

Ensino de Ciências e Matemática

Elementos didáticos para teoria e experimentação

COMFOR |



EDUNILA

Abraão J. S. Capistrano
Kelly D. Sossmeier
Rodrigo Bloor
Organizadores

Comitê Gestor Institucional de Formação Inicial e Continuada de
Profissionais da Educação Básica – COMFOR

Ensino de Ciências e Matemática elementos didáticos para teoria e experimentação

Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil

EDUNILA
Editora da
Universidade Federal da
Integração Latino-Americana

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino de ciências e matemática: elementos didáticos para teoria e
 experimentação / Organização: Abraão J. S. Capistrano, Kelly D.
 Sossmeier, Rodrigo Bloot. - Foz do Iguaçu: EDUNILA, 2018.

164 p. : il.

ISBN: 978-85-92964-03-0

1. Ensino - ciências. 2. Metodologia do ensino. I. Capistrano,
Abraão (Org.). II. Sossmeier, Kelly D. (Org.). III. Bloot, Rodrigo (Org.). IV.
Comitê Gestor Institucional de Formação Inicial e Continuada dos
Profissionais da Educação Básica (COMFOR)

CDU: 37.016.5:5/57

Catálogo na fonte: Bibliotecária Lucia Giacomoni CRB 9/1799

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação da Biunila - Biblioteca Latino-Americana

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios sem autorização prévia, por escrito, da editora. Direitos adquiridos pela EDUNILA – Editora Universitária.

EDUNILA – Editora Universitária
Av. Tancredo Neves, 6731 – Bloco 4
Caixa Postal 2044
Foz do Iguaçu – PR – Brasil
CEP 85867-970
Fones: +55 (45) 3529-2749 | 3529-2770
editora@unila.edu.br
www.unila.edu.br/editora

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA

Gustavo Oliveira Vieira *Reitor Pro Tempore*
Cecilia Maria de Moraes Machado Angileli *Vice-reitora Pro Tempore*

EDUNILA – EDITORA UNIVERSITÁRIA

Andrea Ciacchi *Coordenador-geral*
Edson Carlos Thomas *Administrador*
Francieli Padilha B. Costa *Programadora visual*
Natalia de Almeida Velozo *Revisora de textos*
Nelson Figueira Sobrinho *Editor de publicações*

CONSELHO EDITORIAL

Andrea Ciacchi *Coordenador da Editora Universitária*
Nelson Figueira Sobrinho *Representante da Coordenação Executiva*
Elaine Aparecida Lima *Representante dos técnico-administrativos em educação da UNILA*
Thaís Milene de Oliveira *Representante dos discentes da UNILA*
Gil Félix *Instituto Latino-Americano de Economia, Sociedade e Política (ILAESP – UNILA)*
Ulises Bobadilla Guadalupe *Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território (ILATIT – UNILA)*
Laura Márcia Luiza Ferreira *Instituto Latino-Americano de Arte, Cultura e História (ILAACH – UNILA)*
Marcela Boroski *Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN – UNILA)*
Debbie Guerra *Universidad Austral de Chile*
Idalia Morejón Arnaiz *Universidad de São Paulo (USP)*
Norma Hilgert *Universidad Nacional de Misiones (Argentina)*
María Constantina Caputo *Universidad Federal da Bahia (UFBA)*

EQUIPE EDITORIAL

Nelson Figueira Sobrinho *Preparação, edição e revisão de textos*
Natalia de Almeida Velozo *Revisão de textos (Língua portuguesa)*
Marcelo Kunde *Projeto gráfico*
Francieli Padilha B. Costa *Capa e diagramação*
Ricardo Rezende *Normalização bibliográfica*

COMFOR

Rejane Bueno *Coordenadora-geral*
Vanessa Gabrielle Woiolesco *Vice-coordenadora*

AGRADECIMENTOS

Esta obra é resultado da colaboração entre várias pessoas e algumas instituições parceiras que acreditam que um futuro melhor e mais justo será alcançado somente se a educação de qualidade passar a ser prioridade em nosso país. Gostaríamos de registrar, aqui, nosso especial agradecimento a todos aqueles que acreditaram, confiaram e nos apoiaram, tornando este projeto uma realidade.

Agradecemos aos professores colaboradores Eduardo do Carmo, Flávio Rocha, Leandro Scherer, Janer Vilaça, Márcio Góes, Marcelo Kapp e Tito Flores, por terem aceitado participar desta empreitada conosco, por sua dedicação às aulas, preparação de material e orientação de alunos. Agradecemos também às colaboradoras Ana Maria Pereira e Joyce Peñagos, que nos ajudaram a realizar este trabalho com espírito colaborativo.

Agradecemos ao corpo administrativo-acadêmico da UNILA pelo suporte, em especial à coordenadora-geral e à vice-coordenadora do COMFOR—UNILA, respectivamente Rejane Bueno e Vanessa Gabrielle Woicolesco, e aos editores e revisores desta obra que a enriqueceram com suas contribuições.

Ao Paulo Antunes, pelas colaborações na gestão do curso.

Por fim, não poderíamos deixar de agradecer aos cursistas, nossos atores principais, que superaram os desafios durante os mais de 12 meses de curso, dividindo-se entre as atividades dos seus trabalhos diários nas escolas, seus compromissos familiares e as atividades do curso. Obrigado por acreditarem neste projeto e se dedicarem em busca de uma educação melhor.

Maio, 2018.
Abraão J. S. Capistrano
Kelly D. Sossmeier
Rodrigo Bloot

Sumário

Apresentação 9

1. Elementos introdutórios de Epistemologia e Filosofia da Ciência 11

1.1 Introdução.....	12
1.2 Lógica e Ciência.....	13
1.3 O conceito de conhecimento.....	17
1.4 Concepções de Ciência.....	20
Bibliografia sugerida.....	24

2. Experimentação Matemática para o Ensino de Ciências 25

2.1 Introdução.....	26
2.2 Resolução de problemas.....	27
2.3 Problemas: ferramentas para o ensino.....	28
2.4 Interdisciplinaridade explorada por meio do tema interpolação.....	33
2.5 Desafios para o ensino da Matemática Aplicada.....	36
Referências.....	38

3. Física para o Ensino de Ciências 39

3.1 Introdução.....	40
3.2 Contextualizando a experimentação e o processo de ensino-aprendizagem.....	40
3.3 Desafios da experimentação no Ensino Básico.....	42
3.4 Uma proposta metodológica para o ensino experimental de Ciências.....	42
Referências.....	46

4. EXPERIMENTAÇÃO QUÍMICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS 47

4.1 Introdução.....	48
4.2 Uma abordagem contextualizada	50
4.3 Metodologia sugerida para inserção da experimentação problematizadora	51
Referências.....	54

5. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS55

5.1 Introdução.....	56
5.2 As TICs e o ensino de Ciências	57
5.3 Tutorial com atividades	59
Referências	73

6. FUNDAMENTOS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA74

6.1 Astronomia como legado humano.....	75
6.2 Um breve histórico da Astronomia.....	76
6.3 Elementos de Astronomia.....	82
6.4 O ensino de Astronomia: cuidados, métodos e atividades.....	87
Referências.....	91

7. INTRODUÇÃO À PESQUISA em ensino de Ciências e Matemática.....92

7.1 Introdução.....	93
7.2 A pesquisa em ensino de Ciências e Matemática no Brasil.....	93
7.3 Pesquisa em ensino de Ciências: principais linhas de pesquisa e suas abordagens metodológicas	95
Referências	100

8. FUNDAMENTOS DA DIDÁTICA das Ciências e da Matemática 101

8.1 Introdução.....	102
8.2 Um exemplo com importância histórica.....	103
8.3 Transposição didática e um exemplo ilustrativo.....	104
8.4 Situações didáticas e obstáculos didáticos e epistemológicos.....	110
Referências.....	113

9. ESCRITA CIENTÍFICA114

9.1 Introdução.....	115
9.2 O que é escrever cientificamente.....	116
9.3 Texto dissertativo.....	119
9.4 Os mecanismos textuais.....	120
9.5 Desafios da escrita: como organizar o que você tem a dizer.....	121
9.6 Como escrever.....	122
Referências.....	125

10. METODOLOGIA DE PESQUISA 126

10.1 Introdução.....	127
10.2 Conceitos.....	127
10.3 Métodos de pesquisa	133
10.4 Análise dos dados	138
10.5 Conclusões.....	139
Referências.....	140

11. METODOLOGIA DE PROJETOS I 142

11.1 Introdução.....	143
11.2 Pedagogia de projetos.....	143
11.3 Sobre a interdisciplinaridade.....	148
11.4 Pesquisa bibliográfica.....	149
11.5 Seminários científicos.....	150
Referências.....	152

12. METODOLOGIA DE PROJETOS II 153

12.1 Introdução.....	154
12.2 O método científico.....	155
12.3 Dedução versus indução.....	157
12.4 Modelagem no ensino de Ciências.....	158
Referências.....	163

Apresentação

*“A principal função do EDUCADOR é cuidar para que ele não confunda o bem com a passividade e o mal com a atividade.”
(Maria Montessori)*

O presente trabalho é um compêndio das notas de aula utilizadas pelos docentes que ministraram disciplinas no curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática para séries finais — Ensino Fundamental — 6º ao 9º ano, proposto para a formação continuada de professores da educação básica. Ofertado em Foz do Iguaçu, Paraná, o curso, na modalidade presencial, abrangeu profissionais de outras cidades do Oeste do Estado e teve como objetivo melhorar a qualidade do ensino em áreas identificadas como deficitárias nos sistemas estadual e municipal de educação. Ministrado por docentes da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) e por colaboradores externos, esteve ligado à Diretoria de Formulação de Conteúdos Educacionais (DCE) do Ministério da Educação (MEC) e recebeu fomento por meio do Comitê Gestor Institucional de Formação Inicial e Continuada de Profissionais da Educação Básica (COMFOR)— programa nacional de formação continuada para os profissionais que trabalham na rede pública de ensino. A execução e certificação ficou a cargo da universidade.

Para o sucesso da iniciativa, além do suporte do MEC, contamos com a colaboração de dois importantes parceiros na região de Foz do Iguaçu. O primeiro deles foi o Núcleo Regional de Educação (NRE), o qual desenvolve, além de questões de gerenciamento e legalidade de instituições de ensino, importantes programas e projetos educacionais em nove municípios da sua área de abrangência: Foz do Iguaçu, Santa Terezinha de Itaipu, São Miguel do Iguaçu, Itaipulândia, Missal, Ramilândia, Medianeira, Matelândia e Serranópolis do Iguaçu. O outro importante colaborador do projeto foi o Parque Tecnológico Itaipu (PTI), que colocou à disposição do curso o uso das instalações do Polo Astronômico Casimiro

COMFOR

COMITÊ GESTOR INSTITUCIONAL DE FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Montenegro Filho, que tem se tornado um importante centro educacional, de divulgação científica e de pesquisas, além de ser um local de visitação turística reconhecido pela International Astronomical Union (IAU)¹.

Assim, considerando-se o público-alvo e os parceiros envolvidos, o curso de especializa o em Ensino de Ciências e Matemática foi um espaço para promover discussões sobre o ensino dessas matérias. A estrutura curricular proposta pelo projeto está em sintonia com os objetivos, com disciplinas que fomentam a discussão, aprofundamento de conteúdos e sua reflexão, bem como com a es integrando conteúdos e práticas ligadas ao ritmo da sociedade atual, que está sempre em transforma o.

O presente livro traz, em seus 12 capítulos, as reflexões que serviram como referencial inicial das disciplinas ministradas durante o curso. Cada capítulo traz as contribui es pessoais, a revisão bibliográfica e algumas atividades que cada docente julgou necessárias e úteis para serem usadas nas discussões em sala de aula. Esperamos que este material possa servir de ponto de partida para a inser o dos diversos temas aqui abordados, que perpassam pelas disciplinas das áreas exatas, como a Matemática, a Física e a Química, alinhadas com a Filosofia, e que podem ser aplicadas no dia a dia escolar, bem como seus desdobramentos no processo ensino-aprendizagem, na produ o de textos científicos, nas discussões sobre metodologia da pesquisa científica e uso de projetos como proposta pedagógica.

Temos a esperança de que as abordagens e propostas didáticas e metodológicas sugeridas no presente livro possam resultar, mais adiante, em mudanças na forma de trabalhar o ensino de Ciências nas escolas, indo na dire o de desmitificar o medo que os alunos têm destas áreas, fazer surgir o interesse e despertar o gosto pelas ciências. É importante deixar claro que estas notas de aula não são o resultado de uma pesquisa científica e sim de uma ampla proposta de metodologias e práticas com o objetivo de dar um norte, além de sugestões que podem ser incorporadas nas atividades desenvolvidas pelos docentes. Esperamos que a iniciativa possa ter contribuído com a forma o de professores do ensino público e que os nossos professores, em suas diversas áreas e saberes, níveis e institui es, possam cada vez mais se motivar e motivar mentes na forma o de verdadeiros cidadãos no enorme desafio e responsabilidade que é a educa o.

Maio, 2018

Abraão J. S. Capistrano

Kelly D. Sossmeier

Rodrigo Bloot

1 A International Astronomical Union (IAU)   uma sociedade científica cujos membros são astr nomos profissionais de diversos países, portadores do título de doutor ou superior, e que atuam na pesquisa e na educa o em Astronomia.

1. ELEMENTOS INTRODUTÓRIOS DE EPISTEMOLOGIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

TITO ALENCAR FLORES

Doutor em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), com ênfase na área de Epistemologia. Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). E-mail: titoalflores@hotmail.com.

1.1 INTRODUÇÃO

Embora os termos “Epistemologia” e “Filosofia da Ciência” sejam tomados, em certos contextos, como sinônimos, aqui eles serão tratados como possuindo significados diferentes. Epistemologia e Filosofia da Ciência são campos de estudo relacionados, porém não idênticos. De maneira geral, a área que cobre a preocupação com os fundamentos e os métodos da atividade científica é identificada como “Filosofia da Ciência”, enquanto que o interesse pela análise do conceito de conhecimento, sua natureza e extensão, identifica a área da Epistemologia. Segundo essa forma de entender ambas, fica claro que tudo o que é feito em Filosofia da Ciência depende, de uma maneira ou outra, de análises realizadas em Epistemologia. Se é correto afirmar, por exemplo, que as discussões sobre o método científico são, em realidade, discussões sobre métodos para a produção de conhecimento, então o trabalho em Filosofia da Ciência depende do resultado de discussões epistemológicas mais básicas, que incluem a própria definição do termo “conhecimento”.

Outra forma de notar esse ponto é observar que o conhecimento científico é uma qualificação do conhecimento em geral. Sem uma compreensão prévia e adequada do conhecimento em geral, seria impossível entender o que exatamente o adjetivo “científico” qualifica. Por outro lado, a relação entre essas duas áreas é bastante óbvia: Filosofia da Ciência e Epistemologia têm no conhecimento humano seu ponto de interesse fundamental.

Essas informações preliminares explicam a organização deste capítulo. Antes da apresentação das concepções de Ciência, será oferecida uma análise do conceito de conhecimento em geral. Assim, será possível compreender melhor os pontos de discórdia entre as diferentes visões que buscam explicar o que é a Ciência. Entretanto, antes de definir o conhecimento em geral, é indispensável conhecer as ferramentas teóricas utilizadas tanto em Epistemologia quanto em Filosofia da Ciência. A primeira parte desse trabalho consistirá em uma breve apresentação dos conceitos lógicos que estão no cerne de qualquer atividade intelectual e que são especialmente importantes para a compreensão do modo como a Ciência funciona e as teorias que a definem.

1.2 Lógica e Ciência

Alguns conceitos lógicos são especialmente relevantes para entender as diversas teorias que tratam de explicar o que é e como funciona a Ciência. O primeiro termo a ser definido é “argumento”. Um argumento é um conjunto ordenado de pelo menos dois enunciados onde um deles é sustentado pelo outro ou, se houver, pelos demais. O enunciado sustentado é chamado “conclusão” e o(s) enunciado(s) que oferece(m) a sustentação, “premissa”.

A ideia de sustentação deve ser entendida em termos da apresentação de alguma evidência que indique que o enunciado apoiado, a conclusão, seja verdadeiro. Assim, a premissa de um argumento tem como função mostrar que, se ela for verdadeira, a conclusão é, ou provavelmente será, igualmente verdadeira. A identificação (e, posteriormente, a produção) de argumentos depende, então, da capacidade de perceber a relação de apoio entre enunciados. Quanto mais forte for o apoio, melhor será o argumento.

A avaliação de um argumento é realizada pelo conceito de *validade*. Um argumento será dito “válido” se as premissas oferecem o melhor apoio possível à conclusão. “Inválidos” serão todos os argumentos nos quais as premissas não oferecem a melhor sustentação possível à conclusão. A ideia de “melhor apoio possível” deve ser entendida da seguinte maneira: se é impossível que a conclusão seja falsa caso a premissa seja verdadeira, então a premissa oferece a melhor sustentação possível à conclusão. Assim, um argumento é válido quando é impossível que suas premissas sejam verdadeiras e sua conclusão falsa. A ideia de melhor apoio possível é bem explicitada da seguinte maneira: em um argumento válido, se as premissas forem verdadeiras, a conclusão deve necessariamente ser verdadeira. Nesses casos, podemos afirmar que a conclusão se deduz, ou é deduzida, da(s) premissa(s) apresentada(s).

Imagine que o enunciado *Pedro é professor* é a conclusão de um argumento cuja premissa é *Pedro é professor de Filosofia*. É claro, nesse caso, que se o enunciado que serve como premissa for verdadeiro, é impossível que o enunciado que serve como conclusão seja falso.

É importante observar que para avaliar se um argumento é válido ou inválido não vem ao caso determinar se o enunciado que serve como premissa é, de fato, verdadeiro. A validade de um argumento é decorrente, exclusivamente, do apoio que a premissa oferece à conclusão, e não do valor de verdade dos enunciados que funcionam como premissas. Assim, o argumento recém-apresentado é válido não pelo fato de Pedro ser mesmo professor de Filosofia mas, sim, pelo de fato de que se ele for professor de Filosofia é impossível que ele não seja professor. Dito em outras palavras, o argumento recém-apresentado seria válido mesmo que o Pedro indicado no enunciado não fosse, de fato, professor de Filosofia.

Para mostrar como a dedução de uma conclusão pode ser feita mesmo que o enunciado que serve como premissa seja falso, imagine um argumento que possui as duas seguintes premissas: *todos os professores de Filosofia são nascidos no planeta Marte* e *Pedro é professor de Filosofia*, e a seguinte conclusão: *Pedro é nascido no planeta Marte*. Independentemente de a primeira premissa ser obviamente falsa, tal argumento oferece o melhor apoio possível à conclusão. Seria impossível que a conclusão desse argumento fosse falsa caso as premissas fossem verdadeiras.

O importante aqui é notar que o termo “verdadeiro” é utilizado na definição do termo “validade” para mostrar que um argumento que oferece o melhor apoio possível à conclusão nos garante que se o enunciado que serve como premissa for verdadeiro, esse valor será preservado na conclusão. Portanto, quando *deduzimos* um enunciado de outro, temos a garantia de que se a premissa for verdadeira, a conclusão necessariamente também será. Por outro lado, o fato de um enunciado oferecer o melhor apoio possível a outro, não garante, nem mesmo oferece qualquer indicação que ele próprio seja verdadeiro. Em outras palavras, a validade é uma propriedade da forma do argumento, não do seu conteúdo.

O teste intuitivo para determinar se um argumento é ou não válido é conhecido como *método do contraexemplo*. Esse método consiste em encontrar ou elaborar uma situação hipotética na qual as premissas sejam verdadeiras e a conclusão falsa. O contraexemplo determina a invalidez do argumento mostrando, justamente, que é possível que a premissa seja verdadeira e a conclusão, falsa.

Um detalhe intelectualmente estimulante do método do contraexemplo é que não é necessário que encontremos um contraexemplo para um argumento apenas por meio de investigação ou observação. Basta que sejamos capazes de imaginar uma situação logicamente possível em que a premissa seja verdadeira e a conclusão falsa para que fique demonstrada a invalidez do argumento. Ainda que tal possibilidade seja inverossímil ou pareça mesmo ridícula, ela serve para mostrar que o argumento não é válido.

Suponha um argumento cuja conclusão seja *há um incêndio detrás daquele monte*. O apoio à conclusão é dado pela premissa *há fumaça saindo detrás daquele monte*. Para saber se esse argumento é válido ou não, é preciso determinar se é possível que a conclusão seja falsa ainda que a premissa seja verdadeira. É importante notar que não se trata de mostrar que a premissa é falsa, apontando, por exemplo, que em realidade há dúvida sobre se é mesmo fumaça o que sai detrás do monte. Para mostrar que um argumento é inválido, é necessário supor que a premissa seja verdadeira. É possível, então, imaginar uma situação na qual se supõe que seja fumaça o que se vê saindo detrás do monte, porém que seja falso que haja um incêndio? Se é possível, então está provado que a premissa não oferece o melhor apoio possível à conclusão, e que o argumento é, portanto, inválido. Se não, deve-se tomar o argumento como válido.

É importante observar que o método do contraexemplo serve apenas para mostrar que o argumento é inválido. A incapacidade em apresentar um contraexemplo não estabelece que o argumento seja válido. Imaginemos agora que alguém apresente a seguinte possibilidade à conclusão: *há um grupo de pessoas fumando detrás daquele monte*. Seria essa hipótese um contraexemplo ao argumento? Levando em conta nossa definição de validade, a resposta é afirmativa. Essa mera possibilidade — e, para todos os efeitos, qualquer outra hipótese logicamente possível que alguém pudesse pensar — serve para mostrar que o argumento em questão é inválido: a premissa não é capaz de oferecer o melhor apoio possível à conclusão. Como se verá mais adiante, a busca por contraexemplos será, segundo certas concepções de Ciência, parte fundamental do método científico.

Argumentos como esses são, portanto, inválidos. Isso não significa, entretanto, que todos os argumentos inválidos sejam inúteis ou enganadores. O fato de não oferecer o melhor apoio possível à conclusão não implica que o argumento deva ser imediatamente rejeitado.

Argumentos inválidos que oferecem algum apoio à conclusão são classificados como *indutivos* e os critérios para sua avaliação não se restringem ao teste de validade. Como será fácil de perceber, grande parte dos melhores argumentos sobre os temas mais relevantes são indutivos — e, portanto, inválidos.

O limite da argumentação indutiva é determinado por aquilo que se pode deduzir validamente. No contexto dessa discussão, um bom modo de explicar como funcionam os argumentos indutivos é entender o tipo de apoio que nossas observações do mundo podem oferecer às nossas conclusões sobre como o mundo de fato é. É preciso, portanto, entender o que é possível deduzir das nossas observações, seja o que se pode deduzir que é verdadeiro, seja o que se pode deduzir que é falso.

Consideremos os dois seguintes enunciados:

- a) algumas plantas são venenosas;
- b) todas as mulas são estéreis.

Esses enunciados resultam, de uma maneira ou outra, da observação do mundo. Para a presente finalidade, pode-se inclusive supor que nossas observações são sempre corretas, ou seja, que aquilo que observamos é sempre verdadeiro. É possível agora elaborar os argumentos que teriam como conclusão os enunciados apresentados acima:

- a) Foi observado que pessoas que comeram certas plantas foram envenenadas por sua ingestão. Portanto, algumas plantas são venenosas.
- b) Foi observada uma quantidade altíssima de mulas e, em todos os casos, elas eram estéreis. Portanto, todas as mulas são estéreis.

Como se deve avaliar esses dois argumentos? Considerando o modo como entendemos a observação, o primeiro argumento é válido. É impossível que a conclusão seja falsa, se a premissa for verdadeira. Por outro lado, o segundo argumento é inválido: é impossível deduzir que todas as mulas sejam estéreis a partir da premissa apresentada. É logicamente possível que, ainda que todas as mulas *observadas* sejam estéreis, exista alguma não observada que não seja. Isso nos permite ver que certos enunciados são corretamente *verificados* e, portanto, provados pela observação. Ou seja, há enunciados cuja verdade se pode deduzir de enunciados de observação.

Por outro lado, há enunciados, como *todas as mulas são estéreis*, cuja verdade não pode ser deduzida de qualquer enunciado de observação. Não importa quantas mulas sejam observadas, nem que nossa observação seja considerada infalível: sempre será possível que alguma mula ainda não observada não seja estéril. Há algo muito interessante sobre enunciados universais como *todas as mulas são estéreis*. Ainda que não possam ser corretamente verificados, tais enunciados podem ser conclusivamente *falseados*. Ou seja, é possível deduzir a falsidade de um enunciado universal por meio de apenas um enunciado de observação. Da observação de apenas uma mula que tenha progênie, pode-se deduzir que o enunciado *todas as mulas são estéreis* é falso.

Vejamos, agora, o seguinte argumento: foi observada uma enorme quantidade de pessoas que comeram plantas e em nenhum caso se verificou que tenha ocorrido envenenamento. Portanto, é falso que algumas plantas sejam venenosas. Como devemos avaliar esse argumento? O argumento é claramente inválido, já que é possível que, por mais cuidadoso e amplo que tenha sido nosso exame do caso, ainda existam algumas plantas que sejam venenosas. Isso nos mostra que enunciados particulares, como algumas plantas são venenosas, podem ser verificados por enunciados de observação, mas não podem ser falseados por eles. Ou seja, é possível deduzir a

verdade de enunciados particulares a partir da observação, porém não sua falsidade. De modo oposto, é possível deduzir a falsidade de enunciados universais a partir da observação, porém não verificar sua verdade.

Tal quadro, entretanto, não esgota a possibilidade do que pode ser provado por meio de enunciados observacionais. Consideremos o seguinte enunciado:

c) toda substância física possui um solvente.

É possível saber se esse enunciado é verdadeiro ou falso por meio da observação. Entretanto, tal enunciado não pode ser conclusivamente verificado ou falseado. Ou seja, é impossível, a partir de observação, deduzir que seja falso ou verdadeiro. Mesmo que fosse observada uma enorme quantidade de substâncias e para cada uma delas fosse encontrado um solvente, ainda não se poderia deduzir que toda substância possui um solvente pois ainda seria logicamente possível que alguma substância não observada não o possuía. Ou seja, a premissa *uma enorme quantidade de substâncias foi observada e para todas elas foi encontrado um solvente* não oferece o melhor apoio possível para a conclusão *toda substância possui um solvente*.

Por outro lado, mesmo que houvesse uma substância para a qual não foi encontrado um solvente, não seria possível corretamente deduzir que é falso que exista um solvente para ela. Não podemos deduzir que o enunciado *toda substância possui um solvente* é falso mesmo que não tenhamos encontrado um solvente para uma determinada substância porque ainda é logicamente possível que exista um líquido, ainda não conhecido, que sirva de solvente para ela. Assim, há enunciados que não podem ser conclusivamente verificados nem conclusivamente falseados pela experiência. A relação entre o que se pode conclusivamente provar e a observação será um ponto importante para entender as teorias sobre a Ciência. Grande parte de enunciados científicos não é resultado de argumentos válidos. Isso significa afirmar que grande parte dos enunciados que consideramos tipicamente científicos são conclusões de argumentos inválidos, que não oferecem o melhor apoio possível para suas conclusões.

Esses argumentos indutivos, entretanto, oferecem *certo* apoio para sua conclusão. Ainda que não permitam deduzir que a conclusão seja verdadeira ou falsa, eles tornam ao menos *razoável* a aceitação da conclusão. O fato de que tais argumentos sejam inválidos não significa que sejam equivalentes a simples palpites ou devam imediatamente ser rejeitados: que tais argumentos não permitam deduzir verdades ou falsidades, não implica que não justifiquem, de alguma maneira, sua conclusão. Assim, enunciados universais, normalmente apresentados como leis naturais em diversas Ciências empíricas, não podem ser definitivamente verificados pela observação. Por sua parte, enunciados particulares não podem ser conclusivamente falseados por meio da observação.

1.3 O conceito de conhecimento

Antes de apresentarmos alguns tópicos centrais em Filosofia da Ciência, é importante esclarecer o conceito-chave para qualquer atividade que tenha caráter científico. Ainda que os termos “saber” e “conhecer” sejam utilizados sem qualquer problema em nossa comunicação cotidiana, e que sempre se considere que o conhecimento seja resultado da atividade científica, definir esse termo é uma tarefa surpreendentemente difícil.

A ideia central, a respeito da qual não há exagerada controvérsia, é que conhecimento deve ser inicialmente definido como uma opinião verdadeira justificada. Como acontece com qualquer definição descritiva bem-sucedida, deveríamos poder substituir qualquer ocorrência de “conhecimento” por “opinião verdadeira justificada” sem que alterássemos o valor de verdade da oração na qual esses termos ocorrem.

Como se pode notar, a definição proposta de conhecimento possui três partes. Trataremos, agora, de analisar cada uma delas.

A ideia de que conhecimento seja uma forma de opinião ou crença pretende explicar o fato de que seria impossível que uma pessoa, ou grupo de pessoas, pudesse ter conhecimento sem ao menos tomar algo como verdadeiro. Nesse sentido, possuir uma crença nada mais é do que aceitar que um certo enunciado seja verdadeiro.

Isso impede, por exemplo, que tenhamos um conceito de conhecimento que implique que uma pessoa pudesse saber que a raiz quadrada de 4 é 2, sem nem sequer aceitar que “a raiz quadrada de 4 é 2” é um enunciado verdadeiro. Da mesma forma, a noção de opinião ou crença torna impossível que uma pessoa ou comunidade pudesse saber que a distância comum entre a Terra e a Lua é de 384.403 quilômetros sem opinar ou crer que essa é, de fato, a distância correta. Assim, afirmar que “opinião” é parte da definição de conhecimento equivale a afirmar que sempre que uma pessoa ou grupo de pessoas conhece algo essa pessoa ou grupo toma esse algo por verdadeiro. Sem ao menos tomar algo por verdadeiro seria impossível conhecer o que quer que seja. Portanto, opinião é uma condição necessária para conhecimento.

Certos contextos linguísticos podem dar uma impressão diferente. Não é incomum que alguém diga: “Eu não opino que Brasília é a capital do Brasil, eu *sei* que é”. No mesmo sentido, seria possível afirmar que um biólogo não crê que um felino é um mamífero, ele sabe que tal é o caso. Portanto, poderíamos supor que conhecimento e crença são coisas absolutamente distintas.

A explicação de tais fenômenos linguísticos não requer, entretanto, a separação entre conhecimento e crença. Quando alguém afirma não crer, mas sim saber que Brasília é a capital do Brasil, essa pessoa não está dizendo que não aceita que é verdadeiro que Brasília seja a capital do Brasil. Ela está, apenas, enfatizando sua aceitação de que o enunciado em questão é verdadeiro. Um caso semelhante ocorre quando alguém afirma: “Eu não estou com sede, estou *morrendo* de sede”. O que ocorre é apenas a ênfase veemente da aceitação de algo. Portanto, conhecimento é sempre um caso de aceitação e, portanto, de crença ou opinião.

