

SILVA, M. D. Q. da; GAIO, D. C.; CEZAR, D. C. da S. A base de cálculo matemático na sustentação da física numa perspectiva interdisciplinar. In.: **Revista Diálogos**. Caderno Artigos Livres. Ano II, N. I, 2014. Cuiabá: 2014.

A BASE DO CÁLCULO MATEMÁTICO NA SUSTENTAÇÃO DA FÍSICA NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

Marlene Domingos Queiroz da SILVA¹
Denilton Carlos GAIO²
Derli Cléria da Silva CEZAR³

RESUMO: a escolha desse tema teve como finalidade compreender o processo interdisciplinar entre os saberes abordados no Ensino de Física através do diálogo, utilizando a Matemática como sustentação desse saber respondendo os porquês e dando significado à aprendizagem, uma vez que não se concebe no espaço escolar a prática excludente das disciplinas e sim a interação entre elas. O Mundo Contemporâneo visa à integralidade do ser, dos saberes e não mais aos equívocos que descaracterizam a aprendizagem significativa. Neste trabalho, indica-se sugestões sobre o cálculo matemático como sustentação da Física numa perspectiva interdisciplinar, objetivando desconstruir conceitos e posturas para poder formar um cidadão pleno que percebe o mundo através das lentes do conhecimento com significados e significantes.

PALAVRAS-CHAVE: Interdisciplinaridade. Educação. Ensino de Física.

THE MATHEMATICAL BASIS OF CALCULATION IN SUPPORT OF PHYSICAL INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE

ABSTRACT: the choice of this theme aimed to understand the interdisciplinary process among the worked knowledge's in the Physics Teaching through the dialogue, using the Mathematics as the support of this knowledge, answering the questions and giving meaning to the learning, since it is not conceivable at the school, the exclusion practice of the disciplines but the interaction among them. The Contemporary World aims the integration of the human being, of the knowledges and not more the misconceptions that mischaracterize the meaningful learning. In this study, it is indicated some suggestions about the mathematical calculation as Physics support in an interdisciplinary perspective, aiming to deconstruct concepts and attitudes in order to form a completed citizen who sees the world through the lenses of the knowledge with meanings and signifiers.

KEYWORDS: Interdisciplinarity. Education. Physics Teaching.

..t^moθ-o //<fωσπ: //#.θωω-L: .i.^m\@ωω²L-L: //\ωσ-L:→ //t^moθ-l
<γθω↓< - <γθω↓ //t^moθ↔:

//\ωωθ+π: /ω=⊥ .i.^moθ→π .i.θωω //γγ.θσπ: -tω-l: <γθω↓< -
<γθω↓ //t^moθ↔: \fω⊥T: .i.^mωωθωθ: //<γθω⊥: //\ωσ-L:→,
//\fω-l: //#.θωω-L: //#.θωω-L: ..t^moθ-o \fω⊥T: .\ωσ⊥
/\θωω .i.^mθωθ: .i.^mωωθωθT: .i.^mθωθ: .i.^mθωθ //ω=π, #.θ.θωωT

¹ Professora especialista em Gestão e organização do espaço escolar, pedagoga, matemática e física. Atua na rede estadual e municipal de ensino. madoquesil@bol.com.br

² Orientador. Professor Doutor. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

³ Orientadora. Professora Mestre. Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

dialogicamente debatido provoca acomodações que farão com que a construção do conhecimento aconteça.

Diante dessa constatação, o tema: “A base do cálculo Matemático na sustentação de Física numa perspectiva interdisciplinar” tem como objetivo compreender como se dá esse processo e, a partir daí, trabalhar os conceitos necessários para a construção de uma prática dialógica. Portanto, o leitor é convidado a interagir com o autor e os teóricos abordados no texto, que viabilizam uma visão de mundo mais ampla e não dicotomizada.

