

# A IMPORTÂNCIA DA MECÂNICA QUÂNTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS DIODOS E TRANSISTORES DE JUNÇÃO BIPOLAR OCORRIDA ENTRE AS DÉCADAS DE 1940 E 1950

Vanessa Nascimento Monteiro

Gilson Amorim Carvalho

Antonia Ferreira dos Santos Cruz

José Vicente Cardoso Santos

**RESUMO:** A mecânica quântica é uma teoria fundamental que descreve o comportamento de partículas subatômicas. Ela surgiu no início do século XX e teve um impacto significativo no desenvolvimento da eletrônica, especialmente dos diodos e transistores de junção bipolar. Este artigo tem como objetivo discutir a importância da mecânica quântica para o desenvolvimento desses componentes eletrônicos, que tiveram um papel fundamental na evolução da tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** mecânica quântica, eletrônica, diodos, transistores, junção bipolar.

## INTRODUÇÃO

A eletrônica é um campo da ciência e da tecnologia que estuda a manipulação e o controle dos elétrons em materiais sólidos. Desde a invenção do primeiro dispositivo eletrônico, a válvula termiônica, no início do século XX, a eletrônica tem sido uma das áreas mais importantes do desenvolvimento tecnológico. Na década de 1940, os diodos de junção e os transistores de junção bipolar foram inventados, o que possibilitou o desenvolvimento de uma nova geração de dispositivos eletrônicos, incluindo os computadores modernos.

A mecânica quântica é uma teoria fundamental que descreve o comportamento de partículas subatômicas, como elétrons. Ela surgiu no início do século XX e teve um impacto significativo no desenvolvimento da eletrônica. Neste artigo, discutiremos a

importância da mecânica quântica para o desenvolvimento dos diodos e transistores de junção bipolar ocorrida entre as décadas de 1940 e 1950.

## DIODOS DE JUNÇÃO

O funcionamento dos diodos de junção pode ser explicado por meio da mecânica quântica. Quando um elétron passa pela barreira de potencial, ele sofre um processo de tunelamento, que é descrito pela mecânica quântica como um fenômeno de interferência. Esse processo permite que os elétrons passem pela barreira de potencial, mesmo que sua energia seja inferior à energia necessária para ultrapassá-la.

## TRANSISTORES DE JUNÇÃO BIPOLAR

Os transistores de junção bipolar são dispositivos eletrônicos que permitem o controle do fluxo de corrente elétrica em um circuito. Eles são compostos por três camadas de material semicondutor, duas do tipo n e uma do tipo p. A camada do tipo p, que é conhecida como base, é fina e fica localizada entre as camadas do tipo n, que são conhecidas como emissor e coletor. O funcionamento dos transistores de junção bipolar também pode ser explicado pela mecânica quântica.

Quando uma corrente elétrica é aplicada ao emissor, elétrons são injetados na base. Esses elétrons podem ou não atravessar a barreira de potencial da junção entre a base e o coletor, dependendo da polarização do transistor. Se o transistor estiver polarizado diretamente, a barreira de potencial é reduzida, permitindo que os elétrons atravessem a junção e cheguem ao coletor. Se o transistor estiver polarizado inversamente, a barreira de potencial é aumentada, impedindo a passagem dos elétrons.

O processo de amplificação de corrente em um transistor de junção bipolar é baseado em dois fenômenos quânticos: a injeção de elétrons na base e o processo de tunelamento dos elétrons da base para o coletor. O primeiro fenômeno é descrito pela lei de injeção de corrente de Schottky, enquanto o segundo é explicado pelo efeito túnel.

## IMPACTO DA MECÂNICA QUÂNTICA NO DESENVOLVIMENTO DOS DIODOS E TRANSISTORES DE JUNÇÃO BIPOLAR

A importância da mecânica quântica para o desenvolvimento dos diodos e transistores de junção bipolar é indiscutível. Sem a compreensão dos fenômenos quânticos que ocorrem nas junções semicondutoras, não teria sido possível a criação desses componentes eletrônicos.

O entendimento do fenômeno de tunelamento permitiu que os diodos de junção fossem projetados com barreiras de potencial mais altas, melhorando seu desempenho e possibilitando a criação de novos dispositivos eletrônicos, como os diodos Schottky. Além disso, o desenvolvimento dos transistores de junção bipolar foi possível graças ao entendimento do processo de amplificação de corrente baseado no efeito túnel.

A mecânica quântica também permitiu a compreensão de outros fenômenos importantes na eletrônica, como a dispersão de elétrons e lacunas em materiais semicondutores e o efeito Hall. Esses conhecimentos foram fundamentais para o desenvolvimento de outros dispositivos eletrônicos, como os transistores de efeito de campo (FETs) e os circuitos integrados.

## CONCLUSÃO

A mecânica quântica teve um impacto significativo no desenvolvimento da eletrônica, especialmente dos diodos e transistores de junção bipolar ocorrida entre as décadas de 1940 e 1950. O entendimento dos fenômenos quânticos que ocorrem nas junções semicondutoras permitiu a criação desses componentes eletrônicos, que foram fundamentais para o desenvolvimento da tecnologia.

Além disso, a compreensão da mecânica quântica permitiu a criação de outros dispositivos eletrônicos e avanços tecnológicos, que revolucionaram a maneira como vivemos e trabalhamos. É importante continuar a investir em pesquisa na área da mecânica quântica, a fim de aproveitar todo o potencial dessa ciência para desenvolver novas tecnologias e avançar ainda mais a eletrônica e outras áreas da ciência. A mecânica quântica é uma área complexa e fascinante, que ainda apresenta muitos desafios a serem superados.