Tomar algo por verdadeiro, no entanto, não implica que esse algo seja de fato verdadeiro. Como é comum a muitos de nós, frequentemente nos enganamos. Enganar-se poderia ser simplesmente definido como tomar por verdadeiro algo que é de fato falso. Não obstante, “conhecimento” parece ser incompatível com o engano ou com o erro: se alguém sabe que certo evento é o caso, então ele não está enganado sobre isso. Se alguém *sabe* que certo enunciado *n* é verdadeiro, então *n* não pode ser falso.

Isso significa que conhecimento é sempre conhecimento de verdades. Em realidade, quando afirmamos que alguém ou um grupo sabe algo, estamos apenas afirmando de maneira abreviada que essa pessoa ou grupo sabe que um determinado enunciado é verdadeiro. Assim, conhecimento é uma opinião que precisa, pelo menos, ter como conteúdo um enunciado verdadeiro.

Uma implicação óbvia disso é que é impossível conhecer algo falso. Seria impossível, por exemplo, saber que a velocidade de propagação de uma onda sonora no nível do mar é 140 m/s se é falso que uma onda sonora se propaga nessa velocidade. Naturalmente, alguém poderia crer que a velocidade é essa, tomando por verdadeiro o enunciado *a velocidade de propagação de uma onda sonora ao nível do mar é de 140 m/s*. Porém, se o enunciado é falso, é impossível que se saiba que ele é verdadeiro.

Tais enganos podem acontecer independentemente da intensidade com a qual mantemos nossas opiniões. Por maior que seja a convicção psicológica a respeito do que quer que seja, isso não torna os enunciados que constituem o conteúdo de nossas opiniões enunciados verdadeiros e, portanto, casos legítimos de conhecimento. Da mesma forma, não é a unanimidade de uma opinião em um determinado grupo, contexto ou período histórico que a transforma em um caso de conhecimento. Para que uma pessoa ou grupo conheça algo é preciso, necessariamente, que o conteúdo da opinião seja verdadeiro. Um exemplo claro desse ponto é que, por maior que tenha sido o acordo geral sobre a verdade do enunciado *a Terra é o centro do universo*, é incorreto afirmar que alguém alguma vez *soube* que tal enunciado era verdadeiro.

Isso, naturalmente, não quer dizer que não se possa saber que algo seja falso. Em realidade, através de simples operações lógicas, é possível saber que um conjunto potencialmente infinito de enunciados é falso apenas conhecendo um que seja verdadeiro. Por exemplo, se eu sei que o pH do café é 5,0 (ou seja, se eu creio e é verdade que o pH do café é 5,0), então eu sei que é falso que ele é 345, 608, etc. Assim, é impossível haver conhecimento de uma falsidade, porém é possível, e bastante comum, saber que certos enunciados são falsos.

Conhecimento, então, é um certo tipo de opinião cujo conteúdo é verdadeiro. Em outras palavras, opinião e verdade são condições necessárias para o conhecimento. Entretanto, elas não são normalmente aceitas como suficientes. A razão principal da rejeição de que opinião verdadeira seja equivalente a conhecimento é que, deste modo, não realizaríamos a distinção natural entre o que popularmente se chama “chute” e conhecimento. Casos de chute certo parecem apresentar casos de opinião *acidentalmente* verdadeira. Se ao imaginar o caso onde alguém joga uma moeda para o alto, fecha os olhos e forma a opinião de que a face virada para cima é coroa, e supor também que de fato a face virada para cima é coroa, tal pessoa teria uma opinião verdadeira, porém não teria conhecimento.

A ideia comum, portanto, é que, além de ser verdadeira, a opinião deve contar com algo mais para ser conhecimento. No vocabulário contemporâneo, diz-se que para que uma opinião verdadeira se transforme em conhecimento é necessário que ela seja racionalmente sustentada, ou epistemicamente justificada. Ou seja, a ideia é supor que se há justificção epistêmica para aceitar que algo é verdadeiro, então a verdade da opinião não será uma ocorrência meramente casual. Portanto, a diferença entre opiniões verdadeiras e conhecimento é que o último conta, além da verdade, com justificção epistêmica.

É fácil descrever supostos casos de conhecimento quando tratamos de *conhecimento inferencial*, ou seja, quando tratamos de conhecimento derivado de argumentação. Imaginemos, por exemplo, o caso do (suposto) conhecimento de que o excesso de luz causa a inibição da fotossíntese. Como vimos, para que possa ser conhecimento, é necessário que esse enunciado seja verdadeiro e que alguém ou grupo o tome como verdadeiro. Além disso, é também necessário que quem tome esse enunciado como verdadeiro tenha justificção epistêmica para tanto. É possível supor, então, que o enunciado *o excesso de luz causa a inibição da fotossíntese* é a conclusão de um argumento, cujas premissas seriam as responsáveis por justificar epistemicamente a aceitação da conclusão. Tal premissa poderia ser algo como o seguinte: *foram realizadas observações com um número significativo de plantas e em todos os casos essas plantas tiveram a fotossíntese inibida pelo excesso de luz.*

Nesse exemplo, temos a expressão de conhecimento que corresponde à definição que oferecemos: sendo o enunciado *o excesso de luz causa a inibição da fotossíntese* verdadeiro, sendo aceito como verdadeiro por uma pessoa ou grupo de pessoas e tendo ele recebido justificção epistêmica de outro enunciado, temos um caso de conhecimento.

Há muitas perguntas que devem surgir dessa breve análise do conceito de conhecimento. Entretanto, o objetivo proposto aqui é apenas oferecer um esclarecimento mínimo sobre o que significa conhecer algo. Entretanto, é importante apontar para um aspecto que nos será particularmente caro: será o tipo e a qualidade de justificção oferecida no exemplo anterior suficiente para transformar uma opinião verdadeira em um caso legítimo de conhecimento?

Como o leitor deve ter notado, a justificção oferecida pela premissa do argumento anterior oferece apoio indutivo à conclusão. Ela é incapaz, portanto, de oferecer o melhor apoio possível a ela. Podemos reformular nossa pergunta de maneira mais contundente da seguinte maneira: podemos obter conhecimento à base de razões incapazes de permitir a dedução da conclusão? Se nossa resposta é afirmativa, trataremos justificção epistêmica como algo que permite engano, já que nos casos de apoio indutivo é sempre possível que a conclusão seja falsa. Como vimos, o apoio indutivo não exclui que outras possibilidades à nossa conclusão sejam verdadeiras. Com esse tipo de justificção jamais poderemos estar completamente seguros de que o mundo seja tal como as conclusões de nossos argumentos indicam. Se, por outro lado, nossa resposta é negativa, aparentemente excluiríamos grande parte daquilo que normalmente supomos saber do que, de fato, conta como conhecimento. O escopo de nossas deduções é muito mais restrito do que o de nossas induções.

Podemos expressar esse dilema considerando se devemos entender justificção epistêmica, e a Ciência por decorrência, como algo infalível ou não. Defensores das duas alternativas parecem ter algo de razão para suas escolhas. Se a Ciência não for infalível, porque deveríamos levá-la mais a sério do que qualquer outro modo alternativo de descrever o mundo? Se a justificção para aceitar, por exemplo, que a incidência de dengue está relacionada com o armazenamento incorreto de água, não exclui, ou prova que é falsa, a possibilidade de a dengue ser causada por ira divina, por que deveríamos aceitar uma e não a outra?

Por outro lado, a infalibilidade parece ser exigência demasiada. Mesmo que com base em evidência falível não possamos excluir todas as possibilidades de erro, ainda

assim temos alguma justificção para preferir uma entre diferentes visões de mundo. Mesmo que a evidência do sanitarista não exclua a possibilidade de que a incidência de dengue não esteja especialmente relacionada com o acúmulo de água em locais indevidos, há razões positivas para pensar que assim seja.

Em qualquer contexto, seja ele científico ou ordinário, o termo “conhecimento” parece ser adequadamente definido como “opinião verdadeira epistemicamente justificada”. Essa definição recoloca o centro fundamental da discussão epistemológica no conceito de justificção epistêmica. O modo como entendemos tanto a Ciência quanto nosso (suposto) conhecimento de coisas corriqueiras, como, por exemplo, o nome da rua onde moro ou a idade que em certo momento tenho, depende de como tratamos o conceito de justificção epistêmica. Quanto maior for a exigência sobre a justificção, quanto mais infalibilistas somos, mais cétricos nos tornamos. Quanto menor ela for, quanto mais falibilistas somos, maior será a possibilidade de que opiniões exóticas passem a contar como conhecimento.

Como veremos a seguir, essas questões estão no coração das teorias sobre a Ciência.

1.4 Conceções de Ciência

Não será possível apresentar aqui teorias sobre a Ciência de maneira detalhada nem em grande número. Trataremos apenas de formular as bases das duas posturas iniciais que divergem radicalmente sobre o modo como a Ciência deve ser entendida. O que será dito aqui tem como objetivo apenas ser o ponto inicial das discussões.

A descrição possivelmente mais comum de Ciência, que pode ser chamada “empirismo indutivista”, ou “indutivismo”, tem o seguinte ponto de partida: toda a atividade científica, e, portanto, do conhecimento sobre mundo, começa com a observação de fatos do mundo. Tudo o que pode ser caracterizado como “científico” precisa ser revelado ou inferido a partir de informações dadas diretamente pela nossa experiência.

A experiência realizada na atividade científica é simplesmente o resultado de cuidadosa e repetida observação. O registro do que é dado por meio da experiência constitui o que se pode chamar de *enunciados de observação*. É importante notar que a observação ou a experiência, puramente, não podem ser parte de teorias, já que qualquer teoria é constituída exclusivamente de entidades linguísticas. Cada experiência realizada sobre um determinado aspecto do mundo dá lugar a uma determinada quantidade de enunciados de observação. Esses enunciados, que são as descrições de nossas experiências, formam a base a partir da qual qualquer Ciência deve ser construída.

Segundo a visão indutivista, a superioridade da Ciência sobre formas alternativas de entender o mundo se deve, ao menos em parte, ao fato de que qualquer teoria científica é, em última instância, corretamente derivada de dados obtidos por meio da experiência. Tanto a observação quanto os enunciados de observação resultantes são, entretanto, limitados. Todos os dados recebidos por meio de estímulos sensoriais são limitados ao espaço, ao tempo e a um conjunto finito de objetos. Tanto nossa observação cotidiana quanto as experiências realizadas em laboratórios nos dão informações determinadas sobre conjuntos específicos de objetos. Assim, as observações e os enunciados de observação resultantes possuem um caráter *singular*.

Por outro lado, as leis científicas possuem um caráter radicalmente oposto. As leis de qualquer ciência particular são formadas por enunciados *gerais* ou *universais*. É justamente a propriedade de ser universal que dá à Ciência suas mais importantes características: garantia de que sua aplicação é geral e irrestrita e a capacidade de prever e antecipar certos fenômenos.

Assim, a Ciência, segundo o indutivismo, está fundada em enunciados de observação. Como vimos, entretanto, a observação é incapaz de provar diretamente enunciados universais. Se as leis científicas forem tomadas como conclusões de argumentos indutivos cujas premissas são enunciados observacionais, então, como já visto, não dispomos do melhor apoio possível às leis científicas.

Independentemente do apoio indutivo que possuímos para concluir um enunciado universal, quando estes são tomados como premissas, eles, sim, fornecem o melhor apoio possível para suas conclusões. As previsões científicas sobre casos particulares, baseadas em premissas tais como “todo objeto tende a permanecer em repouso ou movimento uniforme a menos que seja forçado a mudar de estado”, serão conclusões de argumentos dedutivos.

Portanto, conclusões sobre casos particulares inferidas de premissas universais não são problemáticas. A dificuldade se concentra nas conclusões universais inferidas de premissas singulares.

De modo esquemático, podemos resumir assim a visão indutivista da Ciência: informação adquirida por meio da experiência (enunciados de observação) > inferências indutivas > leis e teorias científicas > dedução > previsões e explicações.

Assim, de acordo com a perspectiva indutivista, a natureza da evidência para enunciados científicos é observacional e a elaboração das leis que governam os diferentes aspectos do mundo é realizada a partir de inferências indutivas.

Há duas objeções principais a essa visão sobre a Ciência. A primeira, como já apontado, é o fato de que o apoio dado aos enunciados universais provém de premissas singulares que *não* garantem a verdade da conclusão, mesmo que as premissas sejam verdadeiras. Essa dificuldade requer uma decisão bastante difícil sobre o grau de justificação que consideramos correto exigir para os enunciados gerais da Ciência.

A segunda diz respeito à própria observação. Parece haver boas razões para pensar que a observação não é o ponto de partida das teorias científicas mas, antes, é determinada por alguma teoria precedente. Assim, antes de ser o ponto de partida, a produção de enunciados observacionais depende, basicamente, do vocabulário de que dispomos e das expectativas que mantemos.

Essa objeção é resultado da constatação de que mesmo quando somos submetidos aos mesmos estímulos sensoriais, nossas descrições daquilo que experimentamos — nossos enunciados observacionais — variam de modo significativo. Nossas experiências visuais, por exemplo, parecem não ser exclusivamente determinadas pelas imagens produzidas em nossas retinas.

A principal alternativa à visão indutivista da Ciência é dada por uma teoria conhecida como “falsificacionismo”. O falsificacionismo rejeita as duas suposições fundamentais do indutivismo: em primeiro lugar, devemos reconhecer que não é possível qualquer observação do mundo sem uma estrutura teórica prévia. De acordo com o falsificacionismo, é justamente essa estrutura teórica prévia que determina tanto o que a Ciência seleciona para observar quanto o que de fato é observado;

tanto o problema que desejamos resolver, quanto nossas respostas a ele. Em segundo lugar, a inferência indutiva não é considerada parte importante da Ciência: para o falsificacionismo, a Ciência simplesmente prescinde da indução.

A rejeição falsificacionista da indução como o processo inferencial tipicamente científico deriva da aceitação de que é impossível oferecer uma prova de que todos os casos não observados, passados ou futuros, são similares aos casos já observados. Como afirmamos anteriormente, inferências indutivas são inválidas e, por isso, não garantem a verdade da conclusão. A impossibilidade de oferecer uma prova de que há uma uniformidade entre casos observados e não observados — por exemplo, de que uma barra de metal ainda não testada se expandirá quando aquecida, da mesma maneira que as barras de metal já observadas — leva o falsificacionismo a criar uma alternativa de descrição da atividade científica que é independente da indução.

A ideia central do falsificacionismo é que o método científico consiste em apresentar hipóteses explicativas, ou conjecturas, e então sujeitá-las a testes empíricos. A ideia é que o esforço de testagem dessas hipóteses deve ser feito em nome da tentativa de refutar essas conjecturas iniciais. Aquelas hipóteses que eventualmente resistam aos testes podem então ser consideradas “corroboradas” pela experiência.

Essa visão da Ciência reconhece que é impossível verificar um enunciado universal por meio da experiência. Tudo o que a Ciência é capaz de realizar é submeter a testes essas conjecturas iniciais. Essa visão reconhece que um simples contraexemplo é suficiente para refutar uma teoria inteira, já que, como vimos, a partir de um enunciado observacional singular é possível deduzir a falsidade de um enunciado universal. Esta é a interessante inversão proposta pelo falsificacionismo: ao invés de buscar garantir a verdade de um enunciado universal por meio de uma coleção de enunciados singulares, busca-se refutar um enunciado universal inicial por meio de qualquer enunciado observacional singular discordante. Dessa forma, o método científico prescinde completamente tanto de um ponto de partida puramente observacional quanto de inferência indutivas.

Além disso, para o falsificacionismo, a atividade científica não é descrita como o descobrimento das leis e princípios que governam o mundo físico mas, sim, como uma prática de resolução de problemas. Em vez de entender enunciados observacionais como relatos puros do que é registrado por meio de estímulos sensoriais, eles são vistos como o que é observado tal como interpretado pelo observador, diretamente influenciado pela estrutura teórica e expectativas adotadas por ele. A nossa experiência do mundo é vista como um processo ativo, cujos dados resultantes são assimilados em uma estrutura teórica prévia. Naturalmente, enunciados observacionais possuem relação com a experiência, mas não são simplesmente determinados por ela.

Um resultado surpreendente da visão falsificacionista é que diferentemente da confirmação, a corroboração não permite concluir que uma dada hipótese é provável. Ao contrário, hipóteses que são altamente corroboradas são mais difíceis de provar. Isso se explica pelo fato de que o conteúdo informativo de uma hipótese é inverso a sua probabilidade. O conteúdo informativo de uma teoria faz com que sua probabilidade diminua, já que quanto maior for o conteúdo da teoria, mais fácil é provar a sua falsidade. É fácil de notar esse ponto com o seguinte exemplo: o enunciado “a Terra possui mais de um milhão de anos” é muito mais fácil de provar, portanto mais *provável*, do que o enunciado “a Terra possui 4,54 bilhões de anos”. Por outro lado, o

conteúdo informativo do segundo é muito maior do que o do primeiro. Dessa forma, o segundo enunciado é mais falsificável do que o primeiro, já que é mais fácil encontrar contraexemplos para ele. Por exemplo, o fato de a terra ter 4,55 bilhões de anos é contraexemplo para o segundo enunciado, mas não para o primeiro.

Assim, segundo o falsificacionismo, uma teoria científica não é melhor porque é mais provável do que outra. Ao contrário, uma teoria é melhor do que outra porque oferece mais informação e, portanto, é menos provável e mais falsificável. Desse modo, a diferença fundamental entre Ciência e modos alternativos de descrever o mundo não é marcada pela maior probabilidade das teorias científicas mas, sim, pelo fato de a Ciência oferecer teorias com maior grau de falseabilidade.

As teorias científicas, assim, não são inferidas a partir de enunciados observacionais. Além disso, os experimentos científicos não são levados a cabo a fim de verificar, e em última instância demonstrar, a verdade das teorias. O resultado da investigação científica é, segundo o falsificacionismo, provisório e hipotético. Como não é possível provar as teorias científicas, podemos apenas aceitá-las provisoriamente enquanto nenhuma demonstração de sua falsidade for oferecida. Assim, o que nos cabe em matéria de Ciência é eliminar enunciados falseados e manter aqueles não falsificados.

O espírito crítico e a engenhosidade passam a ser especialmente relevantes para a atividade científica. Uma vez que a criação de hipóteses e a elaboração de contra-exemplos formam o coração da Ciência, é necessário engenho e espírito crítico para realizar competentemente as duas tarefas. Refutar teorias por meio da sua falsificação e manter aquelas que resistem à experimentação rigorosa, e cujo conteúdo informativo seja o maior possível, é o que resume a prática científica na visão falsificacionista.

Assim, o falsificacionismo, apoiado na assimetria lógica entre prova da verdade e prova da falsidade, rejeita tanto a ideia de que inferências indutivas sejam parte necessária da atividade científica quanto que ela começa com a pura e diligente observação do mundo.

Para a visão indutivista, o estabelecimento de enunciados universais é resultado da inferência indutiva a partir de enunciados observacionais singulares. Ou seja, uma vez que o mundo seja adequadamente observado, é possível extrair dessas observações as leis subjacentes que o governam. Para a perspectiva falsificacionista, os enunciados universais são mais bem entendidos como hipóteses iniciais, que são formuladas com o objetivo de resolver determinados problemas.

Pode-se, ao menos num primeiro momento, entender falsificacionismo e indutivismo como duas maneiras bastante razoáveis, porém radicalmente opostas, de compreender a atividade científica. Ainda que ambas concordem que o resultado da Ciência é a produção de conhecimento, elas descrevem de maneira muito diferente o método que esta deve empregar. Dois dos pontos mais importantes para compreender a Ciência — o caráter e papel da observação e os métodos inferenciais utilizados — são entendidos de maneira surpreendentemente diferente nessas duas visões. Para o indutivismo, enunciados científicos são provados indutivamente a partir da observação, que, por sua vez, é o ponto de partida de toda Ciência. Para o falsificacionismo, a observação tem como objetivo refutar dedutivamente conjecturas, que são o ponto de partida da atividade científica.

Tais teorias sobre a Ciência, apresentadas apenas de maneira breve e esquemática, possuem diversas e interessantes implicações em diferentes níveis. A apresentação dos detalhes dessas teorias, e suas diversas implicações, fica para outra oportunidade.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

AYER, A. *Linguagem, verdade e lógica*. Lisboa: Presença, 1991. 177 p.

BORTOLOTTI, L. *Introdução à Filosofia da Ciência*. Lisboa: Gradiva, 2013. 340 p.

CHALMERS, A. *O que é Ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993. 222 p.

FUMERTON, R. *Epistemologia*. Porto Alegre: Vozes, 2013. 216 p.

LAUDAN, L. *O progresso e seus problemas: rumo a uma teoria do conhecimento científico*. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: UNESP, 2011. 352 p.

POPPER, K. *Conjecturas e refutações*. Tradução de Sérgio Bath. 2. ed. Brasília: UnB, 1982. 450 p.

2. Experimentação Matemática para o Ensino de Ciências

RODRIGO BLOOT

Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2005) e mestrado em Matemática Aplicada pela mesma instituição (2008). Doutorado em Matemática Aplicada pela UNICAMP (2012).

2.1 INTRODUÇÃO

Apresentam-se aqui as notas de aula que nortearam os trabalhos e discussões na disciplina Experimentação Matemática para o Ensino de Ciências. Serão introduzidos conceitos e ideias já consagradas. Muitos autores acreditam que a Matemática é uma ciência que se desenvolve somente a partir da resolução de problemas práticos do cotidiano. No entanto, isto não pode ser entendido como uma verdade inquestionável. A Matemática, como qualquer outra atividade humana, não está livre de tendências, e seus rumos, bem como as estratégias para seu ensino, são guiados por ideias hegemônicas dentro dos grupos de seus pares. O capítulo tem como objetivo dar sugestões para a solução de problemas que podem ser utilizados em sala de aula de forma funcional e estimulante para o aprendizado.

Historicamente, a inspiração da Matemática provém de problemas práticos; contudo, muitos de seus resultados também derivam de sua natureza abstrata. Ou seja, são provenientes das características próprias desta ciência por meio do método dedutivo criado pelos gregos nos séculos V e VI a.C. Isto precisa ser levado em consideração durante o ensino dos métodos da Matemática para os alunos das séries iniciais.

Do ponto de vista do ensino de Matemática, parece ser mais atraente introduzir os conceitos utilizando o método da resolução de problemas. Todavia, apenas discutir problemas sem sedimentar formalmente os conteúdos pode ser arriscado do ponto de vista didático e metodológico. Um meio-termo entre rigor e intuição, solução de problemas e discussões teóricas parece ser o caminho ideal para nossos professores. Estes questionamentos não são novos e representam atualmente, assim como no passado, a preocupação de inúmeros matemáticos, tal como foi expresso por Richard Courant, já no início do século XX, por meio do clássico *O que é Matemática?*

O objetivo deste capítulo é apresentar algumas propostas de resolução de problemas que se inserem em um contexto multi e/ou interdisciplinar usando apenas conhecimentos matemáticos. Nesta disciplina, o foco é dado ao conhecimento matemático. Nenhum tipo de contextualização do dia a dia dos alunos será explorado aqui pois a intenção, por ora, é abordar somente tópicos que possuem natureza estritamente científica. No entanto, deixa-se registrado que esta contextualização, em sala de aula, é de suma importância para motivar e envolver o aluno na solução das questões propostas.

2.2 Resolução de Problemas

A tendência do uso de problemas para ensinar conteúdos do Ensino Fundamental está no centro da pauta das técnicas pedagógicas atuais. O professor precisa estar preparado para pesquisar e formular aqueles que servirão de ponto de partida para o ensino de um determinado tópico. Além disso, também é possível empregá-los para conectar ramos da própria Matemática. Nos próximos tópicos, a discussão será aprofundada, seguindo-se para a resolução de problemas conectados com temas científicos e tecnológicos.

Antes da discussão dos métodos e práticas para resolução destes, faz-se necessário estabelecer de forma clara do que se trata um problema no contexto da sala de aula. Pode-se pensá-los como sendo situações nas quais determinadas informações são conhecidas e/ou fornecidas e por meio destes dados pode-se chegar a algum tipo de conclusão. Do ponto de vista matemático, empregar-se-á a definição de Simon e Newell (1972), que estabelece que um problema é uma situação na qual um indivíduo deseja fazer algo, porém desconhece o caminho das ações necessárias para concretizar sua ação. Assim, este não precisa necessariamente estar conectado a alguma situação do cotidiano do aluno. A redução deste tipo de abordagem somente para a discussão de situações do cotidiano dos alunos é arriscada, pois pode acabar esgotando a possibilidade de discussões mais sofisticadas de tópicos importantes que também podem ser abordados na forma de problemas, segundo a definição que está sendo por nós utilizada.

Um debate interessante sobre problemas, tanto cotidianos quanto científicos, é feito por Karam e Pietrocola (2009), o qual estabelece que para aplicação no ensino parece interessante usar como base três tipos que eventualmente podem ocorrer:

1. Problemas nos quais o caminho da resolução é desconhecido e não se sabe, a princípio, uma técnica formal de Matemática para solução.
2. Problemas que exigem vários pontos de vista para a busca da solução, mas eventualmente tem-se no horizonte uma ideia de como obtê-la por meio de uma técnica bem conhecida da teoria matemática.
3. Problemas em que a solução pode ser obtida somente por meio de forte fundamentação teórica, com pouca margem para a intuição.

Por exemplo, considere o seguinte problema: "Calcule, aproximadamente, o raio da Terra".

Esse problema foi tratado, ao que tudo indica, primeiramente por Eratóstenes, em Cirene, no Egito, por volta 200 a.C. Utilizando a Matemática da época, bem como o astrolábio, Eratóstenes conseguiu calcular aproximadamente, de maneira impressionante, o raio da Terra. Este problema se enquadra no tipo 1.

2.3 Problemas: Ferramentas para o ensino

Nossa sugestão de abordagem de problemas para o ensino nesta disciplina será focada no uso de situações que possuem contexto nas discussões científicas, não nos preocupando, por ora, com situações do cotidiano. Desta forma, o aluno poderá conectar áreas distintas do seu aprendizado que, de maneira conjunta, poderão ser úteis na resolução de uma significativa amostragem de problemas.

Em algum momento na resolução de um problema será necessário sair do campo do “concreto” e utilizar ferramentas abstratas. Em algumas situações nem sequer a intuição poderá ser usada. Estabeleceremos, por segurança, os tipos que serão discutidos, definindo-os no contexto deste capítulo da seguinte maneira:

1. Problema em que mais de um ramo do conhecimento é necessário para sua resolução, o qual será denominado Problema de Natureza Multidisciplinar (PNM).
2. Problema restrito a um único ramo do conhecimento, o qual será denominado Problema de Natureza Disciplinar (PND).

Por exemplo, o problema de Eratóstenes trata-se de um PNM, tendo em vista sua necessidade de conhecimentos da Astronomia, Física (óptica geométrica) e relações interpessoais (pois Eratóstenes pagou um indivíduo para que medisse a distância entre Sirene e Alexandria) e, finalmente, ferramentas da Matemática (Geometria). Por outro lado, a demonstração de que, em um triângulo, a soma dos seus ângulos internos é 180 graus é um PND, pois depende essencialmente do método axiomático lógico-dedutivo estabelecido por Euclides.

O foco será a investigação do uso de PNM, no qual surge, inevitavelmente, o uso de ferramentas da Matemática. Portanto, serão avaliadas as dificuldades de se fazer a transição da forma “concreta” do problema para o formato quantitativo abstrato, o qual será utilizado para a obtenção da solução.

Na solução de um problema, uma estratégia pode ser empregada para buscar sua solução. Muitas vezes, tal estratégia possui um foco geométrico, porém, por vezes, o problema pode ser resolvido usando argumentos puramente aritméticos ou algébricos. Você saberia definir a diferença entre um argumento geométrico e um argumento algébrico?

O caso do problema de Eratóstenes combina argumentos geométricos (Teorema de Tales) e algébricos (regra de três simples) para obtenção do raio da Terra. Por isso, é necessário ter cuidado ao usar um problema para introduzir um tópico, a fim de evitar o uso de técnicas ainda desconhecidas pelos alunos para sua resolução, fazendo-se necessária a escolha adequada do problema-alvo.

A seguir, serão apresentadas as atividades que nortearam as ações e discussões da disciplina e que professores poderão usar em sala de aula.

ATIVIDADE 1:

Formule um problema sobre sua área de ensino (lembrando aqui que nossos cursistas eram profissionais das diferentes áreas das Ciências Exatas) e avalie que tipos de ferramentas matemáticas podem ser usadas para auxiliar na resolução deste problema. O problema vai exigir interpretações geométricas? Ele pode ser resolvido de maneira puramente algébrica?

Saber quais são os passos para a resolução de um determinado problema é fundamental. Isso tem de ser considerado quando se pretende introduzir um determinado conteúdo utilizando um problema. Em outras palavras, é preciso muita cautela na escolha do problema que dará início ao ensino de um tópico.

Por exemplo, considere que em um experimento um aluno coletou amostras da temperatura de um certo material e as colocou em uma tabela de dados. Suponha que ele coletou amostras nos tempos $t_1=1s$, $t_2=4s$ e $t_3=6s$, obtendo as temperaturas $T=20^\circ C$, $40^\circ C$ e $60^\circ C$, respectivamente. Digamos que o aluno não tem mais acesso a este material e gostaria de saber qual era a temperatura para os tempos $t=1.6s$ e $t=4.8s$. Uma vez que ele não possui o material em mãos e somente os dados previamente coletados, como ele pode obter os resultados desejados?

Este é um caso no qual faz-se necessário resolver o problema utilizando ferramentas que possuam forte conexão com o conceito de função polinomial. Existe a possibilidade do uso de um *software* para a interpolação dos pontos ou mesmo pode-se usar os conceitos de resolução de sistemas lineares para isto. A expressão funcional que será utilizada para interpolar os valores obtidos pelo aluno pode ser dada na forma:

$$P(t) = at^2 + bt + c$$

Com as seguintes condições:

$$P(1) = 20, P(4) = 40, P(6) = 60$$

Sendo que os coeficientes podem ser obtidos resolvendo o sistema de equações:

$$\begin{aligned} a+b+c &= 20 \\ 16a+4b+c &= 40 \\ 36a+6b+c &= 60 \end{aligned}$$

O GRAF. 1 representa uma função quadrática que descreve o fenômeno estudado pelo aluno. Esta função, cujos coeficientes podem ser obtidos por meio da resolução do sistema de equações indicado, pode ser usada para determinar as outras temperaturas procuradas pelo aluno sem a necessidade de reproduzir o experimento.