2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

A interdisciplinaridade é um tema amplamente abordado no espaço escolar e por isso despertou a curiosidade, já que de maneira geral, o conhecimento acerca do assunto é fundamentado no senso comum, no diz que me diz, embora alguns teóricos acreditem que fazer educação, não é abastecer-se somente do senso comum, mas utilizar-se da razão fundamentada em preceitos filosóficos, histórico-social e operativo. Quando se faz ciências, a escola deve partir do que o aluno sabe no senso comum, para levá-lo a construir o saber fazer científico. A interação dos saberes entre a teoria e a prática despertará o desejo de buscar mais saberes no aluno e no professor. Quando isso acontece, eles dialogam com as outras ciências, com os saberes explícitos e implícitos nos materiais didáticos.

Nesse ir e vir é que os professores e demais profissionais equivocam quando afirmam que desenvolvem projetos fundamentados na interdisciplinaridade, o que é confirmado por Fazenda (1994, p. 65), quando fala que “o termo interdisciplinaridade vem sendo utilizado com desmedida frequência, sempre que se busca imprimir um caráter de seriedade a determinado trabalho de equipe, seminário, encontro de educadores ou projeto educacional”.

Ações desse tipo têm descaracterizado o que é trabalhar interdisciplinarmente, pois o fato de reunir várias áreas do conhecimento e trabalhar um determinado tema não quer dizer que trabalham utilizando-se da metodologia interdisciplinar. As ações interdisciplinares visam ao enriquecimento dos saberes e não ao seu empobrecimento, não é o fato de aglomerar ações que dá forma a uma concepção de mundo onde dialogicamente constrói saberes significativos. Mas esse equívoco, como diz Fazenda

(1994), faz parte do processo de construção da aquisição da maturidade estrutural, pois é a partir dessa construção que as áreas do conhecimento negociam, dialogam e interagem saberes.

Geralmente, ao trabalhar utilizando-se da didática interdisciplinar, o profissional deve estar aberto às transformações que ocorrerão na postura do professor ou mesmo de profissionais que se utilizam da didática interdisciplinar, pois ela cobra dos envolvidos as trocas intersubjetivas, porque as intervenções ocorrerão independentes do sujeito. É um processo contínuo, em que as concepções de saberes compartimentados deixarão de existir, haverá uma comunicação franca, sincera e aberta, na qual todos os saberes dialogam e transformam em um novo saber, possibilitando assim, o autoconhecimento.

Quando trabalha de maneira interdisciplinar, tira os resquícios de uma prática de acúmulo de informações, que não contribuirá em quase nada na vivência prática e profissional do aluno em seu cotidiano.

A interdisciplinaridade está voltada para uma aprendizagem significativa, na qual, o mundo atual, com tantas tecnologias de informação disponíveis, levará o aluno a se comunicar com elas e abstrair as informações e transformá-las em conceitos que, posteriormente, tornar-se-á conhecimento. Mas para que isso aconteça, a escola deve preparar o aluno para ações desse tipo.

O profissional do ensino deve levar o aluno a perceber o mundo e o seu entorno, de modo que as relações e interações estabelecidas por ele sejam proveitosas, pois os saberes estão postos de modo que o aluno aprenda para depois transformá-los num novo saber com significados e coerência.

No entanto, o universo da escola não contribui com essa prática de ensino, devido ao excesso de disciplinas e da inserção de novas disciplinas, o que reforça ainda mais o distanciamento da prática interdisciplinar, porque o professor tem que dar conta de seus conteúdos e o tempo é insignificante e o profissional de ensino não consegue trabalhar todos os conteúdos necessários a cada etapa, fase ou aula.

Fazenda (2002) vê esse excesso como um avolumado que atomiza ainda mais o conhecimento. E nessa atomização o conhecimento sofre apenas um polimento o que

agrava ainda mais as fronteiras entre as disciplinas e acaba punindo aqueles que ousarem transpor essas barreiras.

