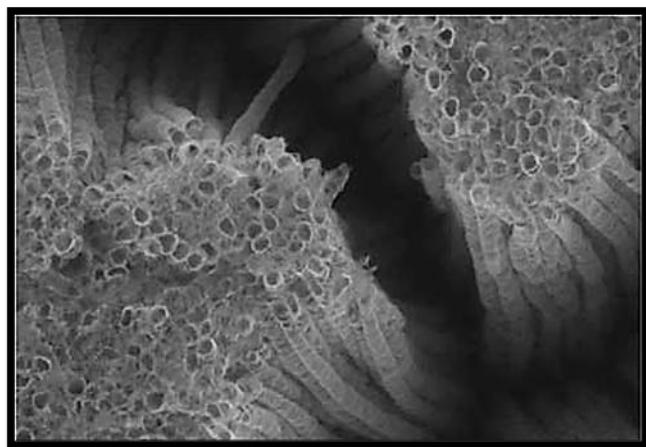
O transporte de fármacos utilizando nano partículas é um método favorecedor para amplificar a inserção de incontáveis agentes medicativos no SNC, minimizando as diligências de dose, evitando efeito adverso. Desiguais categorias de nano partículas podem ser capazes para transportar o fármaco às células-alvo no órgão. As nanopartículas estão à disposição em inúmeras conformações, como a exemplo de um líquido em glóbulos microscópicos no meio de um outro líquido com o qual não é miscível, materiais que podem se apresentar em estados da matéria compreendidos entre o líquido e o sólido nanobastões, entre outros. (Sbalqueiro et al., 2018).

Dessa forma, cingir os medicamentos com nanopartículas será uma conduta propícia na prática médica integrativa da mente. Investigações efetuadas com a quercetina, demonstram a supressão do ajuntamento do peptídeo beta-amilóide, indicando sua capacidade como fator que impedem lesões encefálicas. Contudo, por razão da limitação solúvel da quercetina e transformações químicas principais, alcançando seus proveitos é inusitadamente árduo.

Não obstante as nanopartículas que rodeiam a cápsula envolvendo a quercetina com nano lipídicas em estado sólidos e carreadores lipídicos nano ordenados, são operantes com transferrina, conduzindo as diminutas nano partículas a transpor a barreira hematoencefálica (Cruz-Lopes et al., 2022).

Estudos realizados no decorrer do ano de 2008, com ratos, demonstrou que, após instilar um medicamento líquido no orifício nasal, nanopartículas de dióxido de titânio foram encontradas no cérebro dos roedores, singularmente no bulbo olfativo e no hipocampo, local referente onde nos humanos localizam a memória demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Feixes de nanotubos de dióxido de titânio. Na escala nanométrica, a toxicidade e a ecotoxicidade dos materiais diferem fortemente daquilo que elas apresentam nas escalas micro ou macroscópica.



Fonte: Argonne National Laboratory, Wikepédia CC - <https://lques.iqm.unicamp.br>.

Os investigadores anelaram descobrir o mecanismo de invasão das nanopartículas no cérebro, especialmente a barreira hematoencefálica. Membros do CEA e da Universidade Joseph Fourier, de Grenoble, França, reestruturaram um protótipo celular de bloqueio protetor, relacionando células do endotélio semeada sobre uma membrana, e células neuroglia (Carrière et al., 2012).

Entretanto um outro invés das nanotecnologias são seus riscos. Ou seja, ainda subsiste uma insciência em face dos elementos em escala nano, pois, suas características e suas decorrências nos seres vivos são dissemelhante. Os nanomateriais podem ser absorvidos pela estrutura do ser vivo por meio oral, nasal, derme e veias, solo, água e ar. Pelas rotas supramencionadas, as nanotecnologias transportam benesses mas também vários riscos, que podem ocasionar infortúnios no ambiente e que nos dias atuais são obscuros. Todavia tais ameaças são discernidas pelos órgãos regulamentadores (Filho, 2021).

A nanotoxicidade pode ser elucidada em esferas de pareceres, onde a descrição bem estipulada das nano partículas é julgada por uma perquirição antecedente, tencionando concatenar os resultados biológicos. Sinalizam que análises efetuadas in vitro são executadas, manuseando células para avaliar o efeito de toxicidade dessas nanopartículas na esfera celular, e seguidamente averiguações in vivo são vistas, onde se alcançam resultados biológicos estimulado pela exibição às nanopartículas, sendo desenvolvidas usando animais modelo (Borsato et al., 2020).