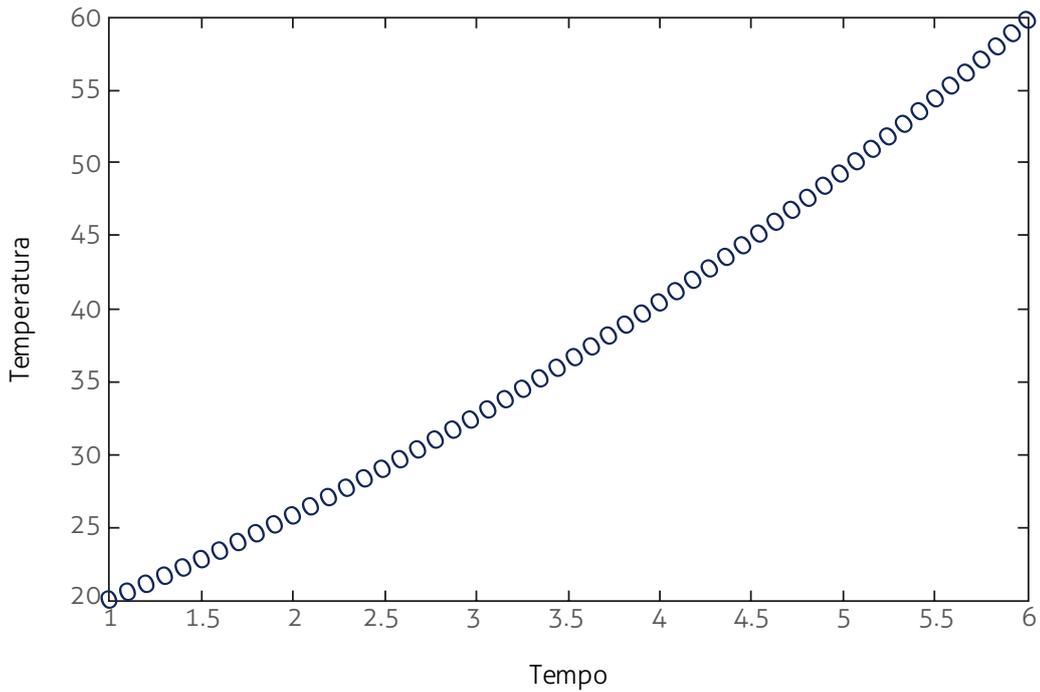


GRÁFICO 1 — Gráfico da função quadrática que interpola os pontos referentes aos dados coletados pelo aluno
Fonte: O autor (2017).

Este problema oferece uma boa oportunidade para introdução do uso de *softwares* para resolução de problemas. Além disso, o professor pode eventualmente repetir o experimento e mostrar as diferenças entre os resultados do problema real com a previsão feita pela ferramenta abstrata. Toda uma discussão pode ser feita sobre qual a quantidade mínima de dados que seriam necessários para uma descrição por meio de polinômios que descreva corretamente, ou com um pequeno erro, a realidade. Para isso, o professor pode usar ferramentas computacionais livres, como o *software* Octave, para elaborar uma rotina computacional que resolva sistemas lineares de qualquer ordem e que possa ser usada pelos estudantes nesta atividade.

A geometria plana também oferece uma ampla variedade de problemas para serem explorados em sala de aula. Um exercício interessante é o de determinar formas de se obter o número irracional π , problema este que pode ser conectado com o conteúdo de cálculo de áreas.

ATIVIDADE 2:

Encontre uma aproximação para o número π .

Determinar o número π de maneira aproximada é uma atividade interessante para ser explorada em sala de aula. Apesar de se tratar de um problema de aritmética, ideias geométricas para fazer o cálculo aproximado podem ser utilizadas.

Arquimedes de Siracusa estabeleceu, na Antiguidade Clássica, uma forma de calcular π de forma aproximada. Para isso, ele utilizava o método conhecido como exaustão, o qual consistia em inscrever polígonos regulares em uma circunferência de raio $R = 1/2$ e calcular o perímetro de tais figuras. Observe que o comprimento de uma circunferência com este raio seria justamente o número π , como ilustrado na figura ao lado. Portanto, quanto mais lados possuir o polígono inscrito na circunferência, melhor aproximação do perímetro da circunferência.

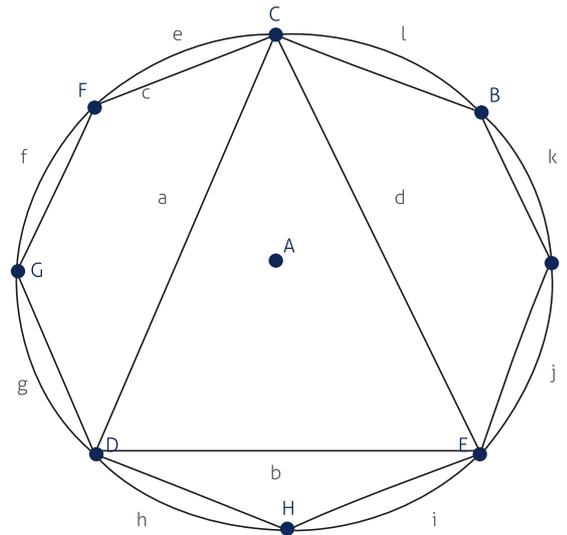


FIGURA 1 — Método da exaustão de Arquimedes
Fonte: O autor (2017).

Outra forma de fazer esta aproximação de maneira a explorar conceitos de área e de geometria analítica é associar ao semicírculo de raio unitário (FIG. 2) uma função $F(x)$ definida em um intervalo $[-1,1]$, nos números reais, dada por:

$$F(x) = \sqrt{1 - x^2}$$

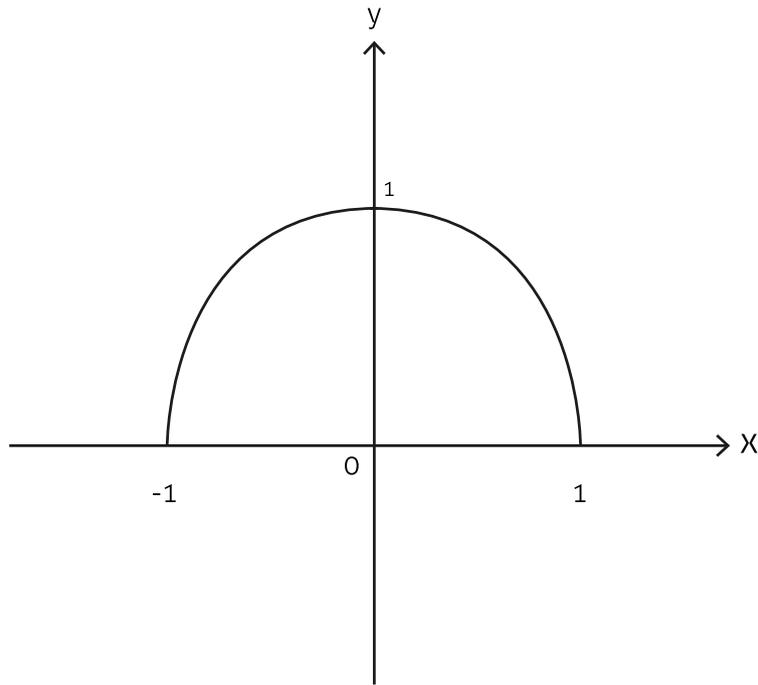


FIGURA 2 — Semicírculo de raio unitário
Fonte: O autor (2017).

A FIG. 3 ilustra como é possível calcular a área aproximada de um círculo unitário usando retângulos. Esta técnica é similar à de exaustão usada por Arquimedes. As divisões feitas no domínio e usadas na obtenção dos retângulos é chamada partição do intervalo. Ainda, a divisão usando retângulos não é a única maneira de fazer o cálculo aproximado da área. É também possível utilizar trapézios para este cálculo.

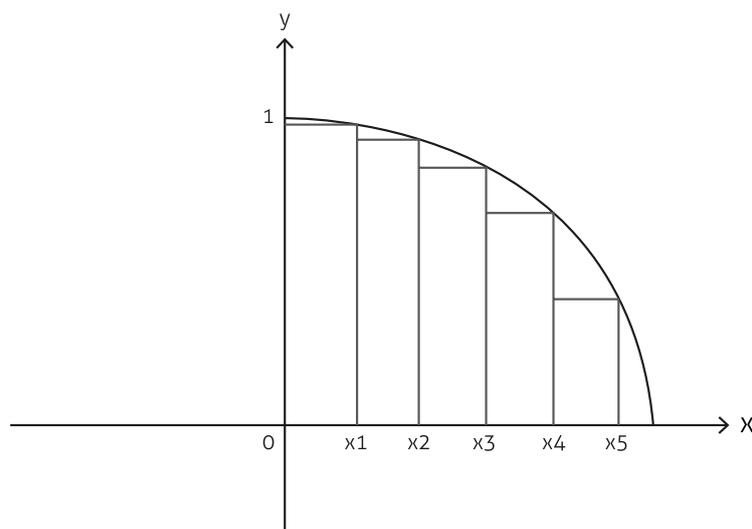


FIGURA 3 — Ilustração do cálculo da área aproximada de um círculo unitário usando retângulos
Fonte: O autor (2017).

No caso do cálculo de área pode-se observar que $A = \pi R^2$ e como estamos assumindo raio unitário temos que a área é o próprio valor de π e, conseqüentemente, se conseguimos aproximar o valor da área, então será possível aproximar o valor do número π . A tabela abaixo mostra que diferentes estratégias levam a diferentes aproximações para o valor π :

TABELA 1
Aproximação do valor de π

Estratégia	Número de Partições	Resultado aproximado	Erro
Retangular	10	2.89	0.25
Trapezoidal	10	3.12	0.01

Este tipo de atividade auxilia os alunos a compreender os aspectos da Matemática com relação à conexão entre aritmética e problemas geométricos. Os exercícios descritos acima foram inspirados em exemplos da literatura das quais podem ser citados Boyer (1996), Cajori (2007) e Eves (2004). Nestas fontes é possível encontrar mais informações a respeito deste tema.

2.4 INTERDISCIPLINARIDADE EXPLORADA POR MEIO DO TEMA INTERPOLAÇÃO

Existe uma ampla discussão na literatura sobre o conceito de interdisciplinaridade. Nesta disciplina, não houve a pretensão de explorar este tema de forma técnica, pois pareceu ser mais produtivo, por ora, estimular uma proposta de ação por meio da sugestão de atividades que podem servir para inspirar o uso desta metodologia em sala de aula. Existe uma ampla quantidade de problemas a serem explorados em sala de aula e uma proposta, que no nosso ponto de vista parece ser viável, é estimular o uso do conceito de interpolação polinomial no Ensino Básico. O domínio deste conceito não é complexo do ponto de vista formal da Matemática e uma opção para sua exploração em sala é combiná-lo com ferramentas computacionais.

A interpolação polinomial é uma importante ferramenta da Matemática que pode ser empregada no contexto de uma grande variedade de problemas de ciências. Pode-se usá-la para representar funções não triviais, utilizando-se polinômios. Evidentemente, seu uso vai resultar em erros, pois não se trata da função proposta e sim de uma aproximação. Por exemplo, considere a tabela a seguir:

TABELA 2
Tabela de valores

Temperatura	20	25	30	35	40
Calor específico	0,99907	0,99852	0,99826	0,99818	0,99828

Fonte: RUGGIERO; LOPES (1996), p. 211.

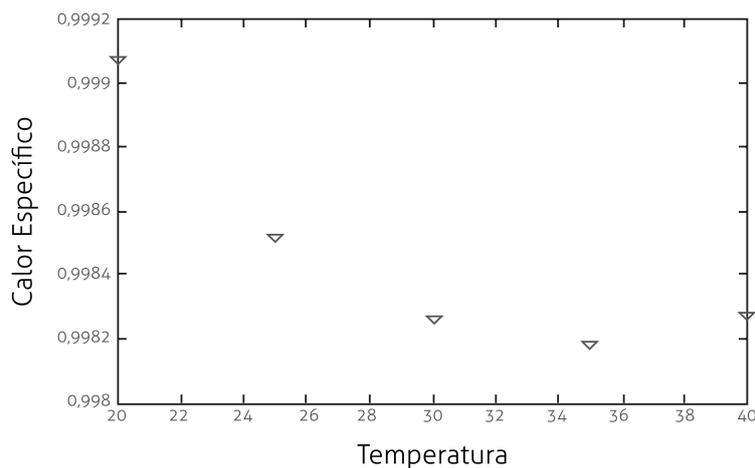


GRÁFICO 2 — Representação gráfica dos dados da tabela acima

Fonte: O autor (2017).

A tabela representa um experimento que mede a temperatura da água pelo seu calor específico e sua forma gráfica encontra-se representada no GRAF. 2. É possível utilizar interpolação polinomial para determinar uma função que interpola estes pontos.

Os casos de interpolação que poderiam ser eventualmente explorados no Ensino Fundamental poderiam envolver problemas nos quais a interpolação exige uma quantidade menor de pontos ou que possam, por exemplo, ser interpolados linearmente. Uma outra abordagem interessante seria empregá-la por meio de *softwares*, de modo que a computação fosse utilizada em classe de maneira funcional e não como uma mera ferramenta de pesquisa, como é feito usualmente. Em outras palavras, o professor poderia omitir os detalhes por trás das interpolações para uma grande quantidade de dados e utilizar o seu programa para que os alunos pudessem explorar outros problemas de maneira qualitativa, usando como ferramenta o conceito de interpolação pelo uso do *software*. No caso da tabela dada no exemplo, após o uso do *software* é possível obter uma função polinomial de forma a aproximar o valor dos dados. No GRAF. 3 encontra-se ilustrado o gráfico do polinômio interpolador dos dados do GRAF. 2.

Desenvolver pequenas rotinas em *softwares* livres para serem empregadas em sala de aula não requer habilidades complexas aos professores, sendo uma atividade possível de se realizar, bastando apresentar aos alunos, juntamente com a rotina desenvolvida, um pequeno manual de utilização.

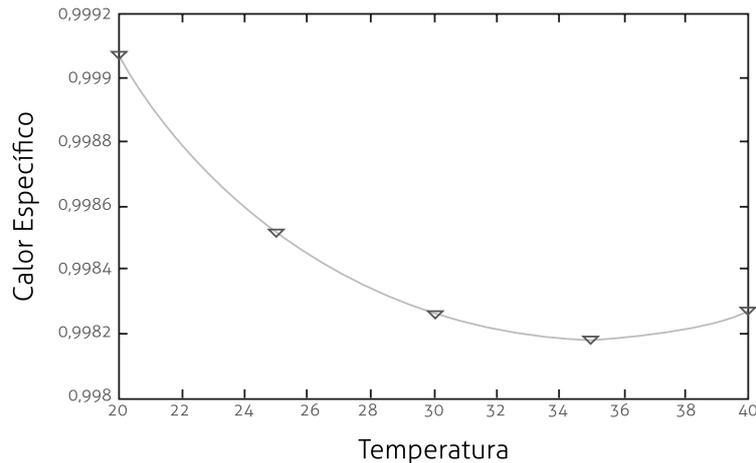


GRÁFICO 3 — Gráfico obtido após o emprego da rotina computacional que calcula o polinômio que interpola os pontos do problema

Fonte: O autor (2017).

Outra forma interessante de concatenar estes tópicos discutidos em um problema de ciências é explorar o conceito físico de trabalho, o qual está relacionado com a força aplicada a uma partícula e ao deslocamento imposto a esta partícula pela força. Existe uma interpretação geométrica bastante natural deste fenômeno físico. É possível construir um gráfico que relaciona força e deslocamento:



FIGURA 4 – Trabalho de uma força agindo sobre um corpo

Fonte: O autor (2017).

Utilizando a ideia de cálculo de áreas não triviais por meio do método da exaustão é possível combinar ferramentas de interpolação e cálculo de áreas para o estudo de situações um pouco mais complexas.

ATIVIDADE 3:

Poderia ser explorada com os alunos ou apresentada a eles uma tabela obtida em um experimento físico que relaciona a força aplicada a uma partícula com o deslocamento (Unidade N/m):

TABELA 3
Força por distância

x	2	7	10	12	20
$F(x)$	10	20	8	2	15

Após a apresentação, solicite a eles que determinem o trabalho realizado pela partícula. Este tipo de problema possui uma natureza interdisciplinar, pois os alunos terão de determinar uma expressão para a função F e posteriormente calcular a área abaixo do gráfico da função. Os alunos podem usar o *software* de interpolação para determinar uma forma gráfica para o problema e utilizar posteriormente o método de exaustão para obter a área e estimar o valor do trabalho realizado.

2.5 Desafios para o ensino da Matemática Aplicada

Nesta última seção, apresentam-se comentários sobre o uso de ferramentas computacionais para o ensino da Matemática Aplicada. Caso o professor opte por explorar estas ideias em sala de aula, alguns cuidados serão necessários.

Primeiramente, o professor precisa levar em consideração que dificilmente conseguirá discutir o tópico sem trabalhar em conjunto com outras áreas do conhecimento. Portanto, será necessário conhecer problemas de outras áreas que são tratados de maneira inequívoca pelo uso da Matemática. Algumas áreas, as quais o professor pode explorar em conjunto, são: Física, Química, Biologia e Economia.

Além disso, existem dois tópicos que não poderão ser ignorados neste processo: modelagem e métodos numéricos. Ambos são temas que vêm sendo explorados no ensino de Matemática e que, se bem usados, podem ser ferramentas importantes na formação de estudantes.

Estas ideias devem ser usadas em conjunto com os conteúdos explorados em sala e, nestes casos, as ferramentas computacionais podem ser utilizadas de maneira mais natural. Dentre as ferramentas computacionais que podem ser utilizadas pelo professor citam-se:

- a) calculadoras;
- b) *software* livre Octave;
- c) *software* livre Scilab;
- d) *software* livre GeoGebra.

Referências interessantes propuseram abordagens utilizando algumas das ferramentas descritas acima. Ribeiro e Gravina (2013) propuseram a introdução de geometria não euclidiana utilizando o *software* GeoGebra. Os autores descrevem como confeccionar um disco de Poincaré e a realização de atividades utilizando este menu por eles desenvolvido. Em outra abordagem, proposta por Kindel e Favoreto (2013), os alunos trabalharam com a representação decimal de números utilizando calculadoras. Em ambas as propostas, os autores utilizaram as ferramentas computacionais com um propósito claro e objetivo.

As atividades que seguem ficam como tarefa para o leitor exercitar.

ATIVIDADE 4:

Na Atividade 2 foi explorado o cálculo aproximado do número π utilizando o conceito de área de figura plana. Nesta atividade, utilize o GeoGebra para propor um exercício em que os alunos deverão obter valores aproximados do número π .

ATIVIDADE 5:

Formule um problema de Matemática Aplicada que tenha relação com Física, Química ou Biologia e crie uma atividade para ser ministrada em sala de aula baseada neste problema.

Optar por usar problemas de Matemática Aplicada para o ensino de tópicos da Matemática e de outras ciências pode ser bastante interessante, uma vez que isto possibilita a introdução de ferramentas computacionais para os alunos. Cabe ao professor selecionar cuidadosamente os tópicos de maneira a não frustrar a oportunidade, que é rara, muitas vezes, de os alunos entenderem o motivo real da importância da disciplina e seu contexto e uso nas tecnologias modernas. O uso destas ferramentas deve sempre buscar estimular a reflexão crítica, o trabalho em equipe, o ceticismo e o uso consciente do método científico na busca de respostas satisfatórias para os problemas propostos.

Referências

- BOYER, C. B. *História da Matemática*. 2. ed. São Paulo: USP, 1996. 496 p.
- CAJORI, F. *Uma história da Matemática*. Tradução de Lázaro Coutinho. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007. 664 p.
- COURANT, R.; ROBBINS, H. *O que é Matemática?* Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000. 621 p.
- EVES, H. *Introdução à história da Matemática*. Tradução de Hygino H. Domingues. 4. ed. Campinas: UNICAMP, 2004. 843 p.
- KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da Matemática como estruturante do pensamento científico. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, 2, p. 181-205, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37960>>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- KINDEL, D. S.; FAVORETO, E. Frações, sua representação decimal e a calculadora. *Professor de Matemática Online*, 1, p. 44-52, 2013. Disponível em: <<http://pmo.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/16/2016/02/sbm-pmo-v001-n001-kindel-e-favoretto.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013. v. 1. 394 p.
- RUGGIERO, M. A. G.; LOPES, V. L. R. *Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais*. 2. ed. São Paulo: Pearson Education, 1996. 422 p.
- RIBEIRO, R. S.; GRAVINA, M. A. Disco de Poincaré: uma proposta para explorar Geometria Hiperbólica no Geogebra. *Professor de Matemática Online*, v. 1, n. 1, p. 53-66, 2013. Disponível em: <<http://pmo.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/16/2016/02/sbm-pmo-v001-n001-ribeiro-e-gravina.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- SIMON, H. B.; NEWELL, A. *Human problem solving*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1972.

3. Física para o Ensino de Ciências

KELLY D. SOSSMEIER

Professora da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Doutora (2010) e Mestre (2006) em Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência na área de Física da Matéria Condensada, com ênfase em Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas. Atua como pesquisadora e formadora no curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática para Séries Finais — 6º ao 9º ano, dedicando-se à formação continuada dos professores da rede pública de Ensino Básico.

3.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta as notas de aula que embasaram as discussões e reflexões na disciplina de Física para o Ensino de Ciências, oferecida no curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática para séries iniciais — 6º ao 9º ano, a qual teve como principal objetivo apresentar propostas viáveis para a inserção da experimentação em sala de aula e, em especial, mostrar que é possível, independentemente da série com que se trabalha e dos poucos recursos disponíveis, desenvolver atividades experimentais que tenham como meta despertar o gosto e o interesse pelas Ciências Exatas. Nesta disciplina deu-se ênfase à Física, mas a proposta se aplica a atividades que envolvam o conteúdo de qualquer uma das Ciências Exatas, possibilitando até mesmo trabalhar conteúdos das diferentes áreas de forma interdisciplinar.

Um cientista, ao se deparar com um problema, tratará de realizar experimentos que permitam fazer observações a respeito do assunto estudado. A partir destas, fará uma coleta de dados e de informações relevantes e, posteriormente, formulará suas respostas. Após essa etapa, estas serão registradas e divulgadas entre os demais membros da comunidade científica. Na disciplina ora apresentada, propôs-se trazer esta metodologia para o ensino de Ciências. Sugeriu-se inserir a experimentação sem a pretensão de dizer que é a única forma de se conseguir uma aprendizagem significativa, mas uma delas. No encerramento, cada aluno apresentou uma proposição de atividade desenvolvida por todos em sala de aula. Como produto final, obteve-se um conjunto de planos de atividade elaborados seguindo os passos aqui propostos, os quais se deseja que possam ser usados em suas aulas.

3.2 CONTEXTUALIZANDO A EXPERIMENTAÇÃO E O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório (BRASIL. MEC, 2001, p. 34).

A aprendizagem pela observação é algo tão antigo quanto a humanidade. O homem aprendeu a conviver com a natureza e seus fenômenos por meio da observação. Desde o princípio, os conhecimentos adquiridos desta forma são passados para as gerações posteriores, evoluindo com o aprimoramento de técnicas e com o desenvolvimento de novas ferramentas. Inicialmente, o objetivo era a sobrevivência da espécie, mas já se caracterizava um processo de ensino-aprendizagem. Neste sentido, pode-se dizer que a humanidade executa, há muito tempo, um modelo educacional no qual o processo de ensino-aprendizagem se dá por meio da observação de fenômenos.

Tais processos, inicialmente, tinham como mediadores os próprios membros da família ou do meio social do indivíduo. Depois, passaram a ser mediados pelo professor. Na escola, o ensino de Ciências teve início como uma reprodução dos trabalhos dos cientistas baseado no estudo de leis e conceitos e no uso de manuais e compêndios. A preocupação inicial era preparar futuros pesquisadores para que pudessem atuar no desenvolvimento dos países. Ainda na década de 60, surgiram trabalhos que traziam a ideia de que todo o conhecimento derivava da experimentação. Em alguns países, a disciplina passou a ter um caráter mais experimental; mas no Brasil, talvez em função das precárias condições das unidades de ensino, este caráter não foi adotado.

Pode-se perguntar: qual a melhor forma ou metodologia para que se estabeleça um processo de construção de conhecimento sólido, em especial no ensino de Ciências, a fim de que o aluno não seja um mero observador, mas sim o principal sujeito deste processo? Ainda, diante da era da tecnologia, em que se tem acesso a tantas informações diferentes, como diferenciar informação, conhecimento e aprendizagem? Quando processa uma informação, o indivíduo está realmente aprendendo?

Por muitos anos, o modelo educacional adotado partiu do princípio de que, ao processar uma informação, o indivíduo estaria aprendendo. Assim, mediou-se o processo ensino-aprendizagem com ações baseadas no que se chamava “transmissão do conhecimento”, com o professor sendo o conhecedor, detentor da informação, e o aluno sendo o receptor. Este modelo, na atual conjuntura e com as ferramentas tecnológicas disponíveis, não mais se justifica. Para ser atrativa, a escola precisa “oferecer” mais do que informação, pois esta o aluno “obtem” por outros meios, em especial pela internet. O desafio da escola, muito além de informar, é estabelecer um processo de construção do conhecimento. A experimentação, como meio de instigar o pensamento crítico, tem papel importante nesse processo, em especial na Educação Básica, pois pode ser uma metodologia alternativa para eliminar a lacuna entre o “conhecer” e o “aprender”. Esta lacuna existe e pode ser percebida pela dificuldade que os alunos têm em relacionar os assuntos teóricos com o seu dia a dia.

No entanto, a experimentação, por si só, não realizará milagres. É preciso pensar na forma como será apresentada aos alunos e como será conduzida a atividade. Muitas vezes, observa-se a experimentação sendo usada de forma equivocada, com o intuito apenas de fazer com que os alunos assimilem um determinado conteúdo. Tanto a atividade não é explorada da melhor maneira, quanto o aluno não tem a possibilidade de estimular toda a sua capacidade. Outras vezes, percebe-se esta isolada da teoria, como se fosse possível um embate teoria *versus* prática.

3.3 Desafios da experimentação no Ensino Básico

As atividades de experimentação escolar podem ser entendidas como uma ferramenta didática que visa transformar tanto o modelo conteudista como os procedimentos científicos, padronizados e rigorosos, para atender finalidades de ensino. Assim, estas atividades de experimentação escolar têm semelhanças com o contexto científico e compromisso com a formação escolar do aluno-cidadão. Na prática escolar, outros saberes também devem ser valorizados e contextualizados na atividade experimental. Desvinculando-a do rigor científico, pode-se superar o maior desafio enfrentado pelos professores da área: a falta de um ambiente específico para a sua realização, o laboratório. A maioria das escolas não possui este espaço e as que o possuem carecem de materiais para as atividades. Outros desafios a serem superados são o despreparo do professor e/ou a falta de tempo deste profissional para planejar essas aulas. Assim, pode-se dizer que o grande desafio está em encontrar maneiras de desenvolver as atividades experimentais, de modo que o docente esteja capacitado para mediá-las e de forma que a escola, mesmo com suas limitações estruturais e materiais, seja capaz de dar o suporte necessário.

3.4 Uma PROPOSTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO EXPERIMENTAL DE Ciências

O entendimento sobre a experimentação em Ciências foi mudando ao longo dos anos. Uma descrição sobre as etapas desta evolução pode ser encontrada no trabalho de Domin (1999), o qual destaca quatro diferentes momentos: no primeiro, o ensino experimental era expositivo; na etapa seguinte, deu-se valor às atividades de investigação; houve ainda o período em que o ensino experimental foi voltado para a descoberta; por fim, chegou-se ao momento atual, em que é baseado na resolução de problemas.

Na etapa em que o ensino experimental era meramente expositivo, o objetivo era comparar resultados empíricos com resultados esperados teoricamente. Nas aulas, seguiam-se os passos indicados em um roteiro. Na fase baseada na investigação, as atividades eram fundamentadas no método indutivo, no qual a construção do conhecimento parte de fatos particulares, comprovados, e se chega a uma conclusão genérica. No momento em que se valorizou a aprendizagem por descoberta, também se baseou no método indutivo. Esperava-se que as teorias fossem “descobertas” a partir da observação das atividades experimentais. Por fim, chegou-se ao momento em que o ensino de Ciências passou a se basear na resolução de problemas. Neste caso, apresentam-se atividades problematizadoras, que levam em consideração o conhecimento inicial dos alunos; listam-se prováveis soluções; busca-se comprová-las e se discutem os procedimentos e as soluções, conforme Binsfeld e Auth (2011) e Bizzo (2000).

A partir do momento em que as pesquisas em ensino de Ciências passaram a se desenvolver e ter a participação também de investigadores da área de Humanas, o foco mudou, e se começou a pensar em estratégias que auxiliassem o desenvolvimento dos seres humanos e contribuíssem para a construção de um conhecimento sólido. No entanto, na busca por esta construção, o ensino deve aliar, e não contrapor, teoria e prática. A melhor forma para isso são as atividades que propõem resolução de problemas não apenas seguindo um roteiro pronto, mas incentivando os alunos a buscar respostas e a construir um conceito a partir desta motivação. Isto não significa que outros enfoques não contribuam para a aprendizagem ou que não devam ser usados. As atividades práticas de demonstração e verificação também podem ser úteis, em especial para tornar o ensino de Ciências mais atrativo. Quando se comprova a teoria vista em aula, o senso crítico dos alunos é despertado e os conceitos passam a ser mais facilmente aceitos. No entanto, a exploração experimental na resolução de problemas apresenta melhores possibilidades e contribui mais para o processo de ensino-aprendizagem.

Em Serè (2003) concebe-se a experimentação como uma forma de favorecer o estabelecimento de um elo entre três mundos: o dos objetos; o dos conceitos, leis e teorias, e o das linguagens simbólicas. Outro papel que se espera que a experimentação venha a cumprir, está relacionado ao desafio de tornar o ensino de Ciências mais prazeroso e capaz de instigar o aluno a ponto de envolvê-lo, de fato, em um processo de educação científica. Se considerarmos os objetivos e responsabilidades dados à escola, segundo a Lei nº 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), e segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a escola tem a responsabilidade de formar cidadãos conscientes, críticos e ativos na sociedade. Neste sentido, a formação deste cidadão passa pelo ensino de Ciências experimental e inovador. O docente tem papel fundamental nesta formação, pois é quem fará a apresentação da proposta experimental e será o mediador das relações estabelecidas durante a atividade. Relações que se darão entre aluno-professor, aluno-aluno e aluno-montagem experimental. O professor é o facilitador do processo ensino-aprendizagem.

A motivação inicial para a experimentação em Física no ensino de Ciências é a apresentação de uma situação-problema, que, em geral, relaciona-se a algo presente no dia a dia dos alunos, incentivando-os a tentar solucioná-la. O conhecimento prévio dos estudantes é importante; valoriza-se não só o conhecimento científico e os livros didáticos, mas também as suas percepções e vivências. A ideia é que aluno e professor sejam pesquisadores parceiros na busca pela solução do problema, sendo que o docente apenas conduz e instrumentaliza o trabalho, dando autonomia para os alunos seguirem as pesquisas. Uma etapa importante deste processo, assim como no caso dos cientistas, é a divulgação dos resultados obtidos. Na sala de aula, compartilhar os dados, as impressões e as conclusões é fundamental. É na socialização dos resultados que se consolida a construção do conhecimento (CARVALHO, 1998, 2004, 2010).

