



O USO DAS CONCEPÇÕES FLEKIANA NA ANÁLISE DA ABORDAGEM DO CONTEÚDO TEORIA QUÂNTICA MODERNA NO LIVRO DIDÁTICO USADO PELO ESTADO DO PARANÁ PARA O ENSINO MÉDIO

ADRIANA ARAÚJO DE SOUZA LASKOWSKI¹

RESUMO

A escrita deste artigo teve por objetivo realizar uma análise acerca da abordagem do conteúdo Teoria Quântica Moderna no livro didático “Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania” enviado pela SEED/PR as escola para uso no Ensino Médio da Educação Básica. O desenvolvimento desta análise ocorreu por meio da pesquisa explicativa para verificar se há sintonia do livro didático em análise com os documentos oficiais nacionais BNCC e BNCCEM e estaduais RPC e FGB, os quais são orientadores do currículo Ensino Médio. Na análise realizada, fica evidente que o livro didático apresenta uma abordagem superficial dos estudos científicos em TQM, além de não contemplar todos os princípios norteadores apresentados nos documentos oficiais e aqui elencados, apresentando uma construção didática dissonante em a relação da abordagem dos círculos esotéricos no desenvolvimento sócio científico da TQM, o que dificulta a sua utilização pelo professor para aplicar um planejamento envolvendo a Epistemologia Flekiana, demandando tempo para buscar em outras fontes a complementação da temática. Sugere-se para alcançar esta demanda a adoção pelos autores do livro de uma abordagem da TQM considerando a historicidade proposta por Fleck, a fim de ajudar os alunos a perceberem os limites dos modelos científicos frente a novas descobertas, evidenciando a necessidade de novos estudos e consequentemente de novos modelos.

Palavras-chave: Modelos Científicos, Contextualização, Historicidade, Epistemologia, Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

Em 2018, todos os Estados brasileiros tem acesso a Base Nacional Comum Curricular na Etapa do Ensino Médio (BNCCEM), a qual compõem normas de aprendizagem consideradas essenciais para esta etapa do ensino e que tem sua obrigatoriedade em 2022 de implementação nos currículos por cada secretaria de educação por meio da elaboração de uma proposta, onde nesta perspectiva a Secretaria Estadual de Educação do Estado do

¹ Professora QPM do Ensino Médio da Educação Básica no Estado do Paraná; Graduada em Licenciatura plena em Química (2007) pela FAFI – Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras. União da Vitória – PR. Graduada em Licenciatura plena em Física (2023) pela UNIASSELVI – Centro Universitário Leonardo Da Vinci. Campus de Porto União – SC. Especialista em Química: Capacitação de Docentes com ênfase em Tecnologia (2010) pela FAFI. Especialista em Educação Especial e Inclusiva (2014) pela FICA – Faculdades Integradas Camões. Especialista em Metodologia do Ensino de Física (2023) pela FI – Faculdade Iguaçu. Especialista em Metodologia do Ensino de Química (2024) pela UNIASSELVI. Especialista em Docência no Ensino Superior (2024) pela UNIASSELVI. E-mail: adriana.souza19@escola.pr.gov.br.

Paraná (SEED /PR) criou em 2021 o Referencial Curricular do Paraná (RCP). (Vieira et al, 2024).

Segundo Ramos (2012, p. 12), o documento oficial BNCC² aponta que o ensino do Modelo Atômico Quântico “é recomendado nas atuais Orientações Curriculares para o Ensino Médio para as disciplinas Química e Física”.

Outro documento elaborada pela secretaria do Estado do Paraná em 2022, é o Formação Geral Básica (FGB) -Currículo para o Ensino Médio, no qual encontra-se a seguinte orientação para o ensino da Teoria Quântica Moderna no componente curricular de Física, onde este ensino deve levar o aluno a “*Compreender as limitações da Física Clássica para explicar fenômenos relacionados à dualidade onda-partícula e a necessidade de se construir uma nova teoria para dar conta desses fenômenos*”³, abrindo assim, a possibilidade de abordagem do Modelo Atômico Quântico na Física Escolar. (Paraná, 2022, p. 205).