Pesquisa desenvolvida por Almeida et al., (2015), estabelece que partes dos nanomateriais tais como nanotubos de carbono com diâmetros da ordem de 1 a 100 nm, contendo de 15 a 20.000 átomos de prata, sílica cuja fórmula química é SiO₂, óxido de alumínio (Al₂O₃), dióxido de titânio, e zinco, são capazes de ocasionar repentinas adversidades de segurança e de perigo para a saúde do homem, através da aspiração de nanopartículas, invadindo barreiras adentrando nas pequenas bolsas que constituem a menor unidade funcional do aparelho respiratório.

No entanto a apreensão sucede em face o manuseio da nanopartícula no âmbito da medicina, haja visto que a consequência no bem-estar do homem por meio da exposição continuada ainda não foi pontuada sobre as noções da

decorrência toxicas dos nanomateriais, o que gera controvérsias à nanomedicina no que diz respeito as normas e legislações necessárias para efetivação das pesquisas (Mathur et al., 2018).

4. Considerações Finais

Com base no delineamento desta inquirição foi viável observar que a nano tecnologia possibilita vantagens na seara da sapiência do ser vivo, não meramente na ambiência médica, haja visto que o mesmo se materializa por meio dos fármacos, substâncias naturais ou sintéticas para higiene humana, manufaturas, equipamentos entre outros.

Notou-se que a nanotecnologia tem um ofício significativo em face a tecnologia da medicina, assim como o aditamento dos fármacos. Este manuscrito foi capaz de apontar que a ferramenta tecnológica em ascensão é apta na utilização de seus atributos e particularidades singulares, de tal forma que é capaz de sugerir no aprimoramento de análises, recurso terapêutico, tencionando e salvaguardando o bem-estar dos pacientes, assim como amparando a equipe multidisciplinar nas tomadas de decisões.

O desígnio desta pesquisa foi auferido, em virtude de que foi viável relatar métodos efetivados com a nanotecnologia em face das informações aqui descritas, como vantagens em face de enfermidades que acomete os diversos continentes e que ainda são uma esfinge para a terapêutica médica, assim como a dificuldade de obtenção de informações concordante e representativa para aperfeiçoamento dos procedimentos operacionais da nanotecnologia.

Espera-se que essa pesquisa sirva como base para o desenvolvimento de novos estudos acerca do tema, garantindo a continuidade das pesquisas científicas.

Referências

- Akinhanmi, F. O., Ayanda, O. I., Ahuekwe, E. F., & Dedeke, G. A. (2023). Mitigating the Impacts of the COVID-19 Pandemic on Crop Farming: A Nanotechnological Approach. *Agriculture*. 13(1144), 1-27.
- Almeida, A. C. S., Franco, E. A. N., Peixoto, F. M., Pessanha, K. L. F., & Melo, N. R. (2015). Aplicação da nanotecnologia em embalagens de alimentos. *Polymers*. 25((spe). <https://doi.org/10.1590/0104-1428.2069>.
- Andrade, V. (2019). A Evolução da Tecnologia: da descoberta do fogo à inteligência artificial. 4(8). https://www.tecnoveste.com.br/a-evolucao-da-tecnologia-da-descoberta-do-fogo-a-inteligencia-artificial/#google_vignette.
- Antunes, F. S., & Backx, B. P. (2020). Nanotecnologia e seus impactos na sociedade. *R. Tecnol. Soc. Curitiba*. 16(40), 1-15.
- Borelli, E., & Conceição, M. H. (2023). Nanotecnologia: inovação e sustentabilidade Nanotechnology: innovation and Sustainability. *International Journal of Scientific Management and Tourism*. Curitiba. 9(1), 422-440.
- Borsato, P. A. M., et al. (2020). Produção de nanopartículas de curcumina com policaprolactona (PCL) e avaliação da nanotoxicidade em Drosophila melanogaster. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Brasil. (2022). Ministério da Saúde. DATASUS. *Tabnet*. Brasília, DF: Ministério da Saúde.
- Brasil. (2019). *Plano de Ação de CT&I para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras Volume I - Nanotecnologia*. Brasília (DF): MCTIC.
- Cavalcante, L. T. C. & Oliveira, A. A. S. (2020). Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Psicol. Rev.* 26(1). <https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100>.
- Cruz-Lopes, L., et al. (2022). Nanopartículas no tratamento da doença de alzheimer. *Millenium-Revista de Educação, Tecnologias e Saúde*. (2.ed. espec nº10), 77-92. DOI: <https://doi.org/10.29352/mill0210e.26245>.
- Diasa, B. P., Ribeiroa, E. M. C., Gonçalvesa, R. L., Oliveira, D. S., Ferreira, T. H., & Silva, B. M. (2021). A Nanotecnologia no Brasil e o Desenvolvimento de Produtos Com Atividade Antimicrobiana. *Quim. Nova*. 44(8), 1084-1092.
- Estrela, C. (2018). Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa. *Porto Alegre: Artes Médicas*.
- Ferreira, V. B. (2018). Nanotecnologia e sua importância no contexto brasileiro. In: E-science e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil. Salvador: EDUFBA. 97-106.
- Gomes, S., Lopes, J., & Ferreira, L. (2022). O impacto da economia digital no crescimento econômico: o caso dos países da OCDE. *Revista de Administração Mackenzie – RAM*. 23(6).