A proposta metodológica que norteou as atividades da disciplina se apresenta em quatro momentos, conforme sugerido por Colombo Junior (2012), os quais são abordados a seguir. Salienta-se que, no ensino de Ciências, a Física estará bastante

Para pensar...

Em contato com os alunos, você já percebeu a dificuldade, ou até mesmo a impossibilidade que eles têm de relacionar a teoria “aprendida” em sala de aula com o dia a dia, com coisas cotidianas? Está disposto a mudar isso? Como fazê-lo?

voltada para a construção de conceitos e não na sua simples aceitação e verificação. Considerando a crescente preocupação com a capacidade argumentativa, busca-se desenvolver esta habilidade com os alunos já no início do processo de escolarização. Esta preocupação se justifica, uma vez que, estabelecido um debate, o estudante terá de ser capaz de chegar a conclusões e avaliar seus argumentos perante as argumentações dos demais colegas. Uma vez desenvolvida esta habilidade, ela transpassa o campo científico e se torna útil para todos os campos sociais, até mesmo os que envolvem questões políticas e éticas. Costa (2008) e Colombo Junior (2012) colocam que os argumentos são o produto de uma construção social e coletiva. A intenção da disciplina é elaborar uma proposta de atividade experimental que envolva conhecimentos físicos, oportunizando a argumentação e a discussão de um problema em grupos e, posteriormente, com toda a classe, com o professor organizando a discussão para identificar diferentes afirmações, objetivando encontrar um resultado em comum acordo.

3.4.1 Momento 1 da atividade experimental – Proposição do problema

O momento da proposição do problema é crucial para o sucesso da atividade. Se necessário, o professor deve repetir com outras palavras ou redefini-lo, sempre atento para que todos entendam qual o problema a ser solucionado, porém, sem dar previamente nenhuma resposta (CARVALHO, 2010). Para que todos os alunos sejam envolvidos em todas as etapas, sugere-se que, após a apresentação, a turma seja dividida em pequenos grupos. Neste momento, apresentam-se os materiais que serão utilizados para que possam se habituar e familiarizar.

3.4.2 Momento 2 da atividade experimental – Realização do experimento

O segundo momento é reservado para a realização do experimento pelo grupo. Registra-se aqui que o professor não entregará o “aparato experimental” ou o material montado, pronto para a execução da tarefa. Instigados pelo problema que lhes foi apresentado, os alunos deverão discutir e descobrir como usar o material para resolvê-lo. Eles deverão, entre si, realizar a montagem e executar o experimento com base nas hipóteses e proposições de manipulação levantadas no grupo. Aqui, além de desenvolver a habilidade investigativa para resolver o problema, os alunos formulam seus conceitos e testam sua capacidade argumentativa com os colegas do grupo. Neste momento, o docente atua mais como um observador. Não é necessário interferir, pois, mesmo que os alunos cometam erros na execução do experimento, estes farão parte do processo de construção do conhecimento.

Dica:

No site do **Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LaPEF)**, da Faculdade de Educação da **Universidade de São Paulo (USP)**, você encontrará alguns vídeos que demonstram a realização de atividades experimentais de Física no Ensino Fundamental. Confira:

www.lapef.fe.usp.br

3.4.3 Momento 3 da Atividade Experimental – Socialização O terceiro momento da atividade experimental é reservado à socialização, com toda a turma, dos conhecimentos e das respostas elaboradas pelos grupos. O professor atuará como mediador. É importante dar voz a todos, e não apenas a um representante de cada equipe, pois, assim, todos desenvolvem a importante habilidade de argumentar publicamente. A discussão deve começar por perguntas que os façam explicar “como” realizaram o experimento e “por quê?”. Ao explicar aos colegas o que fizeram e por que o fizeram, os alunos desenvolvem a consciência sobre suas ações. Nesta etapa, desenvolvem-se o poder de síntese e a consciência das relações dos fenômenos e conceitos físicos com a linguagem matemática. É importante que o professor, como mediador, busque a formulação de uma “resposta final”, construída em comum acordo. A ideia é formular o conceito correto, fazendo com que possíveis erros possam ser percebidos e corrigidos pelos próprios alunos que os cometeram. Nesta etapa, o poder de argumentação e persuasão — no sentido de defender algo em que se acredita — também é desenvolvido.

3.4.4 Momento 4 da Atividade Experimental – Registro dos Resultados O quarto momento será reservado ao registro dos resultados, conclusões e conceitos formulados após a etapa de socialização. Este é um momento que não pode ser ignorado, pois a etapa da escrita complementa as anteriores, em especial a da argumentação, pois, neste momento, o aluno organiza e sintetiza todas as fases anteriores, fortalecendo a construção do conhecimento. Escrever é essencial para o processo de aprendizagem científica. O registro escrito será a finalização da atividade e deve ser feito mesmo por alunos de séries iniciais do Ensino Fundamental. Neste caso, pode-se motivar o registro também na forma de desenhos.

A discussão de ideias é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre o grupo, enquanto o uso da escrita como instrumento de aprendizagem realça a construção pessoal do conhecimento (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005, p. 349).

3.4.5 Desafio para os alunos da disciplina (e para o leitor):

- 1) Escolha um tema relacionado à Física ou a qualquer área das Ciências Exatas para ser abordado na forma de atividade experimental em uma aula de Ciências no Ensino Fundamental.
- 2) Escolhido o tema, elabore um plano de atividade que contemple os quatro momentos anteriormente destacados. Neste plano, descreva detalhadamente a forma como o problema será apresentado aos alunos e as possíveis perguntas que você poderá fazer durante a socialização da atividade (terceira etapa).

Referências

BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. Experimentação no ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais...* Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1382-1.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* 2. ed. São Paulo: Ática, 2000. 144 p.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf?sequence=3>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio - orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Física*, 2001. Disponível em: <www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2015.

CARVALHO, A. M. Critérios estruturantes para o ensino de Ciências. In: _____. (Org.). *Ensino de Ciências: unindo pesquisa e prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. cap. 1, p. 1-18.

_____. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. (Coord.). *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78. (Coleção Ideias em Ação).

CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Editora Scipione, 1998. 199 p.

COLOMBO JUNIOR et al. Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID302/v17_n2_a2012.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2017.

COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 46, n. 5, 2008. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/2233Costa.pdf>>. Acesso em: 7 nov. 2015.

DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, Georgia, v. 76, n. 74, p. 543-547, 1999.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

SERÊ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

4. EXPERIMENTAÇÃO QUÍMICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

MÁRCIO DE SOUSA GÓES

Professor de Química Inorgânica da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná. Possui graduação em Química (Licenciatura, 2003), mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais (2006) e doutorado em Química (2010), todos pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Possui pós-doutoramento pela Universidade Jaume I, Espanha, (2010-2011) e pelo Instituto de Química da UNESP, Araraquara, São Paulo (2010-2013).

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo traz uma discussão sobre o uso da experimentação no ensino de Ciências, na forma metodológica da experimentação problematizadora (GUIMARÃES, 2009). Além de discussão sobre as possíveis abordagens metodológicas, o leitor encontrará aqui uma proposição de atividades, as quais nortearam os trabalhos na disciplina de Experimentação Química para o ensino de Ciências, ofertada no Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática para Séries Finais – Ensino Fundamental – 6º ao 9º ano. Essas atividades estão postas como uma forma de organizar e motivar professores a utilizar a metodologia da experimentação problematizadora em suas aulas.

O ensino de Ciências, em seus diferentes níveis de escolaridade, tem sido objeto de estudo em distintas áreas. Isso se verifica nos indicativos de sistemas de avaliação e de publicações referentes à qualidade do ensino (BINSFELD; AUTH, 2011). São recorrentes os estudos nos quais a experimentação possui papel importante no ensinar Ciência. Contudo, antes de entrarmos na concepção e/ou formalismo do conteúdo de Experimentação Química para o Ensino de Ciências, apresentamos, sucintamente, qual é o significado de “Química” e de “Experimentação”. Para o primeiro termo, há inúmeras definições e/ou explicações possíveis, dentre as quais destacamos: “A Química é a ciência da matéria e das mudanças que ela sofre” (ATKINS; JONES, 2012, p. F1). Essa assertiva resume o que é a Química, o que ela representa no campo das Ciências e sua inter-relação com a sociedade em geral, por estar diretamente ligada às consequências das transformações da matéria que nos cercam no dia a dia, tais como dispositivos eletrônicos, medicamentos, agricultura, meio ambiente, energia, entre outros. Evidentemente, é uma ciência complexa e que envolve diferentes saberes.

A “Experimentação” pode ser, por sua vez, sintetizada como a arte de *agir-e-participar*. A experimentação no ensino de Ciências foi assim destacada:

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

A Química e a Experimentação são e estão diretamente contrabalaneadas (FIG. 1). Em boa parte dos casos, a experimentação possibilita estabelecer elos entre a teoria e as observações. A complexidade pode estar em entender de que maneira e em que profundidade esse vínculo ocorre.

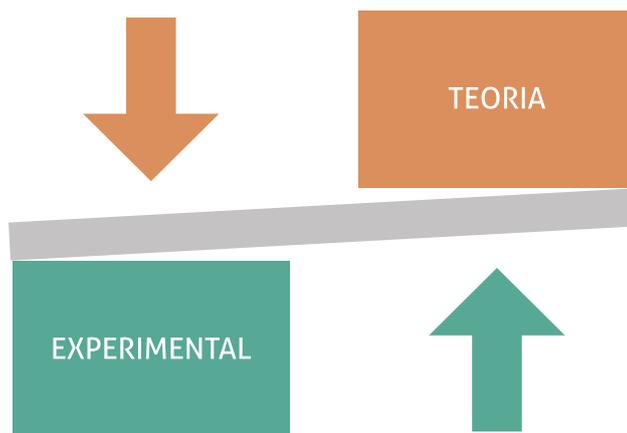


FIGURA 1 — Teoria e experimentação

Fonte: O autor (2017).

Segundo Giordan (1999), a experimentação pode se dar e/ou ocorrer de duas maneiras: (i) ilustrativa e (ii) investigativa. O primeiro caso ocorre quando se quer demonstrar conceitos discutidos, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais. No segundo caso, há uma discussão prévia de conceitos, visando ter subsídios para fomentar e/ou alicerçar a discussão e as explicações dos resultados experimentais (FRANCISCO JÚNIOR et al., 2008). Assim, o processo experimental faz com que o aluno possa ampliar seus conceitos e sua visão de mundo por meio do conhecimento científico. Destacamos que, quando se trata do envolvimento com atividades experimentais, seja na linha da ilustração ou investigação, tem-se, frequentemente, a visão errônea de que o problema estará resolvido com o resultado final. De fato, o que se nota em atividades experimentais é que, ao final da atividade, se tem apenas uma etapa superada e finalizada. Além disso, é equivocada a concepção de que atividade experimental não requer preparação.

É importante ter a clareza de que em muitos casos — seja no Ensino Básico, seja no Ensino Superior — ao se resolver um problema de Química, diferentes áreas, como a Matemática, a Física e a Linguística (*leitura, compreensão e escrita*) estão envolvidas diretamente no processo de construção do conhecimento. Outro fato a ser destacado é que a etapa inicial (desenvolvimento: começo e meio) e a etapa final de qualquer atividade experimental, seja ela em Química ou não, devem ser acompanhadas de uma discussão visando à consolidação das ideias. Esta discussão é importante para promover, compartilhar e modificar conceitos (muitas vezes preconcebidos) entre os membros do grupo, enquanto o uso da escrita como instrumento de aprendizagem realça a construção pessoal do conhecimento (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005).

Ressaltamos aqui que o papel da experimentação na escola básica tem função diferente da experiência feita por um cientista. Em virtude disso, no presente trabalho apresentamos uma proposta de como trabalhar a Experimentação Química em um grupo com diferentes conhecimentos e campos de atuação, como foi o caso da turma disciplina de “Experimentação Química para o ensino de Ciências” de especialização em Ensino de Ciências. A abordagem feita nesta disciplina esteve diretamente ligada a uma discussão da atividade de experimentação e sua consolidação no processo de ensino e aprendizagem em Química, uma vez que esta é a área de atuação deste autor. Apesar dessa observação, a abordagem aqui apresentada também poderia ser feita para as demais áreas do conhecimento correlatas à Química.

4.2 Uma abordagem CONTEXTUALIZADA

Em geral, a “Experimentação Química” possui uma série de restrições, pois requer “ferramentas” ou “meios” com bastante sofisticação/complexidade. Para fugir dessa ideia comum, sugerimos aqui o uso de materiais de baixo custo, material reciclável e de fácil aquisição para fazer com que os experimentos químicos sejam uma realidade. É preciso notar que o uso destes materiais alternativos faz com que o experimento não ocorra, em muitos casos, com a segurança adequada ou recomendada à prática. Contudo, vale ressaltar que a experimentação, mesmo no campo da Química, não deve estar diretamente vinculada ao uso exclusivo e primordial de laboratório de alta tecnologia. Nas práticas experimentais, é fundamental considerar outros meios ou forma, tais como: representação teatral, literatura, habilidades na construção de modelos, tecnologias, etc. De fato, quando se amplia a área de abrangência da experimentação, tem-se, como consequência, a maximização no processo de aprender e desenvolver a Ciência estudada, bem como sua inter-relação com outras áreas da Ciência.

Dentro dessa temática, uma linha de abordagem bastante interessante, no que se refere à experimentação, é a linha do plante um problema (DE JONG, 1998) ou problematização (GALIAZZI et al., 2004; FRANCISCO JÚNIOR et al., 2008). Este tipo de proposição didática pode ser estruturado em três momentos (DELIZOICOV, 2001). Dentro da expectativa pedagógica problematizadora, estes momentos são: (a) problematização inicial; (b) organização do conhecimento, e (c) aplicação do conhecimento. Ao utilizar tal metodologia, é necessária uma atuação ativa de todos os agentes no processo: *professores e alunos*. É importante ter claro que o esforço e a disciplina são, segundo Dewey (1967 apud OLIVEIRA, 2006), produtos do interesse e é com base nesses interesses que a experiência passa a ter valor educativo. Ao mesmo tempo, esse mesmo processo — de problematização — tem o aluno como agente. Este agente deve ter visão crítica, argumentativa e curiosidade pulsante. Assim, o aluno poderá sofrer:

[...] a transição da ingenuidade epistemológica. Tal aproximação acontece com a intensa participação do professor numa constante problematização de mundo. A problematização direciona a curiosidade promovendo a ingenuidade à criatividade (FRANCISCO JÚNIOR et al., 2008, p. 3).

Com estas concepções em mente, o desenvolvimento problematizado poderá ter como meios norteadores artigos com propostas de experimentos na área de Química, de maneira a discutir características importantes a serem levadas em consideração quando se pretende realizá-los em sala de aula. Ou, nas palavras de Gonçalves:

[...] é importante ensinar aos alunos que nem todo problema tem uma solução na qual se precisa promover experimento para identificá-la. Desse modo, parece uma possibilidade o fomento a atividades experimentais dentro de uma perspectiva de aprendizagem por resolução de problema, mas que a solução do problema não se restrinja à experimentação. Isso é um modo

de favorecer aprendizagens mais coerentes com os posicionamentos da epistemologia da ciência [...] (GONÇALVES, 2014, p. 98).

A atividade experimental proporciona uma ruptura das atividades (com respeito ao ensino) tradicionais, uma vez que proporciona, seja de uma perspectiva problematizadora ou não, a interlocução entre professor e aluno, fomentando o processo de aprender e vivenciar a construção do conhecimento e fomentando também a valorização das competências interpessoais. Nesse sentido, Oliveira destaca:

[...] propostas pedagógicas contemporâneas indicam que educar significa preparar o indivíduo para responder às necessidades pessoais e aos anseios de uma sociedade em constante transformação, aceitando desafios propostos pelo surgimento de novas tecnologias, dialogando com um mundo novo e dinâmico, numa sociedade mais instruída, melhor capacitada, gerando espaços educacionais autônomos, criativos, solidários e participativos, condições fundamentais para se viver nesse novo milênio. Apesar disso, em nossas escolas, ainda vigora a metodologia expositiva (OLIVEIRA, 2006, p. 1).

Assim, pretendemos contribuir na sinalização de possibilidades metodológicas para a abordagem das atividades experimentais. Desta forma, as propostas de atividades a seguir têm a forma de abordagem problematizadora na “experimentação química”. Nesse sentido, numa integração do conhecimento químico ao cotidiano e na formação e produção do pensamento químico como ciência, a história e o desenvolvimento da química estiveram como norteadores no desenvolvimento das atividades. Estas atividades sintetizam o que desenvolvemos no decorrer desta disciplina e ficam, como desafio ao leitor, os estímulos para pôr em prática a experimentação problematizadora, seja ela em aulas de Química ou no ensino de Ciências e Matemática.

4.3 METODOLOGIA SUGERIDA PARA INSERÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA

4.3.1 ATIVIDADE I

Objetivo

Estabelecer critérios do pensar a atividade laboratorial/experimental dentro do campo da Química.

Desenvolvimento

Nessa atividade, cada grupo deverá, norteado pela orientação do professor, expor sua visão (individual ou em grupo) contextualizada ao pensar a “Química” e a “Experimentação”. Tais pontos deverão ser considerados na discussão:

Abordagem
Dificuldades
Organização
Divisão de grupos
Habilidades dos alunos
Grau de alfabetização
Realidade escolar
Mistificação (visão) na Química
"Perigoso"
"Nocivo"
"Resíduos"
"Segurança"
Pontos de concordância/discordância

Posteriormente, cada grupo deverá desenvolver, depois de uma discussão e formulação prévia e tendo os conceitos e os tópicos destacados anteriormente como "norteadores", um tema¹ a ser desenvolvido em laboratório (Atividade II).

4.3.2 ATIVIDADE II

Objetivo

Objetiva-se que cada grupo possa estabelecer a melhor estratégia para formular um roteiro experimental.

Desenvolvimento

Os grupos deverão apresentar o tema de escolha para a atividade a ser desenvolvida no laboratório. Na sequência, deverão apresentar um roteiro experimental, o qual deve conter:



Após a formulação e apresentação do tema pelo grupo, ocorrerá um momento que se chama de *trabalho de inversão*. A metodologia proposta é a seguinte: o roteiro experimental elaborado por um grupo será executado por outro. Desta forma, caberá ao grupo executor desenvolver a atividade proposta e avaliar o roteiro que lhes foi apresentado como se segue:

ATIVIDADE DESENVOLVIDA

- Procedimento: requer reformulação ou não?
- Interação (membros do grupo)
- Teoria/experimentação/problematização
- Análise crítica

¹ Essa atividade pode ser modificada conforme grau de habilidade e conhecimento dos participantes.

4.3.3 Após a execução da atividade em laboratório, este é o momento da **Atividade III** exposição (oral e escrita) da análise da Atividade II. O trabalho deverá estar centrado em uma análise crítica sobre cada etapa (procedimento, avaliação, etc.) por parte do grupo que realizou o experimento, acerca da atividade e roteiro experimental elaborado pelo outro grupo.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 924 p.

BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. Experimentação no ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais...*, Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiinpec/resumos/R13821.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2015.

DE JONG, O. Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 2, p. 305-314, 1998.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2001.

DEWEY, J. *Vida e Educação*. 6. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de Ciências. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 30, p. 34-41, nov. 2008.

GALIAZZI, M. C. et al. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

GONÇALVES, F. P. Experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 93-100, maio 2014.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, ago. 2009.

OLIVEIRA, C. L. *Significado e contribuições da afetividade, no contexto da Metodologia de Projetos na Educação Básica*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, set./dez. 2005.

5. Tecnologias de Informação e o Ensino de Ciências

MARCELO N. KAPP¹
KELLY D. SOSSMEIER²

¹Professor na Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Doutorado em Engenharia (Philosophiae Doctor — Ph.D.) pela Université du Québec, École de Technologie Supérieure (2010). Possui graduação em Bacharelado em Informática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2001) e mestrado em Informática Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2004). Tem experiência na área de Ciência da Computação atuando principalmente nos seguintes temas: aprendizagem de máquina, reconhecimento de padrões, inteligência artificial, visão computacional, otimização e computação evolucionária.

²Professora da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Doutora (2010) e Mestre (2006) em Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência na área de Física da Matéria Condensada, com ênfase em Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas. Atua como pesquisadora e formadora no curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática para Séries Finais — 6º ao 9º ano, dedicando-se à formação continuada dos professores da rede pública de Ensino Básico.

5.1 INTRODUÇÃO

Ao observar-se as características mais marcantes da sociedade em períodos distintos, percebe-se que as evoluções que os distinguem são sempre marcadas por descobertas ou invenções resultantes da busca do homem por soluções práticas para simplificar suas atividades cotidianas. Entre tantos exemplos disso, pode-se citar a descoberta do fogo, que influenciou a vida e os costumes no período Paleolítico, e a invenção das máquinas térmicas, que impulsionou o desenvolvimento industrial. Mais recentemente, a partir das duas últimas décadas do século XX, o advento da Internet e das novas tecnologias de comunicação e informação (TICs) marca uma nova era da sociedade mundial. Pode-se dizer que com o desenvolvimento da *web* e das novas TICs houve uma revolução na forma de vida e de interação social. É notória a diferença entre as sociedades pré e pós-invenção destas tecnologias, as quais passaram a influenciar o comportamento das pessoas e até mesmo modificar questões culturais, uma vez que revolucionaram o acesso à informação. Assim como houve mudanças significativas no cotidiano dos indivíduos, a escola também sofreu mudanças.

Infelizmente, no Brasil, observa-se um descompasso entre a velocidade com que estas tecnologias evoluem e são aperfeiçoadas e a capacidade dos estabelecimentos de ensino de acompanharem essa evolução. De fato, observa-se resistência e grande dificuldade quando se refere à inserção das novas TICs no ambiente escolar. Esta resistência e esta dificuldade estão relacionadas a diferentes fatores, perpassando desde questões financeiras até a falta de capacitação de um dos principais atores do processo ensino-aprendizagem: o professor. Esse descompasso entre escola e evolução tecnológica coloca em risco o sucesso na busca de um dos principais papéis da educação, que é o de mediar, ou mesmo possibilitar, o processo de construção do conhecimento. A escola deve ser um espaço em contínua construção, onde os alunos entrarão em contato com o conhecimento produzido historicamente e, sobretudo, onde se dará a reconstrução deste conhecimento. Assim, não é possível ignorar as mudanças decorrente das transformações tecnológicas das últimas décadas (CARNEIRO et al., 2007).

Com a popularização das novas TICs entre todas as classes sociais, o acesso à informação passou a ser universal e quase que instantâneo. Somente este fato já seria suficiente para verificar a necessidade de readequação do ambiente escolar enquanto espaço de construção do conhecimento. Antigamente, a biblioteca da escola era um dos únicos espaços que permitiam este acesso à informação, o que hoje não se verifica. O acesso tende a ser cada vez mais fácil e indiscriminado, e este é o contexto da sociedade atual, no qual a escola está inserida e, como tal, não pode ficar à margem desse processo de transformação. Faz-se necessária uma redefinição da escola e dos sujeitos que dela fazem parte, uma vez que é preciso ter conhecimento sobre estas novas TICs e saber usá-las na busca por um ensino melhor.

Apesar da troca de informação e de ideias entre indivíduos ter se tornado muito mais dinâmica, o papel da escola não passou a ser menos importante. Pelo contrário, em meio a um mar de informações, por vezes desconstruídas e até mesmo absurdas, é preciso saber selecionar fontes confiáveis e o que buscar. As novas TICs permitem isso a qualquer pessoa. No entanto, é preciso atribuir significado a esta informação e saber usá-la na construção de um conhecimento útil, capaz de contribuir na formação de um cidadão crítico e preparado para a vivência social. É neste aspecto que a escola se torna essencial (CARNEIRO et al., 2007).

Importante ressaltar que quando se fala em tecnologias educacionais ou em TICs na escola, refere-se aos diversos recursos tecnológicos que podem ser aplicados em prol do desenvolvimento educacional, da construção do conhecimento e da administração escolar, sejam eles relacionados à rede mundial de computadores ou não (SANDHOLTZ, 1997).

[...] Mais do que ferramentas e aparatos que podem “animar” e/ou ilustrar a apresentação de conteúdos, o uso das mídias web, televisiva e impressa mobiliza e oportuniza novas formas de ver, ler e escrever o mundo. Contudo, é importante que essas ferramentas tecnológicas estejam aliadas a um procedimento continuado de formação docente, potencializando o pensamento sobre as práticas pedagógicas (MELO et al., 2010, p. 5).

A inserção destas novas tecnologias nas escolas propicia novas relações com o saber, a comunicação compartilhada e a troca de informações com outros espaços do conhecimento que possuem os mesmos interesses. Entretanto, isoladamente, estas tecnologias não irão gerar mudanças positivas nem auxiliarão no processo construtivo de um conhecimento sólido. Esta inserção exige uma preparação adequada de todos os profissionais envolvidos, porém, neste texto, se dará ênfase à preparação do professor de Ciências.

5.2 As TICs e o ensino de Ciências

Como dito anteriormente, é papel da escola contribuir para a formação de cidadãos críticos e preparados para a vivência social. Na sociedade atual, o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado. Portanto, também é função atribuída à escola a formação de um cidadão capaz de se inserir neste contexto. É aqui que se torna essencial o papel das Ciências Naturais e Exatas: “Colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (BRASIL, 1998, p. 23). Assim, nas disciplinas relacionadas a estas áreas os professores farão uso das novas tecnologias para criar mecanismos que auxiliem os alunos a adotar uma postura crítica em relação aos conhecimentos científicos e tecnológicos, para que estes consigam relacionar os comportamentos do homem e os fenômenos da natureza e para que consigam, em especial, avaliar as consequências deste comportamento. Lê-se:

A compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia confere às áreas de Ciências Naturais e Exatas uma perspectiva interdisciplinar, pois abrange conhecimentos físicos, químicos, matemáticos, biológicos, sociais, culturais e tecnológicos (BRASIL, 1998, p. 36).

O uso das TICs no ensino das Ciências está diretamente relacionado a uma transformação nas metodologias de ensino adotadas. Há diferentes formas de se utilizar a tecnologia em sala de aula: pode-se utilizar filmes, documentários, artigos de jornais e revistas, pesquisas em *sites*, pesquisas de campo, visita a laboratórios virtuais ou reais, *softwares* destinados a conteúdos educacionais, etc. No entanto, é preciso avaliar em que momento vale a pena levar alguma destas tecnologias para dentro da sala de aula. Segundo Scarpa (2009), o uso da tecnologia deve favorecer uma aprendizagem significativa, e o recurso tecnológico deve estar relacionado àquilo que se pretende ensinar.

É preocupante notar que, salvo algumas exceções, há um desinteresse geral por parte dos alunos pelas disciplinas relacionadas às Ciências Naturais e Exatas. Esta falta de interesse está, em geral, relacionada com as metodologias de ensino e estratégias pedagógicas adotadas pelos professores. É argumento recorrente, ainda por parte dos alunos, que estas são disciplinas “difíceis” e que eles não conseguem acompanhar e entender os conteúdos abordados pelo professor. Repensar as estratégias metodológicas para sanar esta impressão e despertar o interesse dos alunos faz parte do trabalho do professor, da equipe pedagógica e também da administrativa. E este processo de repensar as metodologias adotadas deve acontecer levando-se em conta as capacidades e aptidões dos alunos. É notório que os estudantes do Ensino Básico, tanto no nível Fundamental quanto no Médio, são dotados de grandes competências digitais e têm uma elevada motivação para a utilização das tecnologias. Estas competências e motivações devem ser aproveitadas no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Vencida a barreira do medo e a resistência ao novo, por parte do professor, a tecnologia poderá auxiliá-lo a lecionar sem as barreiras da sala de aula, sem as barreiras impostas por uma dada realidade e até sem as dificuldades da abstração do conhecimento (KLEIMAN, 2000). Para que o ensino de Ciências cumpra com o seu papel, é preciso aproximar os conceitos científicos aprendidos em sala das questões científicas verdadeiramente relevantes para a vida dos alunos.

Entre as metodologias de ensino aceitas e incentivadas na atualidade, está o uso de situações-problema para abordar os conteúdos que se pretende trabalhar. No caso de uso desta metodologia, as ferramentas tecnológicas são bastante úteis, podendo-se utilizar, por exemplo, *softwares* didáticos ou aplicativos — editores de texto, programas de desenho ou de gestão de arquivo, planilhas e calculadoras. No entanto, para que estas ferramentas sejam utilizadas, é necessário que os professores consigam integrar o computador na sua prática pedagógica e sejam capazes de superar barreiras e lacunas da sua própria formação.

Na sequência, será apresentado um texto na forma de tutorial com algumas atividades básicas sugeridas para que os leitores que não possuem intimidade com computador sintam-se desafiados a praticar.

5.3 TUTORIAL COM ATIVIDADES

Os computadores e demais mídias já estão presentes no cotidiano da maioria das escolas. São usados nas secretarias, para organização do trabalho escolar e, esporadicamente, pelos professores e alunos nos laboratórios de informática. Tendo em vista que fazer o uso do laboratório é fundamental para a aplicação de atividades educativas ou mesmo para o ensino de informática com vistas ao desenvolvimento dos alunos, o texto que segue resume o seguinte conteúdo: noções básicas sobre recursos computacionais; formatos de arquivos; editores de textos, gráficos e planilhas; plataformas de educação a distância; noções básicas sobre recursos disponíveis para produção de material digital e serviços da rede mundial de computadores; ferramentas de autoria; estratégias de busca na web para recuperação de material instrucional e, por fim, mídias digitais.

A FIG. 1 ilustra a organização deste tutorial com atividades em três principais seções: conceitos básicos, ferramentas computacionais e instrumentos de aprendizagem. Além disso, visto que os *blogs* são muito populares hoje em dia, sugere-se como exercício o desenvolvimento de uma dessas páginas com o auxílio da ferramenta Wix. Para concluir, acima de tudo, apesar de toda a variedade de aplicativos e informações disponíveis digitalmente, ressalta-se que estas devem ser cuidadosamente estudadas e analisadas para não gerar resultados contrários aos desejados. O desafio que segue está posto na forma de atividades, tal como elas foram realizadas na disciplina de Tecnologias da Informação e o Ensino de Ciências, do curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática. As atividades propostas são simples e visam encorajar o aluno do curso de especialização, ou mesmo o leitor que não tenha o hábito de usar computadores, a fazê-lo.

Objetivo

Utilizar adequadamente as tecnologias educacionais como: microcomputadores, *softwares*, vídeos, internet, projetores, etc.