No entanto, o conhecimento em si é amplo, instigante, valoroso, que não pode ficar restrito apenas às regras de um sistema conteudista, excludente, preocupado só com a transmissão de conhecimento sem significado para o aluno. O conhecimento não é exaustivo, por isso é interessante estabelecer “o diálogo com outras fontes de saber” (FAZENDA, 2002, p. 15).

O profissional de ensino ao promover esse diálogo valorizará também o conhecimento prévio que o aluno possui e o levará a enriquecer a sua relação com o mundo. Nesse enriquecimento, ele será autor de sua história e a partir daí dará sentido a sua vida e ações porque as ações realizadas no espaço escolar os levarão a se perceber como um ser completo capaz de se promover, não de modo utópico, mas significativo. O diálogo, entre o senso comum e o saber científico; entre as disciplinas, leva-o a perceber-se como uma parte do todo integrado e não dicotomizado.

Partindo dessa premissa, é que foi escolhido o tema: A base do cálculo Matemático na sustentação da Física numa perspectiva interdisciplinar. Por acreditar que o diálogo não acontece nem mesmo quando o professor trabalha com as duas disciplinas, em parte acredita-se que é por falta da construção dos subsunçores que Ausubel define como fator preponderante para que haja a aprendizagem significativa pelos envolvidos. Conforme Evelyse dos Santos Lemos, pesquisadora do ensino de Ciências e Biologia da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), “quanto maior o número de links feitos, mais consolidado estará o conhecimento”.

No entanto, ao se preparar para trabalhar de modo interdisciplinar o profissional do ensino deve tomar cuidado para que suas proposições não caiam nos “achismos” porque conforme diz Guy Palmade (apud FAZENDA, 2002, p. 29), “não se pode pôr em risco a questão da estrutura interna das ciências quando se pensa num projeto interdisciplinar”. Lenoir complementa dizendo que:

a perspectiva interdisciplinar não é, portanto, contrária à perspectiva disciplinar; ao contrário, não pode existir sem ela e, mais ainda, alimenta-se dela. Uma tal constatação mostra logo a existência de uma ligação efetiva entre a interdisciplinaridade e a didática, que aqui traz

fundamentalmente sua razão de ser na descrição do conhecimento que instaura para ensinar. (in FAZENDA, 1998, p 46)

Diante disso, é que se busca compreender como se dá o processo interdisciplinar entre Matemática e Física, quando uma dialoga com a outra de modo que suas especificidades são respeitadas.

Ao promover a interdisciplinaridade no espaço escolar, os envolvidos nesse processo devem estar abertos às inovações, mas essas inovações devem ser incorporadas conforme as estruturas cognitivas vão sendo reformuladas, reestruturadas, e a partir daí, o profissional de ensino deve transformar a sua prática pedagógica e buscar uma metodologia dialógica.

Ao adotar essa metodologia interdisciplinar faz-se necessário, alguns questionamentos de caráter interdisciplinar para que não cometa os equívocos e descaracterize a prática interdisciplinar o que vem ao encontro com Severino (in FAZENDA, 1998, p. 42) quando afirma que ao questionar o caráter interdisciplinar da prática do conhecimento, é preciso ter bem presente que:

- é sempre articulação do todo com as partes;
- é sempre articulação dos meios com os fins;
- é sempre em função da prática, do agir. O saber solto fica petrificado, esquematizado, volatizado;
- precisa sempre ser conduzido pela força interna de uma intencionalidade;

Quando o profissional de ensino faz esses questionamentos, internaliza-os, reorganiza suas estruturas e acaba recuperando a magia do ato de ensinar porque se percebe a intencionalidade em trabalhar uma prática interdisciplinar que promove superações e transformações. De acordo com Fazenda (1998, p. 13), “exercitar uma forma interdisciplinar de teorizar e praticar educação demanda antes de mais nada, o exercício de uma atitude ambígua”.