Nesta perspectiva, o RCP, vem enfatizar que no Ensino Médio “*deve-se compreender o conhecimento científico e tecnológico pelo viés da história dos modelos físicos, a fim de compará-lo com os atuais e conhecer o desenvolvimento da tecnologia e suas implicações/consequências para a sociedade ao longo do tempo*”⁴. (Paraná, 2021, p. 453).

O que percebe-se é que atualmente a Ciência está aliada a Tecnologia e vem influenciando as pessoas quanto ao seu modo de vida, a sua maneira de pensar e agir trazendo um desenvolvimento sócio científico, como no caso do estudo dos fenômenos da natureza que envolvem os modelos submicroscópicos e às propriedades e transformações dos materiais, permitindo novas possibilidades de estudar, compreender e transformar o mundo material e microscópico. (Brasil, 2018).

O estudo de modelos submicroscópicos permeia a Teoria Quântica Moderna, a qual surge como resultado de várias pesquisas científicas realizadas no final do século XIX e início do século XX, com o intuito de explicar fenômenos que a Física Clássica não explica, ou seja, o que antes era inimaginável a percepção dos cientistas clássicos, passou a constituir uma nova visão de mundo possibilitando novos horizontes de exploração científica. (Pinto; Zanetic, 1999).

Estas novas possibilidades do ensino da Teoria Quântica Moderna na Física para o Ensino Médio, deve pressupor a vivência dos alunos para abordar e relacionar os conhecimentos escolares de forma diversificada e ampla, a fim de atender as especificidades de aprendizagem dos mesmos, pois segundo Pinto e Zanetic (1999, p. 8);: “O formalismo matemático, a observação, a experimentação, os conceitos, as leis, as teorias, a filosofia, a história, a epistemologia, a tecnologia, são exemplos de formas do conhecimento físico que podem possuir afinidades com diferentes alunos.”

No entanto, mesmo com o desenvolvimento tecnológico e o acesso às tecnologias digitais implementadas nas escolas do PR para auxiliar no processo educacional, o livro didático ainda permanece tendo um importante significado no desenvolvimento do ensino e da aprendizagem na Educação Básica, sendo que é importante considerar que o seu uso está diretamente relacionado aos bens econômicos e culturais dos alunos e professores. (Schivani; Souza; Lira, 2020) (Vieira et al, 2024) (Leite; Garcia, 2018).

Se por um lado o livro didático é em muitas escolas o principal instrumento que dá uma base para o desenvolvimento significativo da prática docente, por outro tem-se os alunos da Educação Básica- em sua grande maioria- que não o veem com a mesma relevância dos professores, talvez esta situação deva-se ao fato de que muitos destes livros tenham se tornado objeto de vulgarização do conhecimento em detrimento da divulgação do saber socialmente

² Base Nacional Comum Curricular.

³ Grifo nosso.

⁴ Grifo nosso.

construído ao longo dos anos, onde os alunos possam encontrar informações que os ajudem a desenvolver a sua aprendizagem por meio da realização leituras críticas e autônomas. (Leite; Garcia, 2018).

Diante desta relevância no contexto educacional, o livro didático ganhou através do Governo Federal o programa educacional brasileiro intitulado de Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), o qual abrange atualmente toda a Educação Básica por meio da distribuição de obras didáticas para os alunos e educadores dos componentes curriculares. (Schivani; Souza; Lira, 2020).

Segundo Choppin (2004) apud Leite e Garcia (2018, 421), “os livros didáticos assumem quatro funções essenciais, que podem variar de acordo com o ambiente sociocultural, a época, as disciplinas, os níveis de ensino, os métodos e as formas de utilização: função referencial; função instrumental; função documental, e função ideológica e cultural”. Cabe ressaltar que os livros didáticos contém no seu escopo a epistemologia sócio científica advinda justamente do ambiente sociocultural ao qual pertence sua construção.