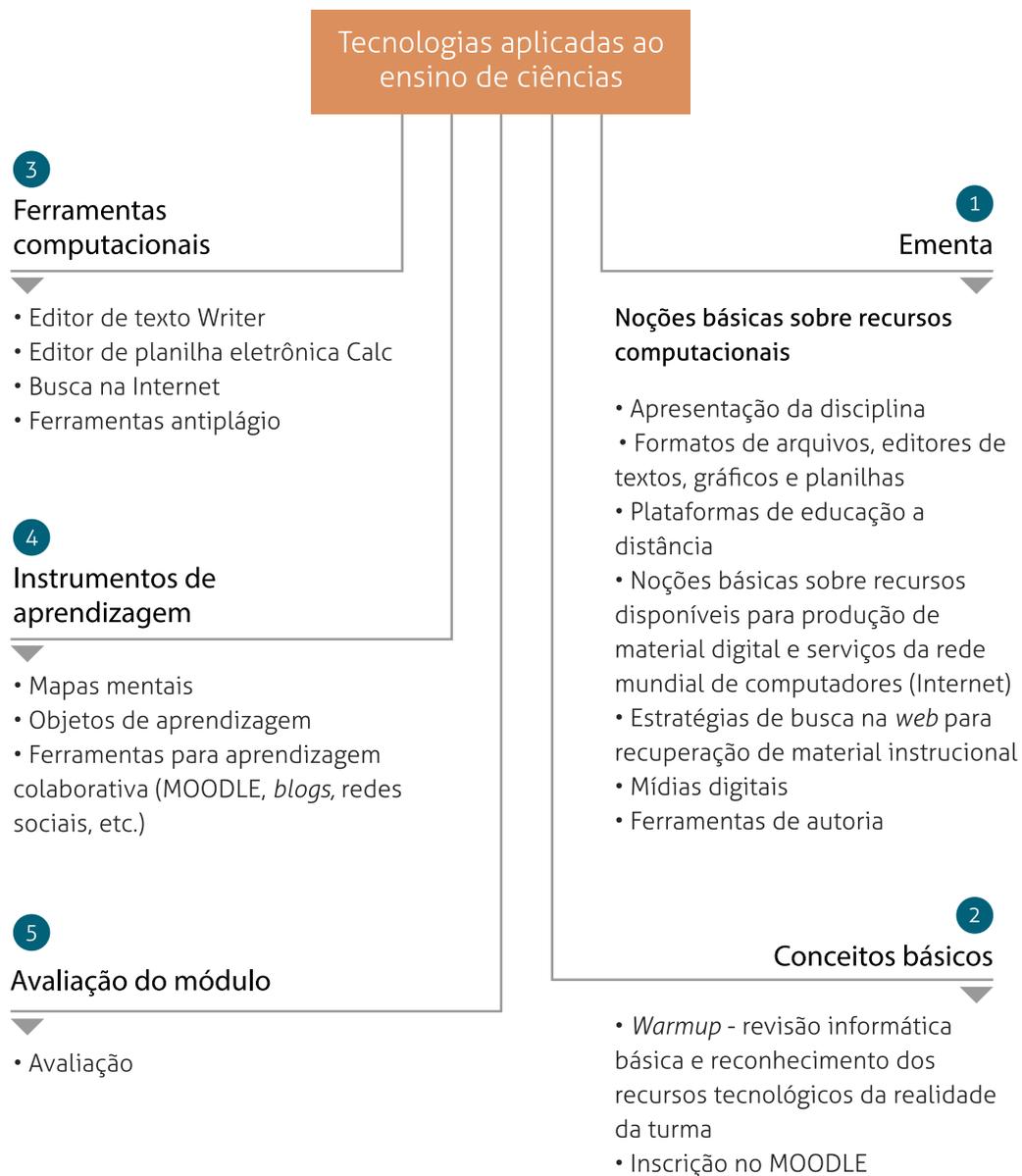


FIGURA 1 — Tecnologias aplicadas ao ensino de Ciências
Fonte: O autor (2017).

5.3.1 CONCEITOS BÁSICOS DE INFORMÁTICA

Primeiramente, com o intuito de avaliar os conhecimentos técnicos básicos em informática do leitor, e para promover o contato com as novas tecnologias, sugere-se uma reflexão sobre as seguintes questões:

ATIVIDADE 1 - Dinâmica

Vamos Praticar!

Qual a realidade do seu colega? Qual o nome dele? Instituição de ensino? Experiência de ensino (tempo, disciplinas)? Experiência com informática? Qual? Já aplica algum recurso tecnológico no desenvolvimento de suas atividades? Utiliza quais *softwares*? Tem softwares livres? Como são usados? Tem suporte técnico na instituição? Quais são as principais dificuldades para não utilizar os recursos?

Após a realização da atividade 1, o questionário a seguir, versando sobre Informática básica, pode ser aplicado para diagnosticar o nível de conhecimento do leitor (ou da classe) sobre os principais conceitos da área.

QUESTIONÁRIO SOBRE INFORMÁTICA BÁSICA

Questões descritivas:

1. Você sabe o que é *hardware* e *software*? Cite exemplos.
2. Cite três exemplos de dispositivos de entrada e três dispositivos de saída.
3. Qual é o nome da porta de comunicação do monitor e de um *pendrive*?
4. Um celular dos mais modernos (*smartphone*) possui SO? Cite dois exemplos.
5. Descreva as maiores vantagens e desvantagens de sistemas operacionais Windows e Linux.

Questões objetivas:

1. São medidas da área de informática, EXCETO:
a) pixel b) byte c) bit d) Hz e) Oh
2. No que diz respeito aos sistemas operacionais Windows e Linux e ao editor de texto Word, julgue a seguinte afirmação: embora os sistemas operacionais Linux e Windows possuam características distintas, o Windows foi projetado para que aplicações desenvolvidas para sistemas Linux também sejam executadas por ele.
() certo
() errado

3. Um estagiário está participando de um treinamento de informática em determinada empresa. Ao abordar o assunto de conceitos de organização de arquivos, o instrutor informa que um *byte*:
- a) equivale a 2 MB
 - b) equivale a 1024 KB
 - c) armazena 64 bits
 - d) pode assumir 256 valores distintos
 - e) é suficiente para representar o texto "CESG"

4. Os discos rígidos, um dos principais dispositivos para armazenamento de dados, são organizados basicamente em:
- (I) setores (II) cilindros (III) veredas (IV) trilhas

Da relação apresentada estão tecnicamente corretos os itens:

- a) I, II e III, apenas
 - b) I, III e IV, apenas
 - c) I, II e IV, apenas
 - d) II, III e IV, apenas
 - e) I, II, III e IV
5. Antes de instalarmos um aplicativo, existe a necessidade de saber se os dispositivos para armazenamento de dados possuem a capacidade para esta instalação. A capacidade de um disco rígido atual, utilizado em *desktops*, é da ordem de:
- a) 1YB b) 1GB c) 1KB d) 1TB e) 1MB

6. Quanto aos componentes de um computador, na parte de *hardware*, temos os dispositivos de entrada e saída. Utilizando o conceito de que dispositivos de entrada codificam a informação que entra em dados que possam ser processados pelo sistema digital do computador e que dispositivos de saída decodificam os dados em informação que pode ser entendida pelo usuário, marque com "E" os dispositivos de entrada e com "S" os dispositivos de saída.
- () impressora () *mouse* () monitor () teclado
() *scanner* () *webcam* () *data show*

7. Assinale a memória do computador que perde todas as informações contidas nela quando o computador é desligado:
- a) *pendrive* b) disco rígido c) RAM d) BIOS

8. Sobre a memória RAM é INCORRETO afirmar:
- a) é a memória responsável pela recepção dos dados enviados pela CPU
 - b) tudo o que é processado fica residente na memória RAM até que de lá saia por meio de comandos operacionais ou quando desligamos a máquina
 - c) por meio da RAM, podemos também recuperar dados (ler os dados) dos dispositivos de armazenamento (HD, CD, DVD, etc.)
 - d) a memória RAM é considerada dispositivo de armazenamento não volátil

9. Um agente administrativo possui um pendrive de 16 GBytes e com esse dispositivo ele pretende fazer o backup dos arquivos manipulados no seu microcomputador de trabalho na semana anterior. Para isso, ele deve instalar esse dispositivo no microcomputador, num tipo de conexão conhecido pela sigla:
- a) HDMI b) PCI c) USB d) AGP e) WVGA
10. Assinale a alternativa que contém um dispositivo que não faz uso de:
- a) disco rígido interno b) *pendrive* c) impressora jato de tinta
d) *mouse* e) teclado
11. As memórias que armazenam as informações em caráter permanente e podem ser chamadas de Memórias Secundárias ou Memória de Massa, sendo que os principais exemplos são: discos magnéticos (HDs, disquetes, fitas), discos óticos (CD, DVD, Blu-Ray), discos flash (SSD e *pendrives*). São denominadas de:
- a) memórias cache
b) memória de trabalho
c) memória principal
d) memórias auxiliares
12. São exemplos típicos de componentes *on-board*, que vêm diretamente conectados aos circuitos da placa mãe de um microcomputador atual:
- a) monitor, vídeo e som
b) disco rígido, *mouse* e rede
c) CD-ROM, disco rígido e *mouse*
d) vídeo, som e rede
e) CD-ROM, vídeo e som
13. Na integração de dispositivos aos microcomputadores, existem três tipos, conforme caracterizados a seguir:
- I – Os que operam exclusivamente na entrada de dados
II – Os que operam exclusivamente na saída de dados
III – Os que operam tanto na entrada como na saída de dados, dependendo do momento em que são utilizados
- Três exemplos desses dispositivos, um de cada tipo (I, II e III), são, respectivamente:
- a) *pendrive*, teclado e *scanner*
b) teclado, *plotter* e disco rígido
c) impressora, *scanner* e *webcam*
d) *webcam*, *pendrive* e impressora
e) disco rígido, impressora e *plotter*

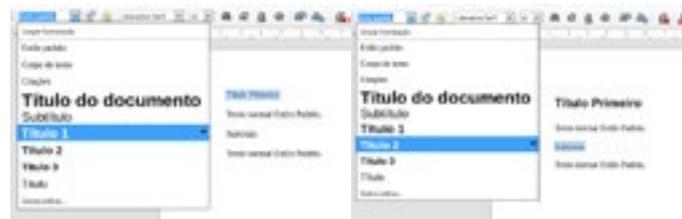
5.3.2 EDITOR DE TEXTOS LIVRE (WRITER)

Editores de texto objetivam a criação, a edição e a visualização de documentos eletrônicos. Eles podem conter textos e imagens, utilizar corretores ortográficos, permitir a formatação de textos, figuras, tabelas e gráficos e, finalmente, permitir o uso de índices automáticos para títulos e subtítulos, figuras e tabelas.

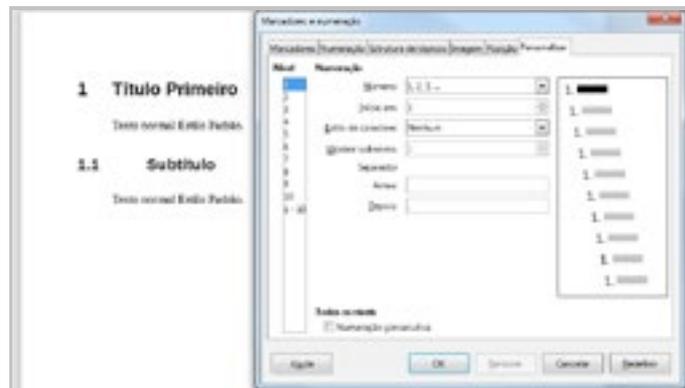
Alguns passos práticos para a confecção de índices automáticos para títulos e subtítulos são:

1. Alterar o estilo do texto que será o título de *Texto padrão* para *Título*, *Subtítulo*, *Título 1*, *Título 2*, *Título 3*, etc.
2. Formatar o título para ter *Numeração* do tipo *Estrutura de tópicos*.
3. Inserir *Índices* selecionando *Índices e Sumários*.*

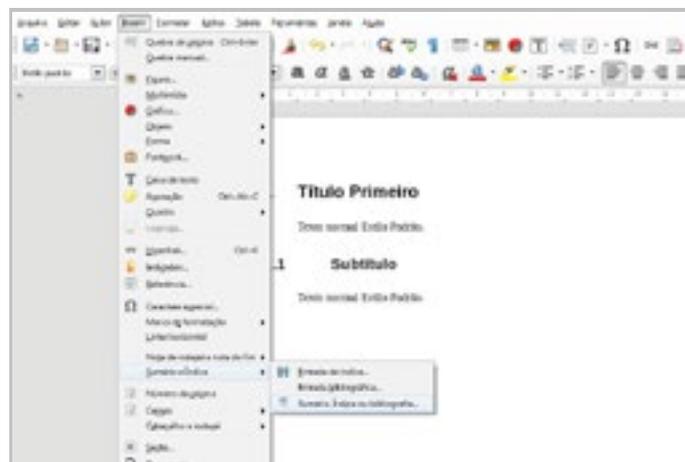
1) Formatar o texto com o estilo *Título 1* e um subtítulo com o estilo *Título 2*



2) Formatar a *Numeração* tipo *Estrutura de tópicos*



3) Inserir *Índices* selecionando *Índices e sumários*



* N. do E. As reproduções de tela a seguir são representações de atividades desenvolvidas em sala de aula, aqui reproduzidas apenas para fins didáticos.

Índice automático: figura e tabela

- Para inserir figura com legenda e índice automático:
 1. Inserir figura a partir do menu *Inserir* opção *Figura*.
 2. Selecione o arquivo de imagem.
 3. Clique na figura com o botão direito e selecione *Inserir legenda*.
- Para inserir tabela com legenda e índice automático:
 1. Inserir tabela a partir do menu *Tabela* opção *Inserir*.
 2. Configure a tabela.
 3. Clique na tabela com o botão direito e selecione *Legenda*.

Cabeçalho e rodapé

- O cabeçalho e rodapé são áreas de texto geralmente visíveis em todas as páginas do documento. Podem conter:
 - O cabeçalho (parte superior da página):
 - Identificação do documento
 - Identificação da instituição
 - Informações de contato
 - O rodapé (parte inferior da página):
 - Número de páginas
 - Data de atualização do documento
 - Sigla do documento ou instituição

Conversões de formatos (pdf, doc, docx e odt)

A partir do LibreOffice Writer, e de qualquer aplicativos da LibreOffice, é possível abrir converter documentos de/para diferentes formatos, por meio das seguintes etapas:

1. No menu *Arquivo* seleciona *Salvar como*.
2. Na caixa de seleção *Tipo*, selecione o formato para o qual deseja converter ou no qual deseja salvar o documento (pdf, doc, docx, txt, rtf, etc.).

Mala direta

Forma de automatizar a geração de documentos com mesmo conteúdo, porém para diversos destinatários. Exemplos de finalidades:

- Acadêmica: geração de certificados
- Negócios: publicidade

Passos para criação:

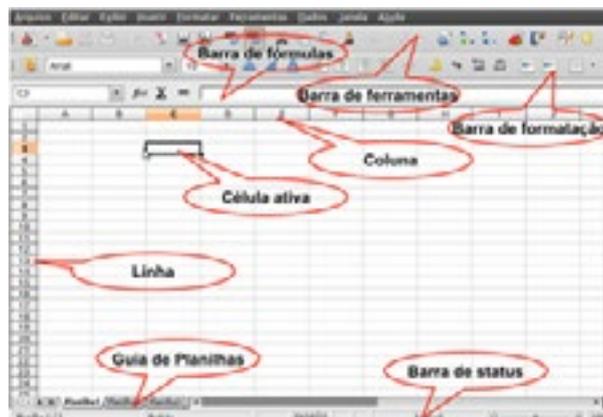
- 1) Criação da base de dados. Pode ser, por exemplo, uma planilha (Calc).
 - 2) Criar o documento a ser usado como "molde" para o preenchimento.
 - 3) Associar a planilha de dados ao documento.
- Editar → trocar banco de dados → selecionar planilha
 - Inserir → campos → outros (selecionar os campos)
 - Uma vez configurado o documento, abrir:
Ferramentas → assistente de mala direta. Clicar sobre Editar o documento e ver as opções de geração

- 4) Imprimir ou gerar os documentos preenchidos

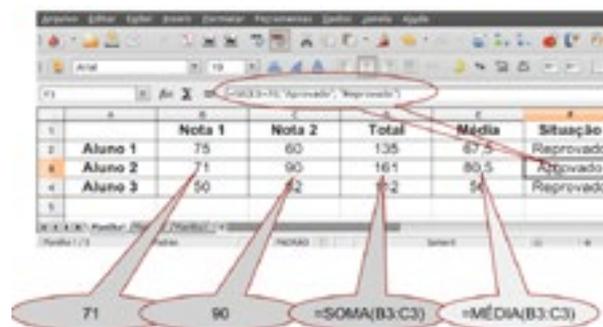
Editor livre de planilhas eletrônicas

Editores de planilhas eletrônicas objetivam a criação, edição e visualização de planilhas contendo folhas de cálculos. Permitem construção de documentos eletrônicos que, a partir de dados numéricos informados pelo usuário, executam cálculos e geram certos resultados. Para isto, utilizam uma matriz composta de linhas e colunas, nas quais os elementos indicados pelo cruzamento de uma linha e uma coluna são conhecidos como célula. Finalmente, uma célula armazena valor, fórmula ou referência a outras células. Ou seja, armazena informação.

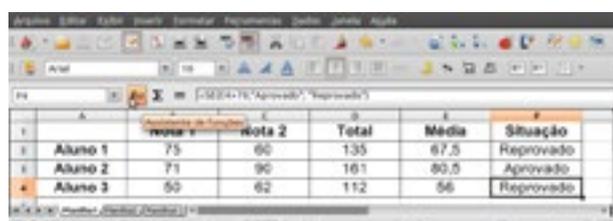
Cada planilha consiste em uma matriz, onde cada linha e coluna define uma célula, a qual pode conter:



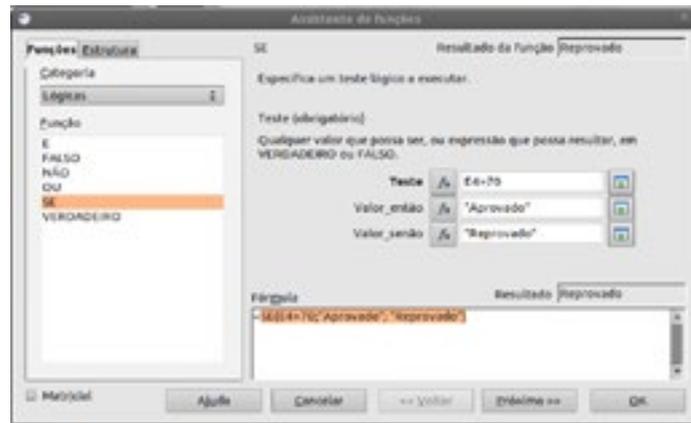
- a) valores numéricos e textuais
 - 67, -15, 1000, 45, 10/05/2011, Aluno, Nota 1...
- b) referências para outras células
 - =D2, =E3, =A233...
- c) fórmulas matemáticas ou condicionais
 - =D2 + C2, MÉDIA (D2:E2), SOMA(B2:B30)



A célula pode representar o resultado de diversas fórmulas, predefinidas ou não:



Assistente de funções:

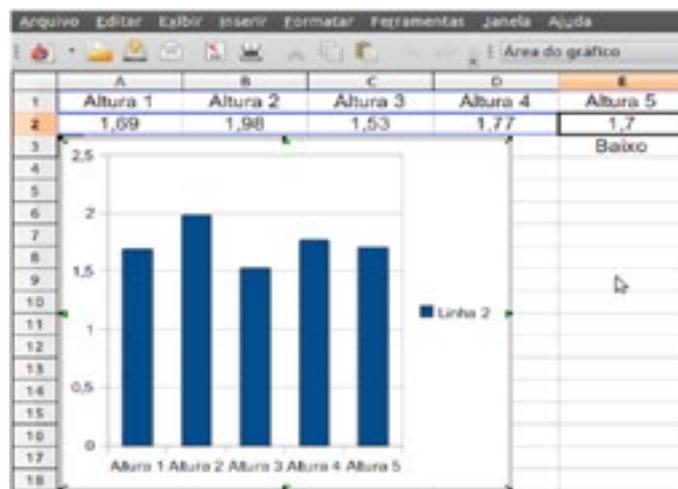


Gráficos

A partir das tabelas é possível gerar gráficos de diversos tipos:

- 1) Selecionar as células para que deseja plotar o gráfico.
- 2) Clique no botão *Gráfico*.
- 3) Escolha o *Tipo de gráfico* a desenhar.
- 4) Formate as informações e o gráfico.
- 5) Faça um *Gráfico de barras* para as cinco alturas do exemplo anterior.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Altura 1	Altura 2	Altura 3	Altura 4	Altura 5	Média	Maior
2	1,69	1,98	1,53	1,77	1,7	1,734	1,98
3	Baixo	Alto	Baixo	Alto	Baixo		



Vamos Praticar!

CRIAÇÃO DE PLANILHA ELETRÔNICA

Você é um(a) professor(a) e precisará lançar as notas anuais de seus alunos em uma planilha. Cada aluno possui quatro notas bimestrais e a nota de um exame final. Ao final dos quatro bimestres, uma coluna deve informar a média e outra se o aluno, com essa média, foi **Aprovado** (cor azul) ou **Reprovado** (cor vermelha) ou está em **Exame** (cor verde). Siga as informações que seguem:

- **Aprovado**: se a média das notas bimestrais for > 70 ;
- **Exame**: se média das notas bimestrais estiver entre 40 e 69;
- **Reprovado**: se a média das notas bimestrais for < 40 .

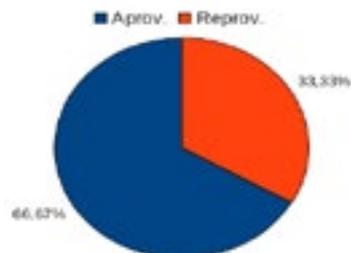
Se o aluno obtiver média dentro do limite de **exame**, é lançada na coluna seguinte a nota do(a) aluno(a) no exame. Ao final da planilha, na última coluna da direita, deve ser apresentada a média final, calculado pela média entre *Média Bimestral* e **Exame**. Deve ser informado se o(a) aluno(a) está **Aprovado** (cor azul) ou **Reprovado** (cor vermelha). A situação final é dada por:

- **Aprovado**: se obtiver média final igual ou superior a 60
- **Reprovado**: se obtiver média final inferior a 60

As cores das palavras "Aprovado", "Reprovado" e "Exame" devem ser formatadas automaticamente. Ou seja, utilize a função de *Formatação condicional* do seu editor.

Abaixo da tabela deve haver a informação resumida de quantos alunos foram aprovados e quantos foram reprovados na turma. Por fim, elabore um gráfico na forma de *pizza* para mostrar o percentual (%) de alunos aprovados e reprovados. Na sequência, é apresentado um modelo (exemplo de *layout*) que pode ser seguido para elaboração da sua planilha de notas.

Notas										
Nome	1º Bimestre	2º Bimestre	3º Bimestre	4º Bimestre	Média Bim.	Situação	Exame	Média Final	Situação Final	
Aluno 1	10	25	35	45	28,75	Reprovado		28,75	Reprovado	
Aluno 2	50	60	69	65	61,25	Exame	60	70	Aprovado	
Aluno 3	51	41	70	67	62,25	Exame	45	65	Aprovado	
Aluno 4	52	42	71	66	63,25	Exame	60	54	Reprovado	
Aluno 5	53	43	72	69	64,25	Exame	92	60	Aprovado	
Aluno 6	73	44	73	60	70	Aprovado		30	Reprovado	
Aluno 7	49	37	56	42	46	Exame	82	64	Aprovado	
Aluno 8	75	46	75	62	72	Aprovado		20	Reprovado	
Aluno 9	76	47	76	63	73	Aprovado		73	Aprovado	
Aluno 11	90	68	90	65	80,5	Aprovado		80,5	Aprovado	
								Aprov.	6	76,67%
								Reprov.	3	23,33%



Exemplo de planilha para processamento de notas

5.3.3 Instrumentos de Aprendizagem e Internet

5.3.3.1 Mapas mentais

Mapa mental é uma técnica de organização do pensamento criada pelo inglês Tony Buzan na década de 70. Ele representa um recurso pedagógico poderoso para memorização. Baseia-se na ideia de que os pensamentos não são lineares e contínuos. Foi inspirado pela observação de que nossa capacidade de criação aumenta consideravelmente usando cores e imagens em representações. Devido a este último fato, mapas mentais são frequentemente aplicados como ferramenta de aprendizagem e produtividade. Alguns benefícios da utilização de mapas mentais no ensino e no mercado de trabalho:

No ramo empresarial

- Economia (tempo, dinheiro e esforço)
- Mais agilidade, produtividade e criatividade
- Identificação de oportunidades

No ensino

- Melhora do aprendizado, melhor concentração
- Resgate de conhecimentos
- Mais agilidade e redução do estresse
- Educação especial: disléxicos, hiperativos, baixa concentração

Sete leis para criação de mapas mentais, de acordo com Tony Buzan:

Inicie no centro da folha

- 1) Use uma imagem central (figura) como ideia.
- 2) Utilize cores durante todo o processo.
- 3) Conecte os ramos principais à imagem central.
- 4) Una os ramos secundários e terciários.
- 5) Desenhe ramos curvilíneos e não em linha reta.
- 6) Use uma palavras-chave única para cada ramo.
- 7) Use imagens do início ao fim.

Alguns *softwares* disponíveis para elaboração de mapas mentais:

- ImindMap
- Freemind
- Mindmeister
- Xmind
- Prezi

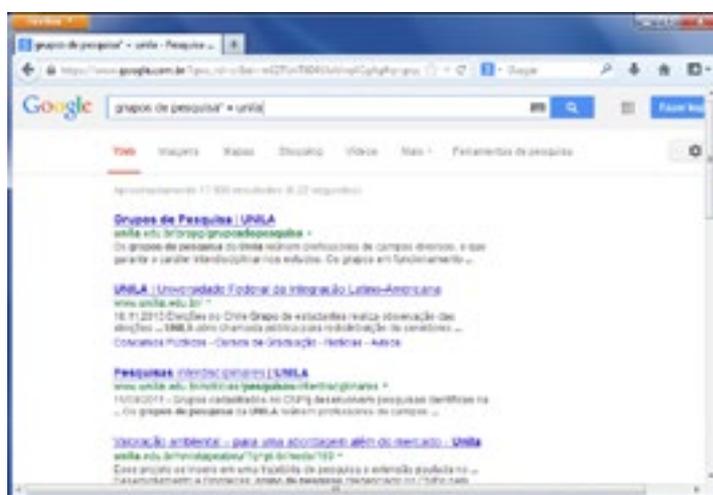
Vamos Praticar!

ATIVIDADE DE MAPAS MENTAIS

Grupos são formados e o professor distribui um artigo relacionado à aplicação de tecnologias na educação para cada um deles. Cada grupo é responsável pela criação de um mapa mental referente ao seu artigo. No final, todos apresentam os seus mapas mentais à turma.

5.3.3.2 Práticas de busca na Internet

Esta seção apresenta a ferramenta de pesquisa Google e alguns dos principais comandos de busca para refinar pesquisas na Internet.



Para iniciar os testes da ferramenta de busca, faça as seguintes pesquisas:

- 1) Unila.
- 2) Unila ciências da natureza.
- 3) Unila + ciência da natureza.
- 4) Unila + "ciência da natureza".

Quantos sites foram encontrados em cada pesquisa? Qual a diferença entre cada pesquisa?

Caracteres e operadores para refinar a pesquisa:

- + busca sites com um determinado termo
 - *unila ciências da natureza*
 - *unila + ciências da + natureza*
- busca sites sem um determinado termo
 - *unila ciências da natureza*
 - *unila - ciências da - natureza*
- ~ retorna os sinônimos do termo
 - *~unila ~natureza*
- * representa uma ou mais palavras
 - *unila + ciências**
 - *unila + ciências da nat**

OR retorna *sites* que possuem somente um só termo

- *ciências natureza*
- *ciências OR natureza*

or retorna *sites* que possuem os dois termos

- *ciências or natureza*

"" retorna *sites* com a frase exata

- *ciências da natureza*
- *"ciências da natureza"*
- *unila + "ciências da natureza"*

O refinamento da pesquisa pode ser feito por tipos de documentos (doc, pdf, xls, ppt, pps, odt, bmp, jpg, png, mp3, mp4, wmv, mpeg, etc.)

- *unila filetype:pdf*
- *ciências da natureza filetype:pdf*
- *unila + ciências da natureza filetype:pdf*
- *unila + filetype:jpg*

Ainda, para refinar a pesquisa *escolha palavras que façam mais sentido à busca*. Por exemplo, em vez de usar *minha cabeça dói*, opte por *dor de cabeça*, porque essa é a frase que um *site* com informações médicas usaria.

Pode-se também pesquisar por números entre uma dada faixa de valores. Por exemplo: Fique dentro do seu orçamento pesquisando apenas itens em uma faixa de números colocando *".."* entre os valores.

Exemplo: Sony TV "R\$300..R\$500"

Outro exemplo: se estiver procurando por motos com mais de 600 cilindradas de potência, pesquise por: *motos "600... cilindradas"*

Não se preocupe com pontuação. A pesquisa ignora pontuação. Isso inclui *@#%^*()=][* e outros caracteres especiais.

TABELA 1
Tabela de operadores de busca

Search Service	Search Operators
Web Search	<i>allinanchor;, allintext:, allintitle;, allinurl;, cache;, define;, filetype;, id;, inanchor;, info;, intext:, intitle;, inurl;, link;, phonebook;, related;, site:</i>
Image Search	<i>allintitle;, allinurl;, filetype;, inurl;, intitle;, site:</i>
Groups	<i>allintext:, allintitle;, author;, group;, insubject;, intext;, intitle:</i>
Directory	<i>allintext:, allintitle;, allinurl;, ext;, filetype;, intext;, intitle;, inurl:</i>
News	<i>allintext:, allintitle;, allinurl;, intext;, intitle;, inurl;, lacion:, source:</i>
Product Search	<i>allintext:, allintitle:</i>

Fonte: http://www.googleguide.com/advanced_operators_reference.html.

Prefira frases com os termos de busca próximos uns aos outros. Por exemplo: “metodologia científica” e não “metodologia” e “científica”.

Use sinônimos quando puder: os resultados são melhores quando são fornecidas mais palavras, devido a algoritmos de busca estatísticos.

Evite palavras muito comuns, como “computador”, “Internet”, etc.

Vamos Praticar!

ATIVIDADE DE BUSCA NA INTERNET

- 1) Encontre o link e os Boletins de Serviço da UNILA publicados no site da universidade. Palavras-chave: site:unila.edu.br Boletim de Serviços.
Quantidade de resultados encontrados: _____
- 2) Quais as palavras-chave para pesquisar documentos do tipo DOC relacionados a vírus que “não sejam vírus de computador” e sim referentes à saúde? Quantidade de resultados: _____
- 3) Encontre os termos que o Google considera aproximadamente equivalente ao termo “voluntário”. Palavras-chave: _____
Quantidade de resultados encontrados: _____
- 4) Encontre links para download de todas as músicas possíveis com o nome iniciando por “amor” e que tenham a extensão “mp3”. Palavras-chave: _____
Quantidade de resultados: _____
- 5) Encontre links para download de todas as provas de concurso para o cargo de assistente administrativo do ano de 2014 em formatos “pdf”. Palavras-chave: _____
Quantidade de resultados: _____
- 6) Como encontrar o nome da editora do livro *Algoritmo e Estruturas de Dados*, do professor Ângelo de Moura Guimarães? Palavras-chave: _____

Blog

Nesta disciplina, os alunos foram introduzidos à plataforma *on-line* de criação e edição de *sites* Wix. Um tutorial de uso foi apresentado e os alunos esclarecem suas dúvidas. Neste texto não será apresentado este tutorial, pois vários para o uso do Wix podem ser facilmente encontrados com uma busca rápida na Internet. Ao final da disciplina, cada aluno criou o seu próprio *blog* e o apresentou aos demais colegas. Desafiamos o leitor a criar o seu.