Esta ambiguidade promove a desordem, o desequilíbrio, porque provoca no sujeito uma inquietação que será desafiada a encontrar as respostas necessárias para a compreensão desse universo tão complexo que é a construção do conhecimento com significado, pois incomodamos quando somos desafiados e, desafiados quando somos desafiados.

Para Fazenda (1998, p. 13), “o sentido da ambiguidade em seu exercício maior impele-nos, ao mesmo tempo, a enfrentar o caos e a buscar a matriz de uma ordem, de uma ideia básica de organização”. Contudo, romper-se das amarras, das barreiras, dos resquícios, do medo do novo, é romper as fronteiras entre as disciplinas, dos saberes, é não dicotomizar a teoria e a pesquisa, mas, sim, levá-las a interagir.

A interdisciplinaridade segundo Severino (in FAZENDA, 1998), “é condição também da prática social”, ou seja, toda prática social cobra uma análise científica, uma reflexão filosófica e ação-reflexão-ação desenvolve o espírito científico que “busca soluções sérias, com métodos adequados, para o problema que enfrenta. Essa atitude não é inata nas pessoas, devendo ser aprendida.

O espírito científico se traduz por uma mente crítica, objetiva e racional”. (KAUARK, 2010, P. 23). Portanto, utilizar-se da Matemática como sustentação da Física, é fazer ciência, pois levará os envolvidos a observar, quantificar, analisar, refletir e sistematizar criticamente, porque uma ação dessa relevância não pode ser trabalhada sem avaliar o processo que deu ou dá essa sustentação.

Quando se remete ao processo histórico sobre a aquisição do conhecimento, da sistematização dos saberes, os pensadores não levam em consideração o tempo, eles dialogam de modo que a teoria e a prática, a observação e as descobertas acidentais ou não necessitaram da quantificação e nessa quantificação, está a matemática.

Nesse estudo bibliográfico, trabalhar as disciplinas isoladas de Matemática e Física é complexo e unilateral, pois o conhecimento está transcrito nos materiais didáticos mesmo que sejam frios e distantes entre si não promovem a dialogicidade. A integralidade de ambas de modo interdisciplinar só acontecerá se a intervenção *prática* evitar, assim, “a hipertrofia tanto de uma fundamentação unidimensional como de uma intervenção puramente técnico-profissional”. (SEVERINO apud FAZENDA, 1988, p. 45).

Ao promover o diálogo interdisciplinar deve antes de tudo escolher o tema em que vai trabalhar e a partir daí a matemática como também a física irá estabelecer uma relação em que os saberes não perdem as características peculiares a cada disciplina. A partir desses saberes, construíram outros interligados, formando assim novas concepções acerca do tema trabalhado, pois tornou algo significativo para o aluno.

Um exemplo é quando se trabalha o movimento retilíneo uniformemente variado que, ao comparar com equação horária poderia estar trabalhando os conceitos matemáticos, levando o aluno a perceber que as representações estão interligadas, enfocando o tempo como é representado matematicamente na Física, pois o tempo deve ser igual ou maior que zero. Ao questionar os alunos sobre essa preposição (proposição), ele perceberá que na representação dos números reais, o tempo não pode ser representado como números negativos.

Dessa forma, o aluno irá perceber que situações como essas é fazer Matemática e isso servirá de suporte para a fundamentação das teorias criadas acerca dos fenômenos Físicos, que contribuirão para que alguns “tabus” sejam desconstruídos e que a Matemática e a Física passem por uma nova visão de mundo, pois o que antes era aterrorizador passa a ser algo prazeroso, porque dialogicamente o professor e o aluno podem experimentar, quantificar e também propor mecanismos que os levem a dar significado a situações-problema propostas. Outro foco da equação horária que pode ser trabalhada são os gráficos e os símbolos utilizados e a relação entre as grandezas: espaço (x) e tempo (t) como elas são concebidas, como são representadas matematicamente.