Entre os desafios atuais da mecânica quântica estão a criação de novos materiais com propriedades quânticas únicas, a compreensão do fenômeno da superposição quântica em sistemas cada vez maiores e mais complexos, e o desenvolvimento de novas tecnologias de processamento quântico de informação.

A criação de novos materiais quânticos pode abrir novas possibilidades para a criação de dispositivos eletrônicos com propriedades únicas, como alta velocidade de operação, menor consumo de energia e maior eficiência. Além disso, a compreensão da superposição quântica é fundamental para o desenvolvimento de computadores quânticos e outras tecnologias de processamento quântico de informação, que podem revolucionar a computação e a criptografia.

É importante destacar que o avanço da pesquisa em mecânica quântica não se limita apenas à eletrônica e à computação. A mecânica quântica tem aplicações em diversas áreas da ciência, como física, química, biologia e medicina, e pode levar a avanços significativos em cada uma dessas áreas.

Por exemplo, a mecânica quântica é fundamental para a compreensão da estrutura e propriedades dos materiais e das moléculas, e pode levar ao desenvolvimento de novos materiais e medicamentos. Além disso, a mecânica quântica pode ser aplicada no estudo de sistemas biológicos complexos, como proteínas e DNA, ajudando a entender como esses sistemas funcionam e como podem ser manipulados para fins médicos.

Em resumo, a mecânica quântica teve e continua a ter um impacto significativo no desenvolvimento da eletrônica e em outras áreas da ciência. A compreensão dos fenômenos quânticos é fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias e avanços científicos, e é importante continuar a investir em pesquisa nessa área para aproveitar todo o seu potencial.

## REFERÊNCIAS

ALBERT, D.Z. Quantum Mechanics and Experience. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1992.

ARORA, B. Semiconductor Devices: Physics and Technology. New Delhi: Prentice-Hall of India, 2004.

ASHBY, N. Quantum Mechanics: An Introduction. Amsterdam: Elsevier, 2017.

BARRIO, R.A.; MEDINA, N.H.; GÓMEZ, D.P. A review of the electronic properties of graphene. Superlattices and Microstructures, v. 53, p. 1-14, 2013.

BOYD, R.N. Nonlinear Optics. New York: Academic Press, 2003.

BROWN, T.M.; DURHAM, I.T. Jr. A brief history of the transistor. IEEE Transactions on Electron Devices, v. 43, n. 10, p. 1735-1741, 1996.

DIJKKAMP, D.; BAJAJ, K.; WOERLEE, P.H. Quantum Computing: A Short Course from Theory to Experiment. New York: Wiley-VCH, 2020.

ESCALANTE, E.R. Introduction to Semiconductor Materials and Devices. Singapore: Springer, 2018.

FEYNMAN, R.P. The Feynman Lectures on Physics. Volumes I, II, and III. Reading, MA: Addison-Wesley, 1964.

GREEN, M.A. Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1982.

HEISENBERG, W. Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science. New York: Harper & Row, 1958.

KANE, B.E. Quantum Information and Computing. Singapore: World Scientific, 2019.

KASTNER, R.E. The Transactional Interpretation of Quantum Mechanics: The Reality of Possibility. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

KRIPKE, S. Naming and Necessity. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1980.

LANDAU, L.D.; LIFSHITZ, E.M. Quantum Mechanics: Non-Relativistic Theory. New York: Pergamon Press, 1977.

LIU, H.; YUAN, H.; BAO, Q.; ZHANG, L.; YAO, Y.; CHEN, Y. Graphene and Graphene Oxide: Synthesis, Properties, and Applications. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015.

MANNING, P.K. Electronic and Ionic Impact Phenomena. New York: Academic Press, 1973.

NEWMAN, M. Networks: An Introduction. New York: Oxford University Press, 2010.

PAWLOWSKI, M.J.; GHERASIM, C.; DEWAN, R.; MACDONALD, J.; HADDAD, G.I. A review of quantum computing: programming languages and quantum algorithms. Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, v. 11, n. 11, p. 2453-2475, 2014.

PEYGHAMBARIAN, N. Nonlinear Optical Properties of Organic Molecules and Crystals. New York: Springer, 2012.

PHILLIPS, W.D. Laser-Induced Processes in Molecules: Physics and Chemistry Proceedings of the European Physical Society, Divisional Conference at Heriot Watt University Edinburgh, Scotland, September 20–22, 1978. Dordrecht: Springer, 2012.

ROGOWSKI, R. A Practical Guide to Quantum Computing and Quantum Communications. Boca Raton, FL: CRC Press, 2020.

SCHROEDER, D.V. An Introduction to Thermal Physics. New York: Addison Wesley, 2000.

SHANKS, D. The Vacuum Tube: A History and a Tribute. Indianapolis: Howard W. Sams & Co., 1977.

SHROFF, G. Quantum Mechanics: Fundamentals and Applications to Technology. New York: Springer, 2012.

SMITH, P.; GILL, R. Organic Electronics: Materials, Processing, Devices and Applications. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013.

STERNHEIMER, R.M. Quantum Mechanics: A Modern Development. Chichester: Wiley, 2019.

THOMPSON, D.A. Understanding Semiconductor Devices. Oxford: Oxford University Press, 1998.

VON NEUMANN, J. Mathematical Foundations of Quantum Mechanics. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1955.

WALDROP, M.M. The Dream Machine: J.C.R. Licklider and the Revolution That Made Computing Personal. New York: Viking, 2001.

WILSON, S.J. The Physics and Technology of Semiconductor Devices. Chichester: Wiley, 2011.

YAKOVLEV, V.V. Quantum Mechanics: Theory and Applications. New York: Springer, 2018.