Referências

- BRAGA, W. *OpenOffice calc & writer passo a passo: tutorial de instalação do OpenOffice*. Editora Alb - AltaBooks, 2005. 200 p.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*– Brasília: MEC/CEF, 1998. 138 p.
- CARNEIRO, R.; TOSCANO, J. C.; DIAZ, T. (Coord.). Las TIC y los nuevos paradigmas educativos: la transformación de la escuela en una sociedad que se transforma. In: _____ (Coord.). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Madrid: OEI-Fundación Santillana, 2007. p. 15-28. (Colección Metas Educativas 2021).
- CHAGAS, I. Utilização da Internet na aprendizagem da Ciência – que caminhos seguir? *Inovação*, v. 14, p. 13-26, 2001.
- FEDELI, Ricardo Daniel; POLLONI, Enrico G. F.; PERES, Fernando Eduardo. *Introdução à ciência da computação*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 272 p.
- GORDON, David T. (Ed.). *The digital classroom: how technology is changing the way we teach and learn*. Cambridge: Harvard Education Press, 2000. 184 p.
- GUIA DO WRITER - capítulo 2: configurando o Writer. *The Document Foundation's Wiki*. Disponível em: <<https://wiki.documentfoundation.org/images/7/72/O2O2WG3-ConfigurandooWriter-ptbr.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- KALBACH, J. *Design de navegação web: otimizando a experiência do usuário*. Porto Alegre: Bookman, 2009. 432 p.
- KLEIMAN, G. Myths and Realities About Technology in K-12 Schools. *LNT Perspectives*, v. 14, 2000. Disponível em: <<http://www.sfu.ca/educ260/documents/myths.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.
- MELO, A. P. et al. *Diretrizes para o uso de tecnologias educacionais*. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Diretoria de Tecnologias Educacionais. Curitiba: SEED, 2010. 53 p. (Cadernos Temáticos).
- OPENOFFICE 3 - *Writer Guide*. Disponível em: <<http://www.openoffice.org/documentation/manuals/userguide3/O2O0WG3-WriterGuide.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- SANDHOLTZ, J. H. Tecnologia: uma ferramenta entre muitas. In: SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, Cathy; DWYER, David C. *Ensinando com a tecnologia – criando salas de aula centradas nos alunos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 196 p.
- SCARPA, D. Produção e organização de uma exposição escolar: relato de um projeto. *Revista de Ensino de Biologia – REnBio*, n. 2, p. 17-20, 2009.

6. FUNDAMENTOS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

ABRAÃO J. S. CAPISTRANO¹
JOYCE PEÑAGOS²
JANER VILAÇA³
ANA MARIA PEREIRA⁴

¹Professor na Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Coordenador do Grupo de Física-Matemática e Relatividade (<http://www.cosmophysis.com/>) da UNILA.

²Bolsista de Iniciação Científica (2016-2017), estudante do Curso de Biotecnologia (UNILA).

³Coordenador-geral do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho (PTI/ITAIPU).

⁴Bolsista no Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho (PTI/ITAIPU).

6.1 ASTRONOMIA COMO LEGADO HUMANO

Uma das disciplinas da área das Ciências que mais instigam a curiosidade e motivam os alunos é a Astronomia. Ela é capaz de gerar discussões importantes como o que é Ciência e sobre o lugar da humanidade no mundo. Discussões estas estimuladas por questionamentos como: até onde a vista alcança? O que é sistema solar? Existem mapas no céu? Por que achavam que a Terra estava parada antigamente? Por que a noite é escura se temos milhares de estrelas no céu? Por que Plutão deixou de ser planeta? É possível viver em outro lugar além da Terra? Existe vida extraterrestre?

Nota-se, assim, que o trabalho sobre estas e outras questões pode levar a uma rica discussão, que mostra que a Astronomia possui um caráter eminentemente interdisciplinar. Por meio dela, podem-se abordar várias outras áreas, desde Antropologia, Filosofia, História, Geografia, Sociologia e Música, como também Física, Química, Matemática e Biologia, entre outros temas.

O curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática das séries do Ensino Fundamental teve justamente este intuito: colaborar para uma discussão consistente sobre o ensino de Ciências e as possíveis abordagens e inserções de Astronomia nas escolas.

É importante ressaltar que a Astronomia funciona como um excelente veículo para trabalharmos a alfabetização científica como um dos elementos fundamentais para o acesso à cidadania. Um dos grandes desafios nesse processo é mostrar o significado do método científico, pois a tecnologia produzida já é de compreensão acessível em meio a uma gama de informações do mundo contemporâneo. Segundo Chassot (2000, p. 434), a alfabetização científica é definida pelo despertar da consciência sobre o mundo, isto é, como “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”.

Um dos objetivos do curso de especialização foi resgatar os elementos fundamentais de Ciências, seus princípios e métodos. Ademais, na disciplina, procurou-se mostrar e discutir a Astronomia como construção e legado humanos e como pode ser um importante motivador aos professores, profissionais da educação em geral e aos estudantes, sendo elemento estrutural para o ensino de Ciências conforme as Diretrizes Curriculares Orientadoras para a Educação Básica do Estado do Paraná (DCE). No Estado, o ensino de Astronomia tem se desenvolvido principalmente a partir de ações de grupos independentes, parques tecnológicos, universidades, institutos federais e estaduais. Na região Oeste, tivemos o presente curso como ação no ensino pela formação dos professores atuantes. Contamos com a colaboração inicial de dois importantes parceiros na região de Foz do Iguaçu. O primeiro foi o Núcleo Regional de Educação (NRE) de Foz do Iguaçu, responsável pelo gerenciamento do ensino da região, e o segundo foi o Parque Tecnológico Itaipu (PTI), através das ações do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho.

A seguir, apresenta-se a discussão dos principais tópicos trabalhados nas aulas do curso. Cabe lembrar que o presente texto não teve como fim ser um referencial técnico sobre Astronomia, mas um artigo inicial, divulgador e norteador para o trabalho da disciplina e um referencial para o professor do Ensino Básico e Fundamental. Para tanto, propomos atividades e referências que podem ser consultadas para aprofundamento dos temas.

6.2 Um BREVE HISTÓRICO DA ASTRONOMIA

A Astronomia é a mais antiga das Ciências e, por vezes, confunde-se com a própria história da humanidade. O termo advém das palavras gregas *astron*, que significa *estrela*, e *nomos*, que significa *lei*. Portanto, pode-se inferir que o propósito básico da Astronomia moderna é o estudo dos corpos e fenômenos celestes, suas origens, estrutura e evolução, bem como a determinação de suas leis fundamentais.

6.2.1 ASTRONOMIA ANTIGA

Na Antiguidade, a Astronomia tinha um papel importante para o entendimento do mundo. Não obstante, não havia separação clara de um tipo de conhecimento diferente, a Astrologia. Portanto, além do caráter utilitarista¹, a Astronomia também fazia parte de artes divinatórias e ritualísticas. A Astrologia, por sua vez, diz respeito à possibilidade de a vida humana ser influenciada (decisões e escolhas) pela dinâmica de um certo número de astros. Atualmente, a Astronomia é considerada uma Ciência Natural com todo seu rigor formal e metodológico próprio e não possui vínculo com a Astrologia.

É importante notar que entender a Astronomia antiga — objeto de estudo de uma subárea da Astronomia, chamada Arqueoastronomia — é entender também a tecnologia, os costumes, a cultura e, conseqüentemente, a sociedade da época em que ela está inserida. Os primeiros registros astronômicos datam de mais de 3000 anos a.C., desde os babilônicos², assírios, chineses e egípcios. Um exemplo destes registros é o monumento de Stonehenge, em Wiltshire, no Reino Unido, que era um local ritualístico e de observação astronômica. Na América do Norte, no México, há outro monumento para fins ritualísticos e também para observação astronômica, a Pirâmide de Kukulcán, atribuída à civilização Maia, datada do século XII d.C.

Devido aos grandes registros na astronomia grega, este texto foca em aspectos gerais do entendimento do mundo tomando como ponto de partida a visão dos gregos antigos. A pergunta inicial poderia ser: “O que é universo?”. Citando Carl Sagan em sua série televisiva *Cosmos*³, “o cosmos é tudo aquilo que foi, que é e que será [...]”. É o todo que nos cerca. E o que é esse todo? Para responder a essa pergunta, deve-se entender o contexto histórico, cultural e tecnológico da época. Portanto, para cada época estudada,

O que é o universo?

Esta questão é interessante de ser levantada nas aulas de Astronomia/ Ciências. Haverá grande participação dos alunos, com ideias sobre o mundo, nosso lugar nele e novas perguntas surgirão. A Astronomia tem um papel motivador ao aprendizado de Ciências.

1 O caráter utilitarista da Astronomia visava à percepção e entendimento da dinâmica dos céus, desde o posicionamento do Sol e da Lua, queda de objetos celestes (astroeventos) às estações do ano e elaboração de calendários. Esse entendimento tinha um impacto grande na vida das pessoas para época de colheita, navegação e até mesmo para concepção de filhos.

2 Os então planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno foram identificados pelos babilônios.

3 Transmitida originalmente em 1980 e produzida pela emissora estadunidense KCET e Carl Sagan Productions.

se encontrará uma noção diferente de universo. Um exemplo a que este texto recorre é o de Tales Mileto (623/624 a.C. - 556/558 a.C.) e sua cosmologia, umas das primeiras referências sobre uma visão sistêmica de mundo. Para Tales, o mundo tinha a forma de um plano, como um disco chato, cercado por um universo infinito de água. A água era o elemento fundamental, onde o universo poderia ser explicado.

Essa visão de Terra plana foi questionada por Pitágoras de Samos (571/ 570 a.C. - 500/490 a.C.) e, posteriormente, uma ideia de Terra “redonda” foi defendida por Aristóteles de Estagira (384 a.C. - 322 a.C.). Para ele, o planeta estava no centro do universo, onde há esferas concêntricas. Para cada esfera, tem-se um astro, como pode-se observar na FIG. 1. Assim, no centro está a Terra e os demais elementos — água, ar e fogo —, seguidos pelas esferas da Lua, demais planetas e Sol. O firmamento era o lugar onde ficavam as estrelas fixas. Após o firmamento, haveria a esfera do primeiro movimento, responsável pela dinâmica no universo.

LINK

Veja a referência sobre a astronomia na Antiguidade em:

<http://www.ccvallg.pt/astrologia/historia/antiguidade.htm>.

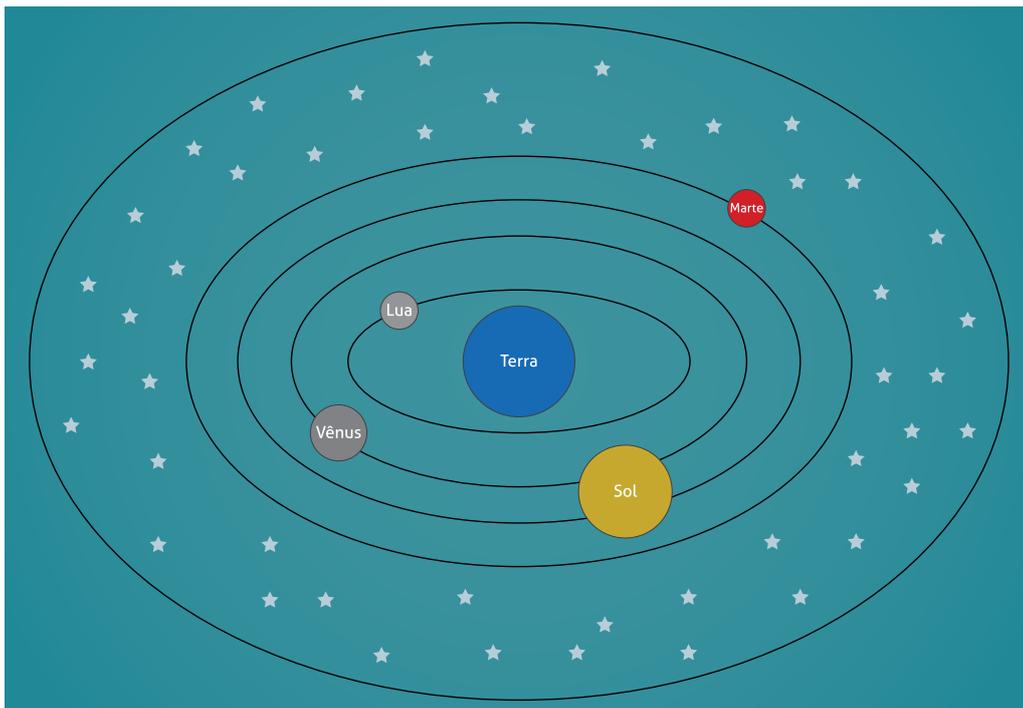


FIGURA 1 — Universo das esferas de Aristóteles
Fonte: CAPISTRANO, Abraão (2017), baseado em
<http://astronomia.blog.br/assim-na-terra-como-no-ceu>.

Eratóstenes de Cirênia (276 a.C. - 194 a.C.) deu uma contribuição fundamental à ideia aristotélica da Terra redonda ao calcular o raio do planeta. Para tanto, usou uma vara fincada ao chão e, da sombra projetada, aferiu o raio comparando esta sombra projetada nas cidades de Siena (atual Assuão, sul do Egito) e Alexandria.

Como resultado, obteve algo da ordem de 5000 estádios (aproximadamente 800 km), conforme exemplificado na FIG. 2.

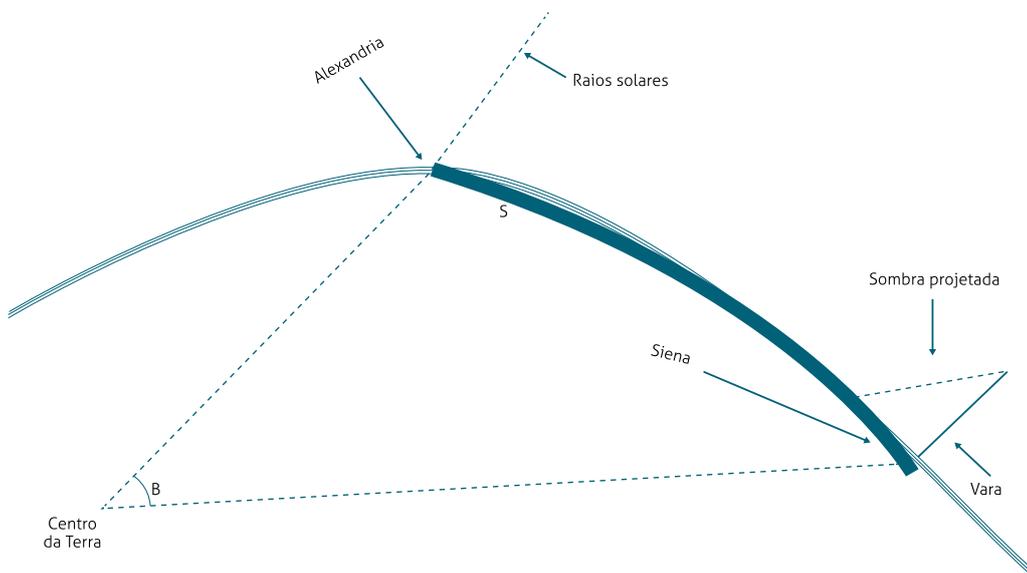


FIGURA 2 — Esquema da ideia da determinação do raio da Terra por Eratóstenes

Fonte: CAPISTRANO, Abraão (2017), baseado em
<http://astronomia.blog.br/assim-na-terra-como-no-ceu>.

Se a Terra fosse um plano, não haveria diferença entre as sombras. A partir da comparação de semelhança entre triângulos retângulos, Eratóstenes chegou à seguinte relação trigonométrica: $(S/C) = (B/2)$, onde **S** é a distância entre Siena e Alexandria; **B** é o ângulo formado das cidades de Siena e Alexandria, e **C** é a circunferência da Terra. Este espetacular resultado também permitiu entender melhor os fenômenos de eclipses lunar e solar inicialmente argumentados por Aristóteles.

No entanto, o modelo de universo de Aristóteles tinha problemas. Não conseguia explicar o *movimento retrógrado* dos planetas, um movimento em *laço* no céu somente efetuado pelos planetas (Simulação desse tipo de movimento em <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/Retrogrado/retrogrado.html>). Daí o nome *planeta*, que significa, em grego arcaico, estrela de movimento errático. Claudius Ptolomeu (276 a.C. - 194 a.C.) deu um passo importante para solucionar esse problema, ao propor um modelo de universo por epiciclos. Os epiciclos eram miniórbitas que os planetas executavam em torno de um centro imaginário, porém mantendo as órbitas deles em torno da Terra. Lembramos que naquele período a Terra era ainda considerada como centro do universo.

VAMOS TRABALHAR?

Reproduza o movimento retrógrado de Marte catalogando-o usando o Stellarium. O Stellarium é um software de código aberto que simula um planetário e está disponível em várias plataformas computacionais. Faça download em

<http://www.stellarium.org/pt/>

LEITURA RECOMENDADA

<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165408.pdf>.

Agora, retomando uma questão feita na introdução deste texto: “Existem mapas no céu?”. A resposta a esta pergunta é sim. É possível fazer mapas no céu para ajudar a entendê-lo. Isso se deve à notável propriedade dos seres humanos de perceber padrões na natureza. Por exemplo, Ptolomeu sistematizou, em seu livro *Almagesto*, as constelações, que são aparentes grupamentos de estrelas, o que na antiguidade era um modo de tentar entender o céu, atribuindo formas as quais dependiam de fatores culturais e religiosos. Na cultura guarani, a constelação de Órion é a constelação do Pavão. Ptolomeu registrou cerca de 48 constelações. Atualmente, há cerca de 88 consideradas pela IAU. É importante entender que esse agrupamento de estrelas é apenas aparente no céu noturno. Em geral, estrelas que compõem uma constelação estão, na verdade, muito distantes umas das outras, tanto que não possuem interação gravitacional entre elas. O que define uma constelação é uma área na qual um determinado número de estrelas está aparentemente contido, quando se observa céu noturno.

6.2.2 Astronomia na Idade Média

Um notável avanço, tanto do ponto de vista teórico quanto observacional (com o surgimento das bases da *ciência nova*) e, paradoxalmente, fortemente marcado pela cosmologia aristotélica e a tradição bíblica, marcou a Astronomia na Idade Média. Notadamente, é nesse período que houve o aparecimento dos modelos heliocêntricos, dos telescópios e o avanço nas ideias no desenvolvimento da mecânica celeste. Não obstante, o modelo ptolomaico e suas variações possibilitaram um grande avanço no entendimento do universo conhecido. No entanto, a complexidade e imprecisão desse método com o tempo foram se mostrando evidentes. Notando esses problemas, Nicolau Copérnico (1473 - 1543) propôs um modelo bem diferente de universo, em que o Sol estava próximo ao centro, caracterizando um modelo heliocêntrico. Essas ideias foram publicadas postumamente em 1543, no livro *Da Revolução das Esferas Celestes*, baseado nas seguintes proposições:

- a) o heliocentrismo: o Sol está fixo no centro da órbita dos planetas;
- b) os planetas possuem uma ordem de proximidade ao Sol: Mercúrio, Vênus, Terra, Lua, Marte, Júpiter, Saturno e as estrelas fixas;
- c) o movimento retrógrado dos planetas é explicado pelo movimento da Terra. Desta forma, a hipótese dos epiciclos era descartada;
- d) a distância da Terra ao Sol é pequena se comparada à distância às estrelas.

Estas ideias marcaram o início do desenvolvimento da Astronomia moderna baseada na ciência emergente. Em período posterior à morte de Copérnico, houve notadamente um grande avanço observacional. Tycho Brahe (1546 - 1601), grande astrônomo dinamarquês, por exemplo, construiu o maior observatório europeu de sua geração e fez um grande registro do movimento de astros, notadamente de Marte. Dentro de suas contribuições, destacam-se o que ele chamou de *nova estrela* (*De nova*

stella)⁴, além de mais estudos sobre eclipse e observação de cometas. Cabe lembrar que as observações de Tycho eram ainda da época pré-telescópio/luneta. Portanto a olho nu. Seu notável assistente, Johannes Kepler (1571 - 1630), com base nos registros de Tycho sobre o movimento de Marte, elaborou as leis da mecânica celeste resumidas em:

- a) o Sol está em um dos focos da elipse descrita pela trajetória dos planetas, correção ao heliocentrismo de Copérnico;
- b) a lei das áreas, em que o raio vetor que liga um planeta ao Sol descreve áreas iguais em tempos iguais;
- c) a lei dos períodos, na qual os quadrados dos períodos de revolução (T) são proporcionais aos cubos das distâncias médias (a) do Sol aos planetas, tal que pode-se obter $T^2 = k a^3$, onde k é uma constante de proporcionalidade.

Estas leis foram publicadas no período de 1596 a 1609, nas obras *Mysterium Cosmographicum*, *Astronomia Nova...De Motibus Stellae Martis*⁵.

Com a invenção da luneta para fins de observação do céu, Galileu Galilei (1564 - 1642) inaugurou o que é chamado atualmente de 'era dos telescópios'. Ele teve também importância fundamental no desenvolvimento da Ciência como modo de percepção do mundo, o que viria a se consolidar séculos mais tarde. Suas ideias mais marcantes foram sobre a necessidade da experimentação e da observação para o entendimento do mundo, o que constituía seu *método empírico*⁶. René Descartes (1596 - 1650) criticava Galileu, pois este não fazia referência de discurso sobre o método. Considerado o grande experimentador e inventor de sua época, Galileu realizou inúmeros estudos, desde os da área da hidrostática à Astronomia, versando sobre o movimento dos corpos e a inércia, lançando as bases da Mecânica a serem sistematizadas mais tarde por Isaac Newton (1642 - 1727), além de elaborar a lei da gravitação universal. O termo universal advém do fato de que todos os corpos próximos experimentam dessa força, que se torna cada vez mais fraca quanto maior a distância entre os corpos. Ou seja, decai pelo inverso do quadrado da distância. Exemplos de contribuições à pesquisa astronômica foram as observações das luas de Júpiter — Calisto, Ganimedes, Io e Europa, que atualmente são referidas também como as luas galileanas —, das manchas solares (a observação direta do Sol causaria catarata em Galileu posteriormente), e das fases de Vênus — devido sua proximidade à Terra e sendo um planeta interior, isto é, mais próximo ao Sol, Vênus, assim como a Lua, apresenta diferenças de luminosidade quando visto da Terra, devido a mudanças na iluminação dele pelo Sol).

4 Hoje em dia conhecida como Supernova, isto é, a fase final de uma estrela com massa 10 vezes maior que a massa do Sol, culminando em uma violenta explosão de brilho intenso liberando uma enorme quantidade de gases e elementos no meio interestelar. A estrela remanescente desse evento é uma pequena estrela, com raio aproximado de 10 km, porém de gravidade muito intensa, chamada estrela de nêutrons.

5 Obras publicadas em latim. Em tradução livre: *Mistério Cosmográfico e Astronomia Nova... o movimento de Estrela Marte*.

6 O método empírico de Galileu consistia na experimentação para tirada de conclusões.

6.2.3 Astronomia Contemporânea

A Astronomia evoluiu a um rigoroso patamar. Atualmente, como ramo do conhecimento científico, é uma área que tem sua base em conhecimentos de Física, Química e Matemática. Pode-se dividir esta Ciência, de forma geral, em três linhas: observacional, teórica e interdisciplinar. A linha observacional, ou Astronomia Observacional, possui o propósito de coletar e estudar informações a partir da observação de fenômenos celestes baseadas ou não no espectro do campo eletromagnético⁷. Entre elas estão a Radioastronomia, Astronomia em várias frequências do espectro eletromagnético⁸ (infravermelha, óptica ou luz visível, ultravioleta, raios x, raios gama), Astrometria, Mecânica Celestial e subcampos de estudo de áreas como Ciência Planetária, Cosmologia, Astronomia Solar, Estelar, Galáctica e Extragaláctica. A metodologia de trabalho advém dos mais diversos dispositivos de observação, desde balões, telescópios (terrestres e espaciais) e satélites a sondas espaciais. A linha teórica, ou Astronomia Teórica, preocupa-se com a dinâmica, estrutura e formação do universo, bem como com as teorias para descrevê-lo. Podemos citar os principais campos como: Dinâmica e Evolução Estelar, Formação e Evolução de Galáxias, Estrutura em Grande Escala da Matéria no Universo, Origem dos Raios Cósmicos, Relatividade Geral e Cosmologia Física. Por último, a linha interdisciplinar faz a correlação da Astronomia com outras áreas do saber, como a Biologia, Química, Aeronáutica, Ciências Sociais e Antropologia. Podemos citar campos como a Arqueoastronomia, Astrobiologia, Astroquímica, Cosmoquímica e Astronáutica. A Astrobiologia, por exemplo, instiga a curiosidade não somente dos estudantes mais jovens do Ensino Básico, mas também no âmbito universitário, por lidar com questões sobre possibilidade de vida fora da Terra, planetas fora do Sistema Solar, os chamados exoplanetas, vida extraterrestre e a própria discussão do que é vida. Cabe lembrar que essas discussões são levadas muito a sério por diversos centros científicos e a ciência de fronteira do conhecimento tem tido relevante suporte financeiro para pesquisas.

7 A Astronomia Observacional também coleta informações fora do espectro eletromagnético como, por exemplo, a partir de raios cósmicos, de uma subpartícula da matéria chamada de neutrino e a partir das ondas gravitacionais, descobertas em 2016.

8 O espectro eletromagnético é uma faixa de frequências de ondas eletromagnéticas que possui energia vinculada. Cada faixa desse espectro possui maior ou menor valor de energia, e maior ou menor tamanho da onda eletromagnética, chamado comprimento de onda. Essas ondas são compostas por campos elétricos e magnéticos, podendo se mover no espaço sideral sem a necessidade de meio material, diferentemente das ondas mecânicas, como o som, que precisam de meio material para ser propagar. A luz visível, por exemplo, é apenas uma faixa desse espectro, que se estende desde ondas mais energéticas, como os raios gama, aos mais fracos, como as micro-ondas.

6.3 Elementos de Astronomia

Com todo o avanço das Ciências, pode-se dizer que a humanidade vive em um universo dinâmico, em transformação constante e muito misterioso. Sabe-se muito pouco do universo. Na verdade, só se conhece o que se pode enxergar, e, por conseguinte, obter informação. Isto é cerca de 5%. Os restantes 95% são a parte escura do universo⁹, para a qual não há definição do que a compõe ou qual é sua dinâmica. Nos aproximados 5%, temos todo o universo que podemos ver com seus elementos fundamentais, as galáxias. Há mais de um bilhão de galáxias conhecidas, cada uma com um bilhão de estrelas, em média. Uma galáxia em geral é composta por estrelas, poeira, gases em alta temperatura, asteroides, cometas e, eventualmente, planetas.

6.3.1 O sistema solar e seus objetos astronômicos Para começar a falar sobre o sistema solar, é preciso entender primeiramente o que é o universo conhecido (ou melhor, o universo observável), que é composto de grandes grupos de aglomerados de galáxias, ou superaglomerados. Cada um deles, por sua vez, é composto por grupos menores de galáxias. A nossa pertence ao chamado grupo local, que é compartilhado com Andrômeda, uma galáxia "irmã", cada uma com sistemas de galáxias menores (chamadas galáxias satélites), tais como a grande e a pequena nuvem de Magalhães, que pertencem ao sistema da Via-Láctea.

Onde estamos no universo? Entende-se que estamos na Via-Láctea, no braço de Órion, distando 30000 anos-luz¹⁰ do centro da galáxia, conforme mostrado na FIG.3.

9 Na literatura especializada refere-se ao termo dark universe. Para mais informações, veja materiais didáticos disponíveis para download em <http://www.iag.usp.br/materiais-did%C3%A1ticos>.

10 Em Astronomia, devido às vastas distâncias entre os corpos celestes, usamos unidades de medida especiais como a unidade astronômica (UA), o parsec e o ano-luz. Temos as seguintes relações entre essas unidades: **1 AU = 149.600.000 km, 1 Parsec = 3,08567758 × 10¹³ Km, 1 ano-luz = 9,46 × 10¹² Km.**

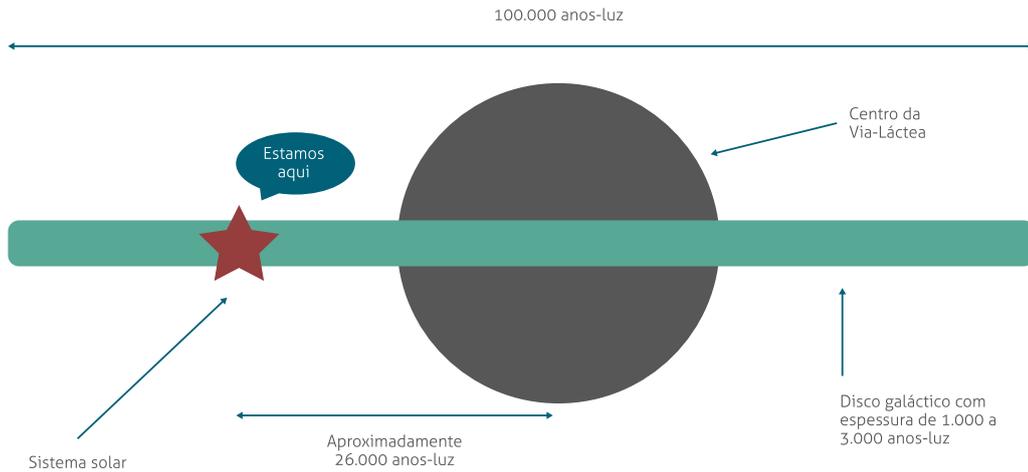


FIGURA 3 — Representação de elementos gerais da Via-Láctea com uma galáxia do tipo espiral
Fonte: CAPISTRANO, Abraão (2017), baseado em
<http://astronomia.blog.br/assim-na-terra-como-no-ceu>.

6.3.1.1 O sistema solar interior

O sistema solar atual possui duas grandes regiões. A primeira é o sistema solar interior, formado pelo Sol, os planetas telúricos e suas luas. A segunda é composta pelos grandes planetas gasosos e regiões limítrofes do sistema solar. A seguir, um comentário geral das características desses objetos.