Nessa abordagem, segundo Fourez (1997), as análises interdisciplinares nutrem-se de saberes que se mostrem pertinentes e aplicáveis a situações problemáticas concretas. E Lenoir (1998) reforça essa visão quando afirma que a interdisciplinaridade escolar conduz ao "estabelecimento de ligações de complementaridade entre as matérias escolares".

Como foi abordado antes na Física, o profissional de ensino pode trabalhar Função do 1º e do 2º grau para explicar e fundamentar o movimento uniforme e o movimento uniformemente variado, pois ao trabalhar os conceitos matemáticos, reforçará a construção do conhecimento em Física.

Lavaqui et al (2007), defende que:

os conhecimentos são construídos a partir de uma estreita relação com os contextos em que são utilizados, sugerindo que as intervenções pedagógicas sejam pautadas em temáticas sociais presentes na contemporaneidade, recomendando a adoção de ações educativas com características globalizantes e transdisciplinares. Esse delineamento implica uma reordenação no sequenciamento dos conteúdos, tratando-os de forma mais flexível, de acordo com as necessidades derivadas da

adequação às experiências sociais e culturais trazidas pelos alunos. (LAVAQUI et al, 2007, p. 12)

O profissional de ensino também pode utilizar-se da trigonometria, cálculo de ângulos, seno, cosseno, tangente. Pode utilizar-se da elipse para explicar a trajetória dos planetas orbitando em torno do Sol e um dos pensadores a dar sustentação matematicamente a esses movimento foi Newton que criou, o cálculo diferencial, para dar sustentação às teorias como de Kepler sobre as leis dos movimentos.

A geometria também serve para dar sustentação às medidas de comprimento, áreas e volume quando forem trabalhados os conteúdos de Física como, por exemplo: pressão, densidade.

Segundo Galileu Galilei, a Matemática é a linguagem da Física e Bacon diz que à medida que a Física evolui, ela necessita de um auxílio, uma ferramenta para que possa concretizar as teorias e conceitos envolvidos nas evoluções, e nesse sentido, a Matemática tem sempre uma ferramenta pronta e disponível.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio apontam que a construção do conhecimento esteja relacionada com um novo saber, conforme segue,

Trata-se da construção de um novo saber a respeito da realidade, recorrendo-se aos saberes disciplinares e explorando ao máximo os limites e as potencialidades de cada área do conhecimento. O quanto será ultrapassado do limite de cada disciplina dependerá do projeto inicialmente elaborado. O objeto de estudo é o mesmo, mas levará a um novo saber, que não é necessariamente da Física, da Química ou da Biologia, mas um saber mais amplo sobre aquela situação, aquele fenômeno. (BRASIL, 2006, p. 51).

Na matemática estão contidas milhares de ferramentas que possibilitam à Física entender e descrever fenômenos que ocorrem diariamente ao nosso redor, como por exemplo, a movimentação dos corpos. Física e Matemática são ciências que estão ligadas fortemente e não vivem isoladamente, necessitam uma da outra para descobrir e explicar os muitos fenômenos que ocorrem na natureza.

Quando os envolvidos no processo de construção do conhecimento conseguem reversibilizar a sua capacidade de compor e recompor uma ação mental, eles terão o equilíbrio para compreender os saberes que estão postos a eles numa visão

interdisciplinar, em que a abstração reflexiva permite compreender os conceitos que foram trabalhados na Física.

A Matemática explica esses conceitos tornando-o, assim, a aprendizagem significativa porque aprendeu novos conceitos, levando-os a transformar o “velho” em algo “novo”, pois ao reestruturar, reequilibrar e recompor esse conhecimento terá dado novos significados, porque o levou a refletir, explorar e por que não dizer, articular os conhecimentos, em que as competências e as habilidades desenvolvidas pelo sujeito possibilitam construir uma postura interdisciplinar.