Para o médico polonês Ludwik Fleck, os processos de formulação das teorias, bem como das interações entre sujeito, objeto e saber, devem vir acompanhadas de uma abordagem acima de tudo sociológica, ou seja, admitindo que os condicionamentos sociais perpassam todas as etapas de produção do conhecimento. (Saito, 2018).

Em sua obra epistemológica *A Gênese e Desenvolvimento do Fato Científico* publicado em 1935, Fleck contrapondo o pensamento vigente no Circulo de Viena, argumenta sobre a importância do conhecimento acerca dos aspectos históricos e sociais que se formam nos coletivos de pensamento para a produção e divulgação do conhecimento científico nos círculos exotéricos e esotéricos⁵ complementando, acrescentando ou mesmo modificando os estilos de pensamento que norteiam estes grupos. (Fleck, 2010) (Junghans, 2011).

Destas interações surge o saber, o qual segundo Fleck, é fruto das relações históricas e estilísticas, ou seja, no Coletivo de Pensamento⁶, e mediam a interação entre o objeto e o processo do conhecimento que desencadeia um estilo de pensamento⁷, considerando que ao abordar um saber a partir do que já é conhecido, amplia-se, renova-se e dar-se sentido a este saber, de tal modo que o conhecimento origina-se em um processo que influencia a maneira de estudar o novo conhecimento. (Fleck, 2010) (Saito, 2018).

Deste modo, considerando que tem-se no Paraná um ensino de Física caracterizado pela BNCC, cabe investigar que tendências são enfatizadas no livro didático escolhido e distribuído para as escolas pela SEED/PR, analisando em específico como o conteúdo TQM é abordado no livro didático “Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania”⁸ observando se o mesmo está de acordo com a BNCC/EM, com o RCP e FGB e se este apresenta uma perspectiva epistemológica da sua contextualização histórica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

⁵ o círculo esotérico é formado pelos especialistas de uma área do conhecimento e o círculo exotérico, pelos leigos e leigos formados.

⁶ “a comunidade das pessoas que trocam pensamentos ou se encontram numa situação de influência recíproca de pensamentos, temos, em cada umas dessas pessoas, um portador do desenvolvimento histórico de uma área de pensamento, de um determinado estado do saber e da cultura, ou seja, de um estilo específico de pensamento. Assim, o coletivo de pensamento representa o elo na relação que procurávamos.” FLECK, ([1935] 2010, p. 82).

⁷ “[...] percepção direcionada em conjunção com o processamento correspondente no plano mental e objetivo.” FLECK (2010, p. 149).

⁸ GODOY, Leandro Pereira de; AGNOLO, Rosana Maria Dell; MELLO, Wolney Cândido de. *Multiversos: Ciências da Natureza: Ciência, Tecnologia e Cidadania: Ensino médio*. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2020. Disponível em: <https://pnld.ftd.com.br/ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/multiversos-ciencias-da-natureza/>. Acesso em: 25 Out. 2024.

Para atingir o objetivo proposto buscou-se realizar uma pesquisa explicativa, verificando se o livro didático está em sintonia com os documentos oficiais nacionais e estaduais orientadores do currículo do Ensino Médio. Assim, primeiramente realizou-se a leitura da BNCC, BNCEM, RCP, FGB e, em segundo, a leitura de artigos caracterizados pelo enfoque em livros didáticos de Física, em terceiro a leitura de artigos abordando a relevância do livro didático, em quarto a leitura de artigos sobre a Epistemologia Flekiana e por quinto, fez-se uma leitura flutuante do Tema 3 intitulado Tópicos de Física Moderna no livro didático “Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania”.

Com esta gama de conhecimentos, foram surgindo os seguintes excertos a serem observados no livro no Tema 3, elaborados a partir dos princípios norteadores dos documentos oficiais aqui elencados:

- * Apresenta os modelos científicos elaborados ao longo do estudo da TQM?
- * Apresenta relação sócio científica (contextualização histórica)?
- * Apresenta relação entre os conhecimentos da TQM com a Tecnologia ?
- * A sua abordagem contribui para que o professor possa desenvolver uma prática de ensino usando a Epistemologia Flekiana?