6.3.1.1.1 O Sol e as estrelas

Uma estrela se forma a partir do colapso de uma certa região de poeira e gases altamente aquecidos formando uma gigantesca nuvem composta por estes materiais. Por um processo eminentemente aleatório, pode ocorrer o colapso dessa nuvem sobre si mesma, devido à interação gravitacional de suas partículas. Quando isso ocorre, nasce uma estrela¹¹. Em geral, isso ocorre em regiões específicas, chamadas *nebulosas*¹². O mesmo processo ocorreu com o Sol, que é uma estrela comum de cor branca¹³

VAMOS PRATICAR?

- 1) Faça uma pesquisa bibliográfica das consequências da atividade solar para as telecomunicações e, de modo mais geral, para a vida na Terra.
- 2) Explique o termo massa coronal e o que são raios cósmicos.
- 3) Explique o efeito da aurora boreal com base na atividade solar.

11 Obviamente, não é tão simples como colocado nesse resumo. Há uma área específica da Astronomia que estuda estrelas, chamada Astrofísica Estelar.

12 O filósofo Emmanuel Kant (1724–1804) usava o termo nebulosas para os universos-ilha, que chamamos hoje de galáxias. Uma galáxia é essencialmente um aglomerado gravitacionalmente ligado de estrelas e seus sistemas, gás e poeira. Hoje, o termo nebulosa se refere à região, de fato gigantesca, onde estrelas nascem. A nebulosa mais próxima da Terra é chamada de Olho de Gato. Para ver diversas fotos de nebulosas, acesse http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery/photogallery-astro-nebula.html (original em inglês). Contudo, de fato Kant tinha razão ao afirmar que as galáxias são universos-ilha, devido às grandes distâncias entre elas.

13 A cor do Sol é alterada do ponto de vista de um observador na Terra.

com cerca de 5 bilhões de anos. Ele leva cerca de 26000 anos para realizar uma revolução em torno do centro galáctico.

Diferentemente do que se pensava até o início do século XX, as estrelas não estão fixas, mas possuem grande velocidade. O Sol, por exemplo, chega a atingir a velocidade de 220 km/s em sua revolução em torno do centro galáctico. Uma característica marcante são suas manchas solares, identificadas por Galileu. Atualmente, sabe-se que tais manchas são de fato devido à atividade do poderoso campo magnético solar e, dependendo do nível de atividade, pode-se verificar a ejeção de massa coronal do Sol, que ejeta raios cósmicos altamente energéticos no espaço. Essa energia é proveniente das colossais reações nucleares em seu interior, consumindo o hidrogênio e formando hélio. Conforme envelhece, mais elementos químicos irão se formar, até a constituição de elementos mais pesados. Seu destino, após os próximos 5 bilhões de anos, o levará ao tamanho de uma estrela gigante vermelha. O Sol irá se expandir até próximo à órbita da Terra, absorvendo Mercúrio e Vênus, desencadeando uma grande explosão que acabará com o sistema solar como é conhecido. O astro irá se tornar uma anã branca, estrela muito mais fria, pequena e de baixo brilho, transformando o outrora sistema solar em uma nuvem densa de gases ejetados e poeira, chamada *nebulosa planetária*, e novos ciclos de “nascimento-morte estelares” surgirão.

6.3.1.1.2 Os planetas telúricos e suas luas

De acordo com a IAU, planetas são corpos com massa suficiente para ter movimento de rotação em torno de si próprios — gerando o formato arredondado com o tempo, mas insuficiente para entrarem em fusão termonuclear, o que geraria uma estrela —, e que orbitam em torno de uma estrela. Os planetas telúricos, ou terrestres, são aqueles que possuem grande formação rochosa como característica fundamental. Na sequência, há: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Mercúrio é o planeta mais próximo ao Sol e, por essa proximidade, apresenta alta temperatura, com variação entre 400° C e -180°C, e menor revolução, completando uma volta em torno do Sol em apenas 2,5 meses terrestres. Apresenta uma superfície árida, como a Lua, e praticamente sem atmosfera, que é varrida constantemente pelos ventos solares.

Vênus é, às vezes, chamada de “irmã gêmea da Terra”, por ambas possuírem massa e tamanho próximos. Porém, por estar em uma órbita mais interna, a primeira tem uma revolução de cerca de 7,2 meses terrestres. No entanto, a comparação somente vai até este ponto, pois ambos os planetas são diametralmente opostos. Vênus possui as temperaturas mais elevadas do sistema solar já verificadas em planetas, podendo chegar a tórridos 460°/480°C, tornando-o inóspito. Essa temperatura é suficiente para derreter, por exemplo, o chumbo, sendo praticamente nula a possibilidade de se encontrar qualquer vida, tal qual na forma como entendemos, em sua superfície. Essa elevada temperatura não é provocada pela proximidade do Sol, mas pelo **intenso efeito estufa** devido às altas concentrações de gases, principalmente dióxido de Carbono (CO₂) e enxofre. As nuvens são tão densas que é provável que os raios solares não atinjam completamente sua superfície.

A Terra é o terceiro planeta a partir do Sol e possui, até o momento, características únicas. É o único que possui água líquida na superfície, um dos elementos fundamentais para a explosão de vida do planeta. A temperatura média de 14°C é amena, bem como a dinâmica atmosférica sensivelmente tranquila quando comparada aos outros planetas e com efeito estufa que contribui para a manutenção desta temperatura. Deve-se lembrar que o efeito estufa é um processo natural e indispensável para manter a temperatura da Terra, sem o qual o planeta seria frio, da ordem de -20°C. Essa “calmaria” aparente parece ser característica necessária para a manutenção da vida. Outra característica interessante é a inclinação axial de aproximadamente 23,5°. Ou seja, a inclinação da Terra em relação ao plano perpendicular à órbita, que é responsável pelas estações do ano, além de distribuir a temperatura de forma homogênea pelo planeta, associada com a rotação. Sobre a atmosfera terrestre: alta concentração de nitrogênio (70%) e oxigênio (20%) e 10% outros gases.

A Terra tem a Lua como seu único satélite natural. As luas, ou satélites naturais, possuem, como regra, muito menos massa que seu planeta, ao qual orbitam. Por exemplo, a Lua apresenta fases devido a sua revolução em relação à Terra e de acordo com seu trânsito pelo Sol¹⁴. Sua proximidade da Terra é da ordem de 385.000 km e gera na massa líquida, oceanos, mares e rios, um efeito gravitacional secundário chamado *efeito de maré*.

O campo magnético terrestre, além de ter influência direta na vida dos animais, exerce também um papel protetor contra os ventos solares e de manutenção da atmosfera. Este campo é formado a partir do movimento do núcleo externo (fluido) essencialmente ferroso (também há quantidades pequenas de níquel e outros elementos), o qual gera toda a atividade geomagnética e sísmica do planeta.

Diferentemente da Terra, Marte, o quarto e último planeta telúrico, praticamente não tem atividade sísmica e possui um campo magnético bastante fraco, incapaz de proteger sua atmosfera dos ventos solares, tornando-a tênue. Possui duas pequenas luas (Fobos e Deimos) e atualmente é um planeta “morto” e frio, com temperaturas na ordem de -40°C, mas com fortes evidências geológicas de que outrora houve água em estado líquido. Esta particularidade leva a crer que poderiam ter havido condições para o desenvolvimento de vida. Nas últimas duas décadas, Marte encontra-se em plena exploração humana, por meio de robôs enviados. Sua topografia e geologia estão em fase de mapeamento. O que até então era ficção científica virou realidade. Já há até mesmo o planejamento de missões tripuladas, possivelmente para 2030.

Você sabia...

Evidências recentes mostram que pode haver água salgada corrente, como uma salmoura, fluindo em Marte, pelo menos no “verão marciano”, que possui temperaturas da ordem de -20°C, como se pode ver em: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-confirms-evidence-that-liquid-water-flows-on-today-s-mars>

14 Para ver uma simulação, acesse o site <http://astro.if.ufrgs.br/moon/lua.htm>.

6.3.1.2 Sistema solar exterior

Essa segunda região é composta pelos grandes planetas gasosos e áreas limítrofes do sistema solar. Após a órbita de Marte, encontra-se o chamado *cinturão de asteroides*, composto essencialmente por inúmeros destes objetos rochosos-metálicos que possuem formas e tamanhos irregulares e estão em uma vasta órbita em torno do Sol. O maior deles, na definição atual, é um planeta-anão chamado *Ceres*, com 950 km de diâmetro, seguido pelos asteroides *Vesta* e *Pallas*. Logo após, estão os imponentes planetas gasosos. Eles recebem esse nome pelo fato de possuírem um núcleo sólido muito pequeno e tênue, se comparado com o próprio diâmetro do planeta. Apresentam, em geral, anéis, sendo que os mais visíveis são os de Saturno.

Compostos de gases em alta rotação, esses planetas geram ventos e tempestades jamais imaginadas na Terra. Júpiter, por exemplo, o maior planeta do sistema solar, com 62 luas, apresenta sua *grande mancha vermelha*, que é um anticiclone¹⁵ colossal, onde caberiam três Terras. Suas luas, particularmente as Galileanas, apresentam interesse astrobiológico. A gélida Europa é a que mais se destaca, por haver evidências que sugerem um enorme oceano por baixo da capa de gelo.

Com suas 53 luas, a “joia” do sistema solar, Saturno, é o planeta de mais baixa densidade, com seu brilhante, longo, porém fino — tem apenas 1,5 km de espessura — anel, formado por poeira e gelo. Maior, porém menos densa que Mercúrio, destaca-se a grande lua Titã. Com seus mares de metano líquido a uma temperatura aproximada de -179°C a -181°C, o satélite possui estações climáticas, assim como na Terra, porém de longa duração, uma vez que Saturno demora quase 30 anos terrestres para dar uma única revolução em torno do Sol. É importante chamar atenção que, além da Terra, somente em Titã foi encontrado um líquido fluído na superfície.

A outra lua de Saturno de interesse astrobiológico é Encélado, que apresenta um vulcanismo de gelo provocado pelo atrito das suas camadas mais internas, possivelmente pelo efeito de maré provocado por Saturno. Encélado possui vulcões que ejetam jatos de gelo por quilômetros no espaço e o calor produzido internamente pode abrigar condições para vida.

Na sequência, estão Urano, com 27 luas, e Netuno, com os ventos mais velozes do sistema solar — atingem mais de 2000 km/h. Netuno apresenta 14 luas. A maior delas é Tritão, que, assim como Encélado, pode abrigar algum tipo de vida pelo seu vulcanismo peculiar. Cabe ressaltar que, além da Terra, somente apresentam vulcanismo as luas Titã, Encélado e Tritão, embora existam hipóteses de que as luas mais massivas de Urano, Titânia e Oberon possam apresentar esse padrão.

Após os planetas gasosos, chega-se à região limítrofe do sistema solar, onde estão os objetos chamados *transneptunianos*. Temos a órbita excêntrica do planeta-anão Plutão¹⁶ e sua lua Caronte. Nessa região, estão o cinturão de Kuiper, disco disperso e a nuvem de Oort. O cinturão de Kuiper, assim como o cinturão de asteroides, possui milhares de pequenos objetos. Na região que compreende o disco disperso, faixa externa ao cinturão de Kuiper, encontra-se o maior objeto deles, o planeta-anão Éres, que até mesmo é maior que Plutão. A região mais externa concebida é da nuvem

15 Anticiclone apresenta orientação descendente em espiral contrária ao sentido do ciclone.

16 A sonda New Horizon chegou a Plutão em julho de 2015 e está atuando ativamente, enviando informações sobre o planeta-anão para a Terra.

esférica de Oort, onde basicamente tem-se corpos gelidos menores e concentrações de metano e amônia. Embora não tenha sido observada diretamente, entende-se que ela possui importância para o entendimento da formação do sistema solar. Esta nuvem define a região mais afastada e o limite da atração gravitacional do Sol. Ela está tão distante que está “apenas” a um quarto da distância em relação à estrela mais próxima do nosso sistema solar, *Alfa Centauri*. Entre os objetos transneptunianos, além de planetas-anões, protoplanetas e corpos menores, temos os cometas.

Os cometas são corpos rochosos semelhantes a asteroides, porém, com origem no sistema solar exterior, advindos de regiões transneptunianas — como o cinturão de Kuiper, disco disperso ou até mesmo a nuvem de Oort (que apresenta baixíssimas temperaturas, próximas ao zero absoluto, imagina-se que seja da ordem de -269°C , com uma capa gelada formada de gelo seco — CO_2). Alguns possuem órbita bem definida dirigida ao sistema solar interior. À medida que se aproximam desta região, sua temperatura aumenta até que o próprio gelo seco comece a derreter, formando a cauda típica que se estende por centenas de quilômetros. O interesse no estudo de cometas vem do fato de que estes objetos foram formados nos momentos primordiais da constituição do sistema solar e podem trazer informações sobre aquele período.

Você sabia...

Diariamente caem toneladas de objetos na Terra!

Faça uma pesquisa sobre astroevidos no Brasil e no mundo, bem como a influência deles no processo de evolução das espécies.

Para saber mais

A página http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas&-cod=_sistemasolarme-teorosoume mostra a diferença entre várias denominações para asteroides que, quando se aproximam e/ou caem na atmosfera da Terra, recebem nomes especiais. A queda de objetos na Terra tem bastante importância de estudo. Cada astroevidos pode dar informações sobre a própria formação do sistema solar, bem como da Terra.

6.4 O ensino de Astronomia: CUIDADOS, MÉTODOS e ATIVIDADES

No curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática foram utilizadas as instalações do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho para as práticas observacionais do céu a olho nu e com telescópio. As metodologias trabalhadas foram diversas, mas o elemento orientador foi a elaboração de situações-problema e sua discussão. Após a desconstrução de conceitos preconcebidos, com má acurácia ou entendidos erroneamente, novos conceitos cientificamente orientados foram apresentados, para serem entendidos coletivamente. Essas atividades práticas tiveram o intuito básico de fortalecer conceitos e fomentar discussões. O simples fato de estar em ambiente aberto foi um adicional motivador para aprendizagem, algo que pode ser repetido nas escolas básicas, sem necessariamente possuir os mesmos aparatos que um centro ou polo astronômico. Aliás, este também foi um dos objetivos dessa ação: mostrar a possibilidade do trabalho da Astronomia sem objetos mais rebuscados.

Para o exercício da observação astronômica, é preciso conhecer alguns conceitos básicos, como esfera celeste, meridianos e pontos cardeais¹⁷. A esfera celeste é uma das mais antigas representações do céu e é usada atualmente tanto na aprendizagem quanto na observação astronômica amadora. Na FIG. 4, temos uma representação de uma esfera celeste com seus elementos orientadores.

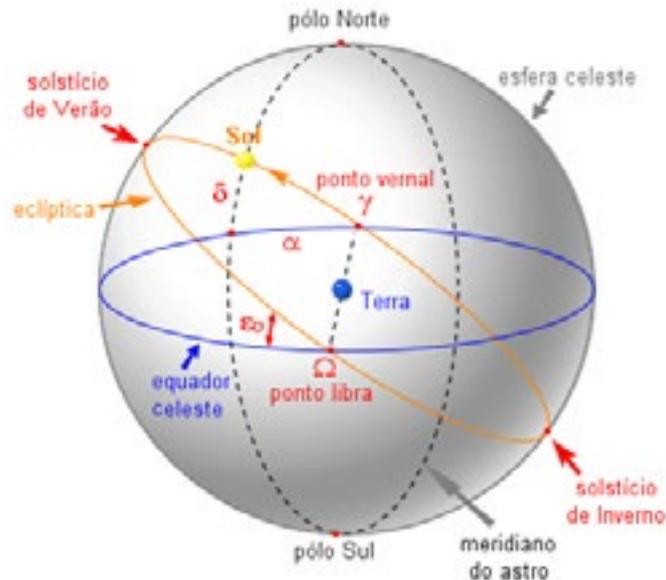


FIGURA 4 — Esfera celeste e seus vários elementos

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ast_esfera.png

Uma das atividades observacionais a olho nu é o registro do movimento dos astros, como a Lua, na esfera celeste. Um material bastante útil é o *Stellarium*. Esse *software* é de distribuição livre e pode auxiliar na localização de objetos astronômicos, principalmente a partir de observação da noite a olho nu.

Temos dois exemplos a citar de atividades com relógios. O primeiro visa fazer a medição do tempo com base na sombra projetada do observador pelo Sol. Uma escala de correção do tempo, placa ao fundo com um gráfico, é usada para levar em consideração a diferença da posição de Foz do Iguaçu no meridiano em relação à Brasília, que determina o horário oficial brasileiro sendo a capital do país. Essa escala é conhecida como *correção da equação do tempo*. Consiste basicamente organizado em uma elipse dividida por uma linha central, conforme mostra a FIG. 5, onde encontramos graduações que indicam os nomes dos meses. Na elipse, também encontramos as horas do dia distribuídas em toda sua trajetória.

¹⁷ Uma discussão mais detalhada pode ser encontrada em: <http://astro.if.ufrgs.br/http://astro.if.ufrgs.br/>.



FIGURA 5 — Relógio de sol do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho
Fonte: CAPISTRANO, Abraão (2017).

O segundo relógio é basicamente um *gnomon*, formado por uma grande pedra central envolvida por um círculo de pedras, conforme mostrado na FIG. 6. Note que há marcações orientadoras, os raios no círculo, visando facilitar a marcação do tempo. Esse instrumento também auxiliava os antigos guaranis para a marcação das estações do ano e o tempo de colheita ou plantio.



FIGURA 6 — Relógio de sol do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho
Fonte: CAPISTRANO, Abraão (2017).

A FIG. 7 mostra uma representação — existente no Polo Astronômico — de constelações da cosmologia guarani com diferentes formas. Ressalta-se o visto nas seções anteriores: o céu é o mesmo, mas a impressão sobre ele na cultura e pensamento das pessoas era diferente.



FIGURA 7 — Exemplo de representação de constelações na cosmologia guarani do Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho. Na figura acima, tem-se, na ordem, a constelação da Anta, da Ema e do Homem Velho
Fonte: CAPISTRANO, Abraão (2017).

Ao se usar materiais como telescópios, lunetas e binóculos, deve-se ter certo cuidado para evitar quedas dos aparelhos ou tocar suas lentes. Antes da observação, é interessante aguardar um certo tempo para a acomodação dos olhos em relação à luminosidade do ambiente. No caso de observação noturna, evitar ambientes muito claros, devido ao efeito da poluição luminosa, que dificultará a visualização. Para observações usando telescópios, é importante atentar para as especificações de tamanho focal, tubo, e tamanho de objetivas¹⁸. Observações do Sol a olho nu devem ser evitadas. Sem a devida proteção, pode causar lesões oftalmológicas graves.

¹⁸ Algumas orientações interessantes podem ser obtidas em: <http://planetario.ufsc.br/primeiro/>.

Referências

BRASIL. Governo do Paraná. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica - Ciências*, 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_cien.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2015.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora Unijuí, 2000. 434 p.

COSMOS: A Spacetime Odyssey. Direção: Brannon Braga; Bill Pope; Ann Druyan. EUA: Cosmos Studios de Druyan; Fuzzy Door Productions de MacFarlane, 2014. 13 episódios (572 min.), 1080i (HDTV), color., legendado.

GUEDES, Leandro L. S. Assim na Terra como no Céu. *Astronomia.blog.br*, 09 dez. 2012. Disponível em: <<http://astronomia.blog.br/assim-na-terra-como-no-ceu>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

MEDEIROS, Adelmo. Eratóstenes e a circunferência da Terra. *Adelmomedeiros.com*, 2012. Disponível em: <<http://adelmomedeiros.com/eratostenes.htm> <http://adelmomedeiros.com/eratostenes.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

7. Introdução à pesquisa em ensino de Ciências e Matemática

KELLY D. SOSSMEIER

Professora da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Doutora (2010) e Mestre (2006) em Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Tem experiência na área de Física da Matéria Condensada, com ênfase em Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas. Atua como pesquisadora e formadora no curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática para Séries Finais – 6º ao 9º ano, dedicando-se à formação continuada dos professores da rede pública de Ensino Básico.

7.1 INTRODUÇÃO

Esta disciplina marcou uma nova etapa do curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática. Com ela, deu-se início ao segundo módulo didático, destinado ao estudo das metodologias voltadas ao ensino destas duas áreas, fundamentos didáticos e elaboração de projetos.

Na disciplina, foi visto como teve início a preocupação com o ensino de Ciências e Matemática no Brasil, diante do cenário nacional e estrangeiro e como surgiram, a partir desta preocupação, educadores e investigadores dedicados a estudos na área. Na sequência, falou-se sobre as principais linhas e abordagens metodológicas. Ao final, estudou-se um pouco sobre o reconhecimento desta área na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e sobre alguns eventos, publicações e sociedades relevantes.

7.2 A pesquisa em ensino de Ciências e Matemática no Brasil

Existe hoje no Brasil uma nova comunidade acadêmica — a dos educadores em ciência — uma área de fronteira entre educação e ciência, que se preocupa prioritariamente com o significado das disciplinas científicas no currículo. Este campo de conhecimento em formação está hoje apoiado em associações de classe, publicações periódicas e cursos de formação de profissionais, em nível de graduação e pós-graduação (KRASILCHIK, 1987, p. 14-15).

A pesquisa em educação no Brasil é algo recente, fato que pode estar relacionado com uma prática recorrente no país, a de “importar” modelos educacionais de outros países, o que contribuiu para que o assunto demorasse a despertar o interesse da comunidade científica por aqui. Pode-se referir à década de 50 como sendo o ponto inicial para que o ensino de Ciências passasse a ser considerado importante e somente depois deste fato é que surge a necessidade do desenvolvimento de pesquisas voltadas à área. Estas mudanças nos objetivos educacionais são atribuídas às transformações nos campos da política e da economia, seja no cenário nacional, seja no internacional. No Brasil, pode-se mencionar a criação, em 1946, do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) como fator importante na renovação do ensino de Ciências e Matemática (DA ROSA, 2012).

A Guerra Fria, nos anos 60, foi um marco para o reconhecimento de que o ensino de Ciências nas escolas era essencial para a capacitação de recursos humanos capazes de fazer com que as nações envolvidas se destacassem. Surge, a partir deste reconhecimento, uma grande investida neste sentido em todo o mundo. Inicialmente, tanto no Brasil quanto em outros países, esta iniciativa estava associada apenas a uma pequena parte da comunidade educacional, considerada elite, mas, com o tempo e com as transformações políticas, o ensino de Ciências passou a ser tido como importante para toda a sociedade. Nesta década, no Brasil, destacam-se a Lei nº 4.024/61, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, que ampliou a participação das disciplinas da área no currículo escolar, e a criação, entre 1963 e 1965, de seis centros de ciências pelo Ministério da Educação. Outra mudança significativa nos paradigmas educacionais brasileiros, ainda na década de 60, ocorreu durante a ditadura militar (1964–1985), quando o papel da escola passa a ser relacionado com a formação do trabalhador, considerado então peça importante para o desenvolvimento econômico do país.

Ainda referente ao Brasil, a preocupação que justificou uma inserção maior de assuntos voltados ao ensino dessa área do conhecimento estava relacionada à necessidade de desenvolver a Ciência e a tecnologia nacionais para tornar o processo de industrialização menos dependente. Estas mudanças estão claras nas reformas promovidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 5.692 de 1971, que fez, entre outras, uma readequação no ensino de Ciências, dando-lhe caráter profissionalizante. Importante registrar que isto afeta, em especial, as escolas públicas pois não havia, nesta época, uma base curricular comum para todas as instituições. A existência desta base curricular comum a todos os estabelecimentos surge em 1996, com a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 9.394/96. Nesta, estabelece-se que a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. Na década de 80, marcada por grandes avanços tecnológicos, passa-se a assumir a necessidade de que o ensino de Ciências esteja voltado para estes avanços. Ciência e tecnologia passam a ser indissociáveis e a preocupação fica centrada nas possibilidades, boas e ruins, que os avanços tecnológicos trazem para a sociedade (FENSHAM, 2004; CARVALHO, 1994; KRASILCHIK, 2000).

As modificações pelas quais o ensino de Ciências passou vieram, em sua maioria, na forma de imposição curricular, sem que necessariamente se pensasse na evolução didática ou mesmo na disponibilidade de recursos, humanos e materiais, para que estes objetivos fossem alcançados. Desta observação, veio a crescente preocupação e necessidade de pesquisas relacionadas ao setor. Já na década de 60, o Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências (IBECC) promovia estudos voltados para a produção de material didático pensando no ensino experimental. O Ministério da Educação, juntamente a fundações internacionais e estaduais, passou a incentivar, por meio de programas, a renovação do ensino da disciplina. Entre as décadas de 60 e 70, desenvolveram-se as primeiras investigações na área da educação em Ciências e Matemática, em centros como a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec/Ibeec), Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Sociedade Brasileira de Física (SBF) e Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Na sequência, surgiram grupos de professores nas universidades que passaram a trabalhar com foco na preparação de materiais e a realizar pesquisas neste sentido. Surgiram também programas de pós-graduação com linhas voltadas à área. Hoje, a maior parte dos estudos voltados ao tema ocorre nas universidades, em especial ligados a programas de pós-graduação.

7.3 Pesquisa em ensino de Ciências: PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA E SUAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS

Com a organização de grupos de pesquisa e com a criação de programas de pós-graduação voltados para o ensino de Ciências e Matemática, surge um relevante número de trabalhos na área. Passa-se agora à descrição da forma como essas pesquisas estão estruturadas, à análise de algumas das principais linhas na área e à exposição das abordagens metodológicas mais recorrentes.

Em relação às abordagens usadas pelos pesquisadores da área, pode-se verificar duas linhas metodológicas distintas: as que trazem os critérios das Ciências Naturais e Exatas e as que retomam as usadas nas Ciências Sociais (FENSHAM, 2004). No primeiro caso, dá-se ênfase às observações que podem ser quantificadas e adequadas para tratamentos estatísticos; no segundo, dá-se ênfase às informações holísticas e qualitativas fazendo-se abordagens interpretativas. De modo geral, as pesquisas tenderão a seguir metodologias quantitativas ou qualitativas, ou mesmo uma mistura de ambas.

7.3.1 A pesquisa qualitativa Na pesquisa qualitativa, busca-se entender as respostas e reações dos sujeitos diante de uma realidade que se constrói socialmente. Nela, enfatiza-se a sua realidade e seu cotidiano, não havendo manipulação de variáveis nem tratamento experimental. As interações sociais são a base de construção das interpretações (ANDRÉ, 1998). Pode-se dizer que este é um tipo de investigação interpretativa, que busca descobrir como as escolhas e ações de todos os atores do ambiente educacional constituem o ambiente de aprendizagem.

No que tange a pesquisa qualitativa, pode-se citar três metodologias que estão mais frequentemente presentes quando se trata do ensino de Ciências: a pesquisa documental, o estudo de caso e a pesquisa-ação.

A pesquisa documental consiste na realização de uma investigação com base em documentos disponíveis sobre a temática que se deseja elucidar. Por vezes, a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica são confundidas, pois ambas têm o documento como objeto de investigação. No entanto, as duas podem ser diferenciadas pelo conceito de documento a ser utilizado. Na documental, usam-se, além de textos escritos e/ou impressos, documentos como filmes, vídeos, *slides*, fotografias, objetos, etc.

O estudo de caso é um termo genérico para a pesquisa sobre um fenômeno de um indivíduo ou de um grupo de indivíduos, de acordo com Sturman (1988). No caso específico do ensino de Ciências, aplica-se com frequência a uma determinada unidade, que pode ser uma escola, uma sala de aula, um professor ou um aluno, mas pode também ser executado simultaneamente em um conjunto de unidades. Visa à investigação de um caso específico, que deve ser bem delimitado e contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar um levantamento detalhado de dados e informações (CHIZZOTTI, 2006). As principais dificuldades relacionadas a esta metodologia estão na generalização dos resultados obtidos. Uma vez que a unidade observada tem características bastante particulares e com muitas variáveis não controladas, os resultados podem ser equivocados quando aplicados a uma unidade

distinta. Assim, para que a pesquisa seja de interesse da comunidade científica, é necessária uma profunda análise das inter-relações e interdependências entre diferentes unidades para que se possam destacar os padrões que dela emergem (MOREIRA, 1999).

A pesquisa-ação tem como objetivo solucionar problemas por meio de ações definidas por investigadores e sujeitos envolvidos com a situação sob análise. Constitui-se em um levantamento social com embasamento empírico, tendo estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e os participantes diretamente envolvidos com o problema trabalham de forma cooperativa (THIOLLENT, 1986).

7.3.2 A pesquisa quantitativa

A pesquisa quantitativa traz uma análise de dados por meio de métodos estatísticos. Este é um método mais objetivo, no qual não cabem interpretações pessoais nem interferência ou participação do investigador. No caso do ensino de Ciências e Matemática, geralmente estas pesquisas se dão por meio de estudos experimentais ou que envolvam medições objetivas e análises estatísticas de dados. Kerlinger (1980) descreve um “experimento” deixando claro este caráter qualitativo:

Um experimento é uma pesquisa onde se manipulam uma ou mais variáveis independentes e os sujeitos são designados aleatoriamente a grupos experimentais (KERLINGER, 1980, p. 94).

Importante ressaltar que tanto a abordagem qualitativa quanto a quantitativa são passíveis de crítica na área de educação. Alguns pesquisadores criticam a segunda, afirmando que simplesmente aplica na educação as metodologias trazidas da Ciência, carecendo de humanidade. Ainda, diz-se que a objetividade e neutralidade pretendidas por este tipo de estudo são falhas, pois a coleta de dados, quando envolve humanos, acaba gerando uma interferência. Por outro lado, também há críticas à primeira abordagem, pois diz-se que esta, por estar marcada pela participação do estudioso e considerar todos os aspectos culturais e sociais ao qual a unidade de estudo está sujeita, acaba resultando em uma investigação que não tem reprodutibilidade. Críticas e descontentamentos à parte, pode-se dizer que ambas:

[...] subscrevem diferentes paradigmas, diferentes visões de mundo, que levam a diferentes maneiras de ver os fenômenos educacionais, de selecionar objetos e eventos para estudar esses fenômenos, de formular questões, de fazer registros, de transformar registros em dados e de analisar dados. Naturalmente, isso leva a diferentes asserções de conhecimento sobre as quais são feitos diferentes tipos de asserções de valor (MOREIRA, 1999, p. 19).

7.3.3 PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA em ensino DE Ciências

O trabalho de Feres (2010) mostra que identificar as principais linhas de pesquisa em ensino de Ciências no Brasil não é tarefa fácil. Em um levantamento de informações, a autora identifica 210 diferentes linhas de pesquisa nos programas de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Sendo difícil a tarefa de identificar as principais linhas de pesquisa, pode-se fazer uma tentativa de mostrar como tem se delineados os principais temas abordados pelas pesquisas da área. Feres apresenta um quadro com estes principais temas, aqui complementado com observações de trabalhos publicados nos últimos anos, mas sem a pretensão de ser exato.

QUADRO 1
Principais temas de pesquisa na área de ensino de Ciências

Principais temas de pesquisa na área de ensino de Ciências
Ensino e aprendizagem
Currículos para o ensino de Ciências
Formação inicial e continuada de professores
Tecnologias, recursos e materiais didáticos
Avaliação da aprendizagem
História e Filosofia das Ciências

Fonte: A autora (2017).