- Hupffer, H. M., Pinto, M.A.B., & Quevedo, D.M. (2021). Produtividade científica sobre nanotecnologia (2007-2019). *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis*. 26(2), 1-21.
- Infosalus/Investigación. (2020). Un estudio asocia la ansiedad con la aparición rápida del Alzheimer.
- Karande, S. D., Jadhav, S. A., Garud, H. B., Kalantre, V. A., Burungale, S. H., & Patil, P. S. (2021). *Nanotechnol. Environ. Eng.* 2(4).
- Lima, J. S., Cardoso, A. L. S., & Filho, M. P. S. (2017). Aplicações da nanotecnologia na medicina. In: ETIC - Encontro de Iniciação Científica. Presidente Prudente. *Proceedings*. 8(22).
- Mathur, P., J. H. A., Ramteke, S., & Jain, N. K. (2018). Pharmaceutical aspects of silver nanoparticles. *Artificial cells, nanomedicine, and biotechnology*. 46(1), 115-126.
- Mazzeo, A., & Santos, E. J. C. (2018). Nanotecnologia e as células progenitoras adultas multipotentes na Medicina Reparativa: perspectivas terapêuticas. *Einstein (São Paulo)*. São Paulo. 16(4). DOI: 10.31744/einstein_journal/2018RB4587.
- Morad, S., et al. (2020). Nanoformulations of Herbal Extracts in Treatment of Neurodegenerative Disorders. *Front Bioeng Biotechnol*. 7(8), 238.
- Oliveira, R. F., Martinez, D. S. T., & Fazzio, A. (2022). A nanotecnologia na saúde: a nanotecnologia e os nanomateriais são elementos centrais para a inovação e solução de problemas na área da saúde. *Cienc. Cult. [online]*. 74(4), 1-10.
- Pereira, E. S. (2022). O papel da psicomotricidade no tratamento da doença de Alzheimer: uma revisão de literatura. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. 6(7), 146-155.
- Pinto, M. A. B., Hupffer, H. M. Q., & Müller, D. (2021). Produtividade científica sobre nanotecnologia (2007-2019). *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*. 26(2), 6.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta paul. enferm*. 20 (2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.
- Saturno, A. (2018). 5 invenções da nanotecnologia. Intérprete: Joyce Macedo. Roteiro: Ares Saturno. *Canal Tech*. 1(2).
- Sbalqueiro, G., et al. (2018). Uso da nanotecnologia para o desenvolvimento de fármacos. *Revista Saúde e Desenvolvimento*. 12(10), 242-252.
- Severino, A. J. (2018). Metodologia do trabalho científico. *São Paulo: Cortez Editora*.
- Shi, Y., & Lammers, T. (2019). Combining nanomedicine and immunotherapy. *Accounts of Chemical Research*. 52, 1543-1554.
- Silva G. F., J., & Siqueira, M. (2017). Review on alzheimer's disease: diagnosis, evolution and cares. *Psicologia, Saúde & Doença*. 18(1), 131-140.
- Sousa, W. F., et al. (2023). Nanotecnologia como ferramenta farmacocinética para o tratamento de doenças neurológicas. *Revista Contemporânea*. 3(7), 9008-9029.
- Sung, H., et al. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: Cancer Journal for Clinicians, Hoboken*. 71(3), 209-249.
- Wild, C. P., Weiderpass, E., & Stewart, B. W. (2020). World cancer report: cancer research for cancer prevention. *Lyon, France: International Agency for Research on Cancer*.