A partir da identificação destes conteúdos, foi realizado as observações dos excertos no que se refere aos conteúdos da TQM no livro didático em relação ao que diz nos documentos norteadores deste estudo, o qual é mostrado na tabela abaixo:

TABELA 01: Excertos e Observações para Análise do Livro Didático.

EXCERTOS	OBSERVAÇÕES A SEREM FEITAS CONFORME DOCUMENTOS NORTEADORES ⁹
Apresenta os modelos científicos elaborados ao longo do estudo da TQM?	- Explica fenômenos relacionados à dualidade onda-partícula; - Explica a necessidade de construir uma nova teoria e novos modelos para dar conta desses fenômenos;
Apresenta relação sócio científica (contextualização histórica)?	- Estuda-se as limitações da Física Clássica diante das descobertas da TQM;
Apresenta relação entre os conhecimentos da TQM com a Tecnologia ?	- Possibilita compreender o conhecimento científico e tecnológico pelo viés da história dos modelos físicos desenvolvidos no estudo da TQM;
A sua abordagem contribui para que o professor possa desenvolver uma prática de ensino usando a Epistemologia Flekiana?	- Compara os modelos científicos construídos ao longo da história com os atuais; - Busca compreender que os modelos científicos estudados tem implicações/consequências para a sociedade ao longo do tempo;

Fonte: Compilado pela Autora, 2024.

Para esta análise explicativa, é importante ter conhecimento de que o livro aqui em estudo, foi escolhido por meio do PNLD/2021.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os conteúdos abordados no Tema 3 do livro didático em análise são: Teoria dos Quanta, Efeito Fotoelétrico, A Natureza Dual da Luz, O princípio da Incerteza, Experimento de Michelson-Morley e Noções Relatividade.

⁹As observações aqui elencadas a partir dos documentos norteadores citados no artigo, foram complementadas pela autora, uma vez que a mesma compreende que esses termos acrescentados estão subtendidos nos princípios norteadores destes documentos.

Com a organização do que se pretende analisar na tabela, fica mais fácil visualizar quais aspectos são mais relevantes, segundo os documentos norteadores deste artigo, que devem estar presente no livro didático “Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania”.

Assim, o que observa-se ao analisar o Tema 3 do livro, é que a contextualização histórica encontra-se superficialmente na introdução, onde é apenas citado o cientista Max Planck. Já no primeiro conteúdo “Teoria dos Quanta”, aborda o trabalho do físico Max Planck, de forma sucinta com a fórmula matemática e um desenho do modelo explicativo para ilustrar a energia dos quantum, como mostra a figura abaixo; não há relação com os estudos com outros cientistas que o antecederam, nem com as tecnologias desenvolvidas a partir deste estudo.

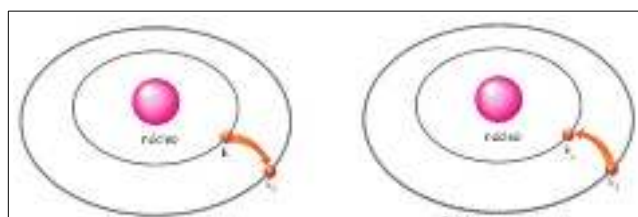


Figura 01: Salto do elétron ao receber energia e ao perder energia.

Fonte: Godoy; Agnolo; Mello, 2020.

No conteúdo “Efeito Fotoelétrico” é citado a sua observação pelo físico Alexandre Edmond Becquerel, sendo que os autores fazem uma tímida menção de que “a Física Clássica não fornecia respostas adequada para explicá-lo” (o efeito fotoelétrico). (Godoy; Agnolo; Melo, p. 144, 2020). Também é feita uma pequena relação entre os estudos realizados por Albert Einstein com os de Max Planck e traz como exemplo tecnológico do resultado deste estudo, os sensores colocados na entrada e saída de garagens e elevadores.