É relevante ligar os saberes que foram separados por um currículo unilateral, positivista que exclui a unificação dos saberes que não dialoga e pune quem o faz. Mas, a construção como Chauí afirma é “um barco a deriva” que vai ao sabor do vento das incertezas, uma vez que a ciência não é finita.

(Busca-se dessa forma, demonstrar que a pesquisa bibliográfica aqui desenvolvida servirá de apoio para transformações que partem de uma prática positivista e excludente a uma nova modelagem, construída a partir de uma prática dialógica baseada numa aprendizagem significativa, que sustenta toda e qualquer intempérie causada pelos retrocessos existentes na construção do conhecimento.

3. ÚLTIMAS PALAVRAS

Considerando que o conhecimento não é algo estático e finito, mas que se reconstrói, reformula, dá nova roupagem e leva a uma aprendizagem significativa, em que a troca dos saberes deve pautar-se numa ação interdisciplinar, partindo de uma finalidade, de uma intencionalidade para não cair nos “achismos” e que atitudes interdisciplinares entre a Matemática e a Física aconteçam, até porque, historicamente, a Matemática é a sustentação da Física.

Então o professor de Física deve compreender não só os conteúdos de Física, mas também da Matemática, ou mesmo de outras disciplinas (ciências) para poder dialogar com os conceitos, com as competências que concernem a cada uma de modo que o conhecimento, ao invés de ser transmitido para o aluno, passe a dar significados e esses

transformem em conhecimentos, em que as estruturas cognitivas estejam preparadas para recebê-los.

Diante disso, é que se percebe o quanto a formação de um profissional de ensino deve pautar-se de uma prática dialógica, pois ao aprender dialogar com os saberes, esse saberá trabalhar, motivar, coordenar e orientar seus alunos para uma prática, em que suas competências e habilidades sejam reforçadas por uma metodologia construtiva, na qual os saberes comunicam com os alunos que conseguem abstrair conceitos, normas, compreender os paradigmas e também reformulá-los.

É essencial que ao adotar uma prática interdisciplinar, todos devam estar engajados, porque as dificuldades encontradas não podem ser empecilhos, mas uma ferramenta que os levam a se motivarem para transpor as barreiras, uma vez que eles serão objetos e sujeitos na construção dos saberes e a pesquisa os levará a uma aprendizagem prazerosa e significativa.

As contribuições desse trabalho estão relacionadas à motivação que cada um deve ter para consigo e com o outro e sentir-se incompleto, pois é na incompletude que o ser humano se mostra realizado, desafiado e isso o fará ir em busca, para transformar-se, realizar-se e se desconstruir para depois se construir novamente.

OBRAS CITADAS

BRASIL. Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, v. 2, 2006.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa** – Campinas, SP: Papyrus, 1994. – (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico) - ISBN 85-308-0307-8

_____. **Interdisciplinaridade um projeto em parceria** – Edições Loyola, São Paulo, Brasil 2002 – 5ª edição - Coleção Educar 13 – ISBN: 85-15-00525-5

_____. **Didática e interdisciplinaridade. (org)** – Campinas, SP : Papirua, 1998. – (Coleção Práxis) ISBN 85-308-0502-X

FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997. In : LAVAQUI, V., BATISTA, I. L. - **Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio** - Ciênc. educ. (Bauru) vol.13 no.3 Bauru Sept./Dec. 2007, acesso em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300009 Pesquisado em. 04 de fevereiro de 2014. (p. 11)

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: guia prático** – Itabuna : Via Litterarum, 2010.

LAVAQUI, V.; BATISTA I. de L. **Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio** - Ciênc. educ. (Bauru) vol.13 no.3 Bauru Sept./Dec. 2007, acesso em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300009 Pesquisado em. 04 de fevereiro de 2014.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998. p. 45-75

SILVA, M. A. da. **Física e a Matemática** - Equipe Brasil Escola – acesso em: <http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/fisica-matematica.htm> pesquisado em 24 de fevereiro de 2014.