Figura 02: Incidência de radiação eletromagnética.

Fonte: Godoy; Agnolo; Mello, 2020.

Na abordagem do conteúdo “A Natureza Dual da Luz”, traz o experimento da dupla fenda realizado pelo físico e médico Thomas Young, como um novo modelo para explicar os fenômenos ondulatórios da luz, relacionando-os com os estudos sobre o comportamento da onda e da luz (comprimento de onda λ) realizado pelo físico Louis De Broglie e dos físicos Clinton Joseph Davisson e Lester Halbert Germer para confirmar as hipóteses de De Broglie elencando que estes estudos e modelos explicativos, vem embasar a Mecânica Quântica e possibilitando compreender a natureza a partir das análises e previsões dos fenômenos em estudo.

Interferência Construtiva	Interferência Destrutiva

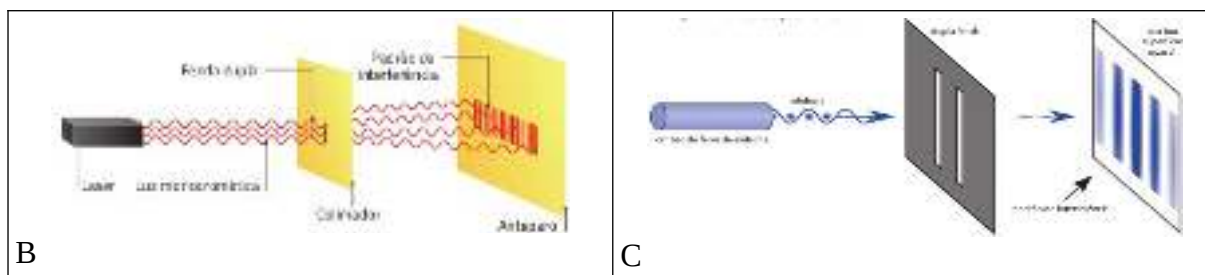


Figura 03: A- Interferência construtiva e destrutiva de ondas. B- Experimento da dupla fenda de Thomas Young. C – Experimento da dupla fenda de Davisson e Germer.

Fonte: Godoy; Agnolo; Mello, 2020.

Já no conteúdo Experimento de Michelson-Morley, traz mais um lembrete do que uma abordagem histórica sobre o éter, para falar do meio de propagação da onda, partindo na sequência para a demonstração do experimento realizado pelos físicos Michelson e Morley, com uma explicação baseada mais na teoria do que na parte matemática e com o modelo do experimento. Não é colocado o porquê buscava-se compreender a propagação da onda nem feito relação deste estudo com as aplicações tecnológicas, como por exemplo, o micro-ondas.

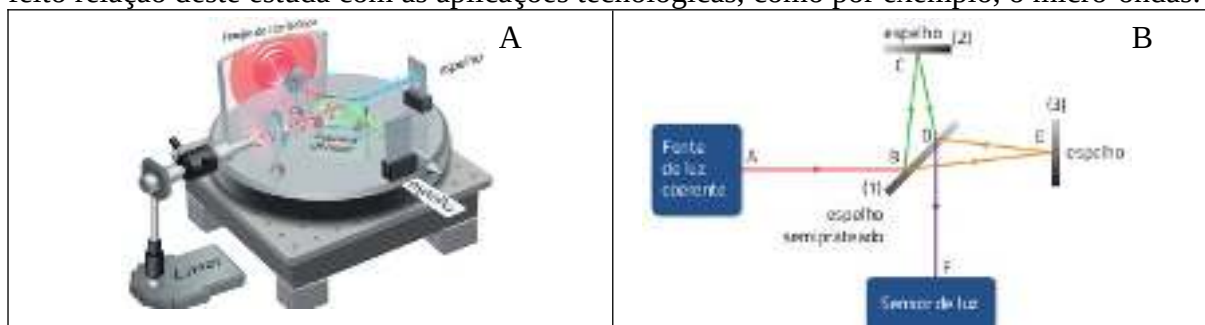


Figura 04: A- Interferômetro utilizado no experimento de Michelson-Morley. B- Representação esquemática do percurso dos feixes luminosos no experimento de Michelson-Morley.

Fonte: Godoy; Agnolo; Mello, 2020.

Por fim, tem-se o conteúdo “Noções de Relatividade”, no qual encontra-se uma breve menção ao físico, matemático e astrônomo Galileu Galilei sobre seu estudo dos Princípios da Relatividade dos Movimentos”, para então abordar a “Teoria Espacial da Relatividade de Albert Einstein. Após a explicação, traz um pequeno texto falando sobre o “paradoxo dos gêmeos”, um experimento mental proposto por Albert Einstein e formulado pelo físico Paul Langevin.

4 CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa realizada neste artigo sobre o livro didático utilizado nas escolas estaduais do Paraná “Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania”, apresenta uma abordagem em TQM que não contempla todos os princípios norteadores apresentados nos documentos oficiais, deixando a desejar a relação deste estudo com os diferentes sistemas tecnológicos desenvolvidos e que estão presentes na sociedade atual, bem como a contextualização histórica, a qual é apresentada de forma simplista e superficial, o que dificultaria para o professor aplicar a Epistemologia Flekiana para abordar a TQM, tendo que buscar complementar seu planejamento em outras fontes conhecimentos além do livro didático, o que demanda tempo.

Ao final do estudo, fica evidente que o livro em seu Tema 3 apresenta-se uma construção didática dissonante em a relação da abordagem dos círculos esotéricos no desenvolvimento sócio científico da TQM, não trazendo os embates acerca de estudos científicos, a exemplo, o debate de Einstein e Bohr sobre Mecânica Quântica, tão importante neste estudo. Faz-se necessário uma revisão sobre o ensino de TQM neste livro, a fim de privilegiar discussões epistemológicas e conceituais acerca da gama científica a cerca deste

tema. Sugere-se para alcançar esta demanda a adoção de uma abordagem da TQM considerando a historicidade proposta por Fleck, a fim de ajudar os alunos a perceberem os limites dos modelos científicos frente a novas descobertas, evidenciando a necessidade de novos estudos e consequentemente de novos modelos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Volume 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2006.

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum Editora, 2010, 1 a Ed. (tradução de Mariana Camilo de Oliveira e Georg Otte da edição inglesa de 1979).

LEITE, Álvaro Emílio; GARCIA, Nilson Marcos Dias. A Formação Inicial de Professores e o Livro Didático de Física: Passos e Descompassos. **Ciência & Educação**. (Bauru), v. 24, n. 2, p. 411-430, 2018.

PARANÁ. **Referencial Curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte.– Curitiba: SEED/PR., 2021.

PARANÁ. **Formação Geral Básica**. Currículo para o Ensino Médio. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte.– Curitiba: SEED/PR., 2022.

PINTO, Alexandre Custódio; ZANETIC, João. É Possível Levar a Física Quântica para o Ensino Médio?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

RAMOS, Lucilene Correia. **Os Conceitos de Quantum de uma Grandeza e Dualidade Onda-Partícula no Ensino do Modelo Atômico**. 2018. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Salvador, 2018.

SAITO, Marcia Tiemi. **A Gênese e o Desenvolvimento da Relação entre Física Quântica e Misticismo e suas Contribuições para o Ensino de Ciências**. 2018. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Ciências. São Paulo, 2018.

SCHIVANI, Milton; SOUZA, Gustavo Fontoura de; LIRA, Natália. Programa Nacional do Livro Didático de Física: subsídios para pesquisas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200011, 2020.

VIEIRA, Taisy Fernandes *et al.* A Educação em Astronomia no Livro Didático de Física do Ensino Médio no Estado Do Paraná: Insurreições Necessárias. **Revista Ciências & Ideias**. ISSN: 2176-1477, p. e24152690-e24152690, 2024.