7.3.4 O ensino DE Ciências e Matemática como área de pesquisa

A área de pesquisa em ensino de Ciências teve seu reconhecimento no Brasil a partir da implantação dos cursos de pós-graduação. Pode-se citar como pioneiros os voltados ao ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS) e da Universidade de São Paulo (USP) e, em 1974, a criação de um programa de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Até 2000, no Brasil, a área Ensino de Ciências e Matemática estava associada à de pesquisa em Educação ou às de Ensino de Física, de Química ou de Biologia. Na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), naquele ano, foi institucionalizada a área de pesquisa 46: de Ensino de Ciências e Matemática. Conforme relatório trienal de avaliação da CAPES, esta teve início com sete programas de pós-graduação e avançou consideravelmente até 2010, congregando neste ano 60 programas e 78 cursos.

Como marco histórico de criação da área 46, cita-se a implantação do curso de mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, desenvolvido conjuntamente pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e a apreciação da proposta de mestrado em Ensino de Ciências

e Matemática da Universidade Federal do Pará (UFPA). Entre cursos de mestrado e doutorado acadêmicos na área, destacam-se também os mestrados profissionais, que caracterizam uma experiência inédita no país.

Em 2011, houve uma mudança introduzida pela CAPES na pós-graduação. A área 46 deixou de existir e criou-se a área de Ensino. A proposta de reestruturação foi feita com a justificativa de ampliá-la e formatá-la, de forma a abarcar outros programas que não tinham afinidade com o ensino de Ciências e Matemática, como, por exemplo, a de ensino de Saúde.

7.3.5 EVENTOS, PUBLICAÇÕES E ASSOCIAÇÕES DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Com o avanço e consolidação da área dedicada ao ensino de Ciências e Matemática, foram criadas associações de caráter científico e educacional que congregam pesquisadores nacionais e internacionais. Além das associações, há também revistas e jornais dedicados ao tema e eventos importantes para esta comunidade científica. Nas tabelas abaixo apontam-se alguns deles.

TABELA 1
Associações da área de ensino de Ciências e Matemática

Algumas associações que congregam pesquisadores da área de ensino de Ciências e Matemática	Sigla	Ano de fundação
Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	ABRAPEC	1997
Sociedade Brasileira de Educação Matemática	SBEM	1988
Sociedade Brasileira de Matemática	SBM	1969
Sociedade Brasileira de Física	SBF	1966
Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia	SBEEnBio	1997
Sociedade Brasileira de Química	SBQ	1977

Fonte: A autora (2017).

TABELA 2
Eventos da área de ensino de Ciências e Matemática

Alguns eventos importantes da área	Sigla	Abrangência
Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	ENPEC	Nacional
Conferencia Interamericana de Educación Matemática	CIAEM	Internacional
Simpósio Nacional de Ensino de Física	SNEF	Nacional
Encontro Nacional de Ensino de Biologia	ENEEnBio	Nacional

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física	ENPEF	Nacional
International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications	ICTMA	Internacional
International Congress on Mathematical Education	ICME	Internacional
Encontro Nacional de Ensino de Química	ENEQ	Nacional
Simpósio Brasileiro de Educação Química	SIMPEQUI	Nacional

Fonte: A autora (2017).

TABELA 3
Periódicos da área de ensino de Ciências e Matemática

Alguns periódicos da área	Link para acesso
Ciência & Educação	www.fc.unesp.br/#!/ciedu
Cultural Studies of Science Education	link.springer.com/journal/11422
Enseñanza de las Ciencias	ensciencias.uab.es
Revista Brasileira de Ensino de Física	www.sbfisica.org.br/rbef
Revista de Educación de las Ciencias	www.oei.es/n3915.htm
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	revistas.if.usp.br/rbpec
Cadernos de Pesquisa	www.pppg.ufma.br/cadernosdepesquisa/
Bolema: Boletim de Educação Matemática	www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema
Investigações em Ensino de Ciências	www.if.ufrgs.br/ienci
Educación Química	www.journals.elsevier.com/educacion-quimica
Ciência & Ensino	prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino
Educação Matemática Pesquisa	revistas.pucsp.br/emp
Zetetike: Revista de Educação Matemática	https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/index.php/zetetike
Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	www.oei.es/ar51.htm

Fonte: A autora (2017).

No portal de periódicos CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) você pode ter acesso a várias publicações. Neste site, você poderá fazer uma busca por assunto, por periódico, em livros ou por base de dados. Navegue pelo site e descubra suas possibilidades!

Para saber a qualificação de um periódico pela CAPES, acesse:

<http://qualis.capes.gov.br>

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. E. D. A. *Etnografia da prática escolar*. 2. ed. São Paulo: Papirus Editora, 1998.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf?sequence=3>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

_____. *Lei nº 5.692/71 de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências*. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legislacao/publicacoes/republica>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

CARVALHO, J. P. Avaliação e perspectivas da área de ensino de Matemática no Brasil. *Em Aberto*, Brasília, ano 14, n. 62, p. 74-88, abr./jun. 1994.

CHIZZOTTI, A. *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. Petrópolis: Vozes, 2006. 144 p.

DA ROSA, Cleci W.; DA ROSA, Álvaro B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação*, v. 58, n. 2, p. 1-24, 2012.

FENSHAM, P. J. *Defining an identity: the evolution of Science Education as a field of research*. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 2004. 249 p.

FERES, G. G. *A pós-graduação em ensino de ciências no Brasil: uma leitura a partir da teoria de Bourdieu*. 2010. 337 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

KERLINGER, F. N. *Metodologia da pesquisa em ciências sociais*. São Paulo: EPU, 1980.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das Ciências*. São Paulo: EPU, 1987. 96 p.

_____. *Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências*. São Paulo Perspec., São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

MOREIRA, M. A. *Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos*. Texto de Apoio n. 19 do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha, em convênio com a UFRGS, 2003. Publicado em Actas del PIDECA, 1:05-38, 1999.

STURMAN, A. Case study methods. In: KEEVES, J. P. (Ed). *Educational research, methodology, and measurement: an international handbook*. Oxford: Pergamon Press, 1988. p. 61-66.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986.

8. Fundamentos da Didática das Ciências e da Matemática

RODRIGO BLOOT

Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Possui graduação em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2005) e mestrado em Matemática Aplicada pela mesma instituição (2008). Doutorado em Matemática Aplicada pela UNICAMP (2012).

8.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão discutidos alguns tópicos relacionados à Didática e sua aplicação em turmas de 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental. Tendo em vista que técnicas funcionais para a transmissão do conhecimento em Matemática e Ciências mostram-se cada vez mais necessárias, o objetivo do presente texto é discutir alguns tópicos relacionados a este tema. Não se tem como objetivo discutir os aspectos mais técnicos da Didática, uma vez que estes podem ser encontrados em livros de Pedagogia e, sem dúvida, a transmissão do conhecimento científico e matemático tem se mostrado uma tarefa árdua.

Primeiramente, faz-se necessária a descrição de um pequeno panorama histórico para a compreensão das motivações e dificuldades que ocorrem em sala de aula e de como o desenvolvimento de técnicas didáticas são importantes para o ensino. A Matemática existe há aproximadamente 4000 anos. Trata-se de uma disciplina fundamental para a compreensão e descrição de fenômenos que ocorrem na natureza. Os antigos povos egípcios e babilônios utilizavam-na para construção de templos e no comércio, sendo esta, na sua origem, uma disciplina que estava somente ao alcance das classes mais abastadas, realidade que pouco mudou durante os séculos seguintes.

A Matemática como se conhece atualmente teve sua origem na Grécia antiga. Os gregos elevaram o *status* desta ciência para outro nível, introduzindo o método lógico-dedutivo. Além disso, destacaram-se fortemente em Geometria, podendo-se atribuir o início do Cálculo Integral a Arquimedes e a Eudoxo. No entanto, de maneira similar ao que ocorreu nas sociedades antigas do Nilo e do Eufrates, a Matemática grega permaneceu sob o controle da aristocracia, única classe a ser educada neste tópico. Como a sociedade grega era escravista, uma parcela significativa dos habitantes de seu território desconhecia o que era esta Ciência, e até a escrita. O mesmo ocorreu em relação aos romanos, assim como na Idade Média.

Na Idade Média, uma situação peculiar na Europa é que grande parte dos conhecimentos dos gregos antigos estava em poder da Igreja Católica e, eventualmente, pessoas de classes menos abastadas podiam ter acesso a estas ideias somente ao se tornar um de seus membros. Do ponto de vista educacional, isto significa que durante séculos não foi exigido nenhum tipo de estratégia para o ensino desta disciplina para contingentes populacionais numerosos, sendo que apenas um grupo seletivo e com vocação era treinado pelos instrutores de cada época.

Este fato não ocorreu somente com a Matemática, estendendo-se também para as Ciências que surgiam com a revolução científica liderada por Galileu Galilei, Isaac Newton e outros. Historicamente, de acordo com Tavares (2011), a Didática possui suas origens no século XVII, com Jan Amos Komensky (1592 - 1670), por meio de um Tratado da Arte Universal de Ensinar Tudo a Todos. No entanto, apenas após a Revolução Francesa e com a carta fundamental dos direitos do homem, as sociedades europeias

buscaram formas metodológicas para a transmissão de conhecimento para as massas.

No presente texto vamos fazer uma discussão não rigorosa a respeito de tópicos relacionados com Fundamentos da Didática mantendo a linha sugerida de propor novas ideias explorando o material já consolidado na literatura.

8.2 Um exemplo com importância histórica

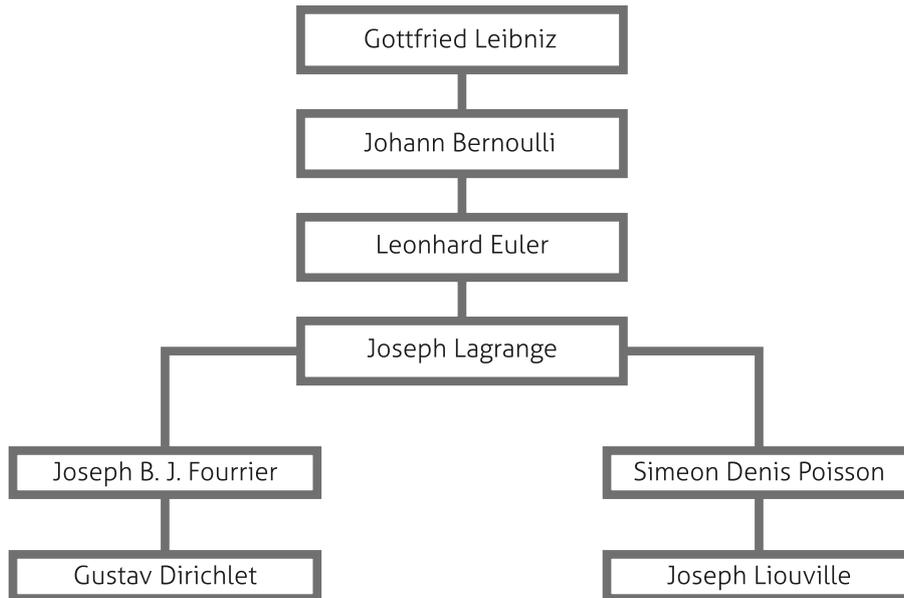
O ensino acompanha o desenvolvimento da civilização. Porém, como já exposto na introdução, durante séculos boa parte da humanidade esteve fora do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, este já existia. Ou seja, o conhecimento, desde o início da humanidade, já era de algum modo transmitido a gerações seguintes. Com o advento da escrita, tornou-se mais sofisticado, uma vez que o conhecimento passou a ser registrado e não somente transmitido oralmente, como ocorria na era primitiva.

Na Grécia antiga, os membros da aristocracia recebiam instrução de orientadores — prática mantida na Idade Média. Uma história curiosa sobre os avanços científicos é que a propriedade de ideias e formas de se transmitir o conhecimento pode ser relacionada com as raízes do Cálculo Diferencial Integral. A forma primitiva do cálculo foi primeiramente desenvolvida na Grécia antiga, nos trabalhos de Arquimedes (287 a.C.–212 a.C.) com seu método da exaustão desenvolvido para o cálculo de áreas e volumes de formas geométricas não triviais. Nos trabalhos de Boyer (1996), Courant e Robbins (2000) e Cajori (2007), o leitor encontra uma ampla descrição da evolução dos Métodos Matemáticos e seus protagonistas. Apesar de a versão primitiva do Cálculo ter tido início na Antiguidade, sua maturidade foi consolidada somente após a revolução científica iniciada por Galileu.

A invenção do Cálculo é simploriamente atribuída a dois homens: o inglês Isaac Newton (1642–1727) e o germânico Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716). Na época, ocorreu uma grande controvérsia sobre qual dos dois realmente era o inventor. Newton acusou Leibniz de plágio e ocorreu um intenso embate, resultando em o segundo derrotado, terminando sua vida no ostracismo e desacreditado. Newton, vencedor da controvérsia, encerrou a vida gozando do *status* de Grande Gênio da Humanidade, título merecido em virtude de suas contribuições em vários ramos da Matemática e da Física. No entanto, o interesse deste texto não está focado na controvérsia, mas principalmente na particularidade de que o Cálculo ensinado atualmente nas universidades é a versão criada por Leibniz e não a desenvolvida por Newton. Uma explicação para isso está no fato de que Leibniz orientou uma nova geração de estudantes, que foram capazes de absorver e levar suas ideias além, ao contrário de Newton, que não conseguiu consolidar uma nova geração de cientistas com capacidade e competência para levar suas ideias sobre o Cálculo a outras gerações.

Abaixo, representada na FIG. 1, segue uma árvore genealógica acadêmica resumida dos discípulos do pesquisador alemão. É muito interessante observar como as gerações de cientistas treinados pela escola de Leibniz conseguiram desenvolver

o Cálculo Diferencial e Integral e estender suas aplicações para outras áreas do conhecimento, como a Física. Evidentemente, a competência científica deles era inegável. No entanto, o comprometimento de Leibniz e de seus seguidores com a transmissão dos conhecimentos de Cálculo foi responsável pelo sucesso desta área da Matemática, sendo fundamental para o êxito da civilização ocidental nos campos militar, econômico e tecnológico. O resultado é que a família Leibniz, tanto Gottfried como seu pai, Friedrich, criou uma linha de transmissão de conhecimentos que resultou em discípulos notáveis como Fourier, da linha de Gottfried, e Gauss, da linha de Friedrich, este último sendo conhecido como o “Príncipe dos Matemáticos”.



Este exemplo tem, neste texto, um papel fundamental de motivação, uma vez que a preocupação de criar uma nova geração de pessoas com capacidade de entender e criar novos conhecimentos mostrou-se fundamental para o desenvolvimento de uma grande quantidade de áreas do saber, levando a humanidade a níveis tecnológicos nunca sequer sonhados. Mas o conhecimento científico precisa sofrer certas modificações, se houver o propósito de repassá-lo a outras gerações. Este será o tema discutido a seguir.

8.3 Transposição Didática e um Exemplo Ilustrativo

A transposição didática é a maneira pela qual determinada proposta didática é colocada em prática. Consiste em realizar modificações em um determinado assunto, de forma a torná-lo um objeto de ensino. A história contada na seção anterior deixa claro o quão difícil pode ser o ato de modificar conceitos e torná-los acessíveis às massas. Essa mesma dificuldade se estende às demais áreas da Ciência.

O termo transposição didática foi formulado por Michel Verret, sendo que Yves Chevallard insere este tema num contexto mais específico relacionado com didática da Matemática. O conhecimento de referência a ser modificado, ou transposto, é chamado saber sábio e representa as ideias originais de seus autores, enquanto que a transposição didática consiste em modificar este conhecimento com o propósito de que se torne um objeto a ser ensinado. O exemplo apresentado sobre a forma como o Cálculo foi sofrendo modificações até os dias atuais mostra como o processo de transposição do conhecimento científico para conhecimento escolar pode ser um processo longo. Observe que algumas escolas ensinam Cálculo no Ensino Médio, sendo este evidentemente muito diferente daquele estudado nos primeiros anos dos cursos superiores de Ciências Exatas, sendo também diferente do estudado em cursos avançados de Matemática e Física. Na prática, o conhecimento científico é transposto para o conhecimento a ser ensinado, e este, por fim, é transposto para o conhecimento que realmente é ensinado e que ocorre em sala de aula. De acordo com Chevallard (1985), o conhecimento ensinado não deve diferir das ideias científicas originais, mas também não deve ser uma mera simplificação destes conhecimentos. O saber a ser ensinado, ao ser transposto, adquire uma forma própria. Para uma maior quantidade de detalhes recomenda-se a leitura de Chevallard (1985).

Um bom exemplo de transposição didática é possível de ser explorado no caso da Geometria Analítica. No Ensino Médio, o conteúdo desta disciplina é abordado por meio de equações escalares. No entanto, o tratamento vetorial da Geometria Analítica é uma ferramenta bastante útil e em geral explorada somente em cursos superiores. Suponha que se tenha interesse de explorar vetores no Ensino Fundamental e usá-los para estudar Geometria Analítica, quais conceitos seriam usados? Qual seria uma boa forma de selecionar conteúdos e conceitos a serem transmitidos? É possível estabelecer o seguinte roteiro:



FIGURA 2 — Exemplo de transposição didática tratamento vetorial de Geometria Analítica no Ensino Médio, dada na forma de roteiro de conceitos a ser explorados

Fonte: O autor (2017).

O plano cartesiano pode ser introduzido por meio de um quadro quadriculado em que estas subdivisões possuem a mesma área e cada vértice delas representa coordenadas (FIG. 3). Um vértice específico é usado como origem do plano cartesiano. O interessante deste procedimento é que é possível fazer uso de papel milimetrado. O roteiro desta primeira etapa será o seguinte:

1. Determinar a origem do plano cartesiano.
2. Determinar coordenadas no plano a partir da origem.
3. Visualizar figuras planas em termos de coordenadas.

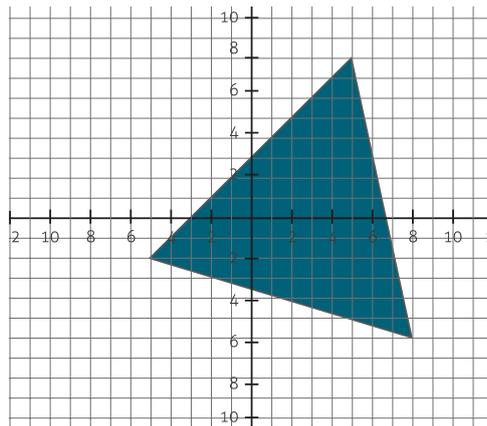


FIGURA 3 — Plano cartesiano a ser introduzido, e a representação de figuras planas em termos de coordenadas

Fonte: O autor (2017).

Uma vez introduzido o plano cartesiano, o professor explora os conceitos de coordenadas. Inicialmente, por meio de pontos no plano. Em um momento mais adequado, pelo uso de figuras geométricas planas. Com este sistema de coordenadas, os alunos têm a possibilidade de, por exemplo, visualizar figuras que haviam sido estudadas na Geometria Plana. Além disso, estes exemplos de característica geométrica seriam usados para determinar as áreas destas figuras de forma exata, pela fórmula conhecida, e de forma aproximada, pela soma das áreas dos quadrados.

Depois de introduzido e explorado o plano cartesiano, é possível introduzir o conceito de vetor. Como o interesse é utilizar estes vetores em uma turma de Ensino Fundamental, a definição terá de ser usada de forma objetiva, desconsiderando ideias como classes de equipolência. Os vetores podem ser introduzidos empregando o conceito de flecha, que representa um segmento orientado provido de direção, sentido e comprimento. O roteiro desta segunda etapa segue da seguinte forma:

1. Usando o plano cartesiano, o professor pode propor problemas nos quais o estudante precisa deslocar um ponto seguindo certas trajetórias.
2. Após propor esta atividade, sugerir aos alunos formas de marcar a trajetória proposta, usando, para isto, flechas.
3. Propor discussões que estimulem os alunos a explorar conceitos de direção e sentido. Para isso, as flechas apontadas no passo anterior serão úteis.
4. Usando as flechas, sugerir a seguinte atividade: pedir para os alunos fazerem uma trajetória de **(a, b)** até **(e, f)** passando por **(d, e)**. Logo após, propor que façam uma trajetória de **(a, b)** até **(e, f)** diretamente.

5. Por meio destes procedimentos, faz-se uma introdução a Álgebra Vetorial de forma acessível e prática aos alunos do Ensino Fundamental.

A seguir, são apresentadas as ilustrações de como desenvolver o procedimento. Para tanto, foi utilizada uma folha de papel sulfite, onde se estabeleceu um sistema cartesiano usando 10 x 10 quadrados de 1 cm de lado cada, colocados lado a lado e estabelecendo a origem do sistema de acordo com as figuras. A FIG. 4 ilustra como é possível usar grãos de milho para desenvolver uma atividade com os alunos que envolva uma forma de entender as coordenadas retangulares. O grão da figura corresponde ao ponto **P** de coordenadas **(2, 3)**. Uma série de atividades podem ser propostas com o objetivo de fixar as ideias de localização em conjunto com figuras planas. Após consolidado este tópico, é possível introduzir os conceitos de vetores usando exercícios similares.

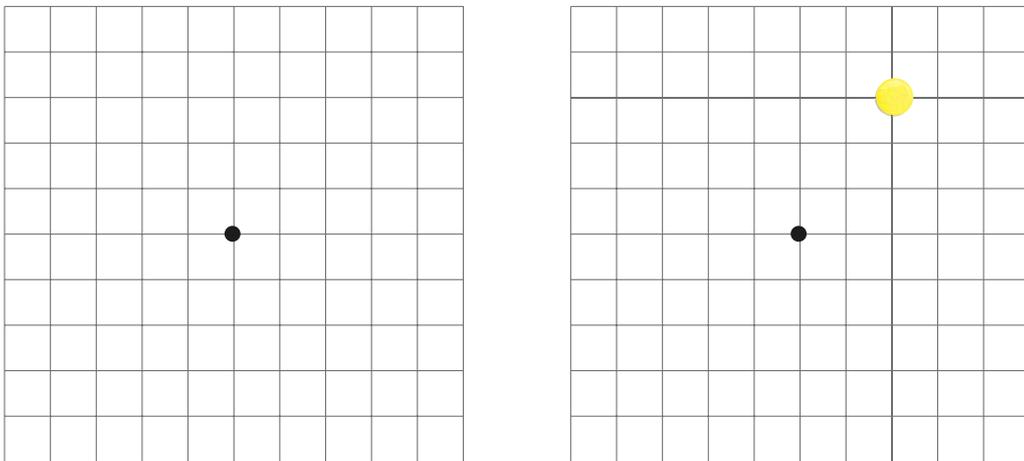


FIGURA 4 — Imagem do plano cartesiano a ser usado com uma origem bem definida

Fonte: O autor (2017).

Na FIG. 5, está ilustrado como introduzir o conceito de vetor e como diferenciá-lo da representação de um ponto. Isto é feito por meio da introdução de segmentos orientados, que podem representar a posição de uma dada partícula no plano cartesiano. A posição **(2, 3)** seria associada a um vetor ***x***, enquanto que a posição **(4, 1)** representada por um vetor ***y*** e a variação da posição do grão de milho estaria representada por um vetor ***z***. O professor exploraria estas ideias simples para introduzir o conceito de Álgebra Vetorial aos alunos.

Ainda, usando o tabuleiro e o grão, é possível avaliar que $x + z = y$ e, desta forma, que $x = y - z$. Evidentemente, o professor terá de dedicar horas de aula para explorar tais tópicos de maneira que os alunos possam tratar abstratamente estes conceitos. Regras como a do paralelogramo e paralelismo também podem ser exploradas e trabalhadas com os alunos usando este procedimento.

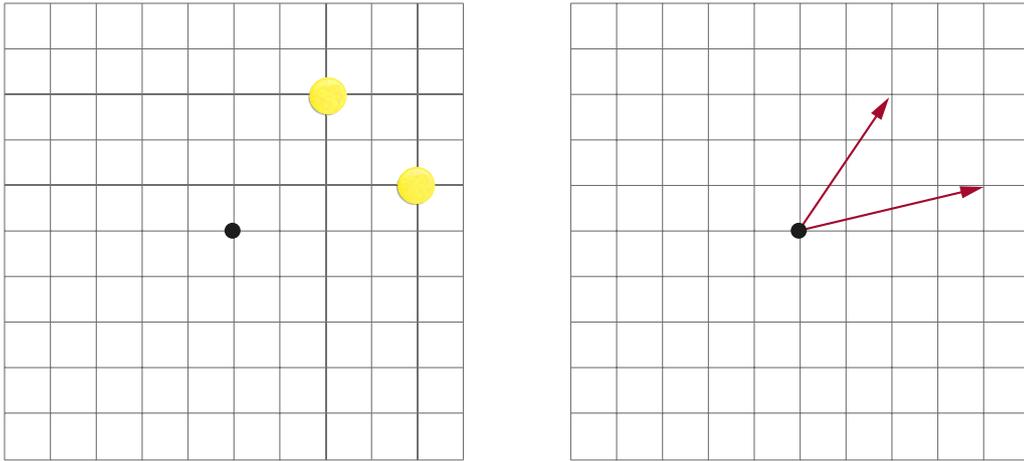


FIGURA 5 — Representação de vetores no plano cartesiano em relação à atividade proposta
Fonte: O autor (2017).

Por fim, após trabalhar todos os aspectos do plano cartesiano, bem como estudar as propriedades de vetores, é possível iniciar o estudo da equação da reta utilizando ferramentas vetoriais. A FIG. 6 ilustra como descrever retas em duas dimensões, usando somente vetores e pontos. Esta formulação pode ser reduzida ao caso conhecido no plano em que as equações são escritas na forma escalar.

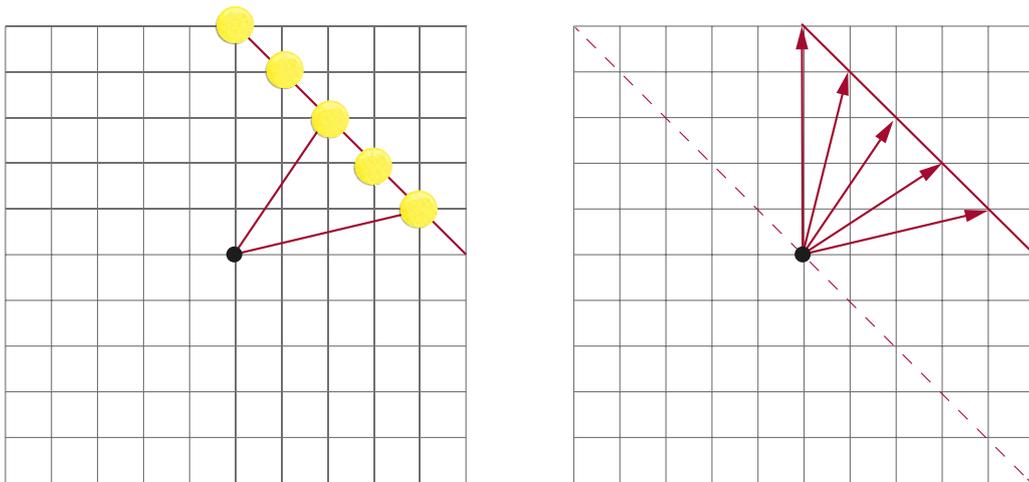


FIGURA 6 — Estudo da equação da reta usando vetores
Fonte: O autor (2017).

A grande vantagem da abordagem vetorial é sua fácil adaptação para o caso tridimensional. A reta seria, portanto, escrita na forma da equação 1:

Equação 1

$$X = P + td$$

Onde:

X = ponto qualquer da reta;

P = ponto fixado na reta de coordenadas (a, b) ;

d = vetor diretor da reta;

t = é um escalar real arbitrário.

Fica claro que os únicos conceitos usados para descrever a equação da reta são os de paralelismo e regra do paralelogramo da soma de vetores. Usando a representação vetorial, a equação da reta (Equação 2) ficaria desta forma:

Equação 2

$$x = p + td$$

Onde x e p e d são vetores.

A FIG. 7 ilustra isto.

Outras estruturas geométricas também são exploradas usando esta estratégia. Conceitos como os de distância de um ponto a uma reta, distância de reta a reta também seriam trabalhados, bem como é possível estudar as equações da circunferência e elipse. Evidentemente, para cada subtópico a ser explorado o professor terá de desenvolver atividades específicas usando esta abordagem como suporte. Por exemplo, no caso da equação da reta, o professor trabalharia com o conceito de trajetória de uma partícula; isto também seria eventualmente explorado em relação a circunferência e elipse em conjunto com trajetórias circulares e órbitas de planetas.

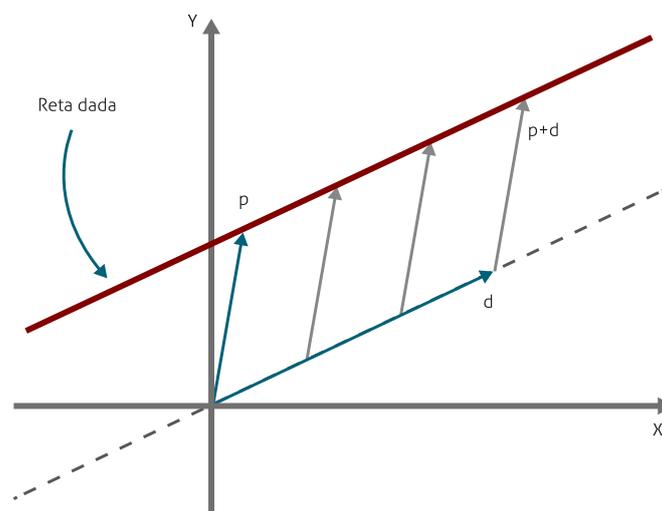


FIGURA 7 — Reta representada em relação a vetores

Fonte: O autor (2017).

Segue uma série de atividades propostas aos alunos do curso de especialização e que fica aqui como um desafio aos leitores.

Atividade 1: Utilizando as ideias metodológicas do exemplo anterior, desenvolva uma atividade para uma turma de oitavo ano com o propósito de medir ângulos usando vetores.

Atividade 2: Explore a definição de circunferência da geometria euclidiana, usando, para isto, comprimento de vetores. A exemplo da atividade anterior, use a metodologia proposta para desenvolver um exercício com alunos do oitavo ano.

Atividade 3: Faça uma proposta metodológica para realizar a transposição didática de partes da disciplina de Geometria Diferencial para o Ensino Médio. Após isto, modifique novamente este conhecimento de modo a criar uma metodologia para ensiná-lo para o Ensino Fundamental.

Outros exemplos de transposição didática são observados quando o professor seleciona conteúdos de modo a transmitir o que somente considera relevante para o contexto da proposta pedagógica adotada e, neste caso, alguns temas serão mais reforçados do que outros. Para isso, o professor necessita de certas competências para execução de tais tarefas, entre as quais pode-se citar:

- a) saber selecionar e distinguir quais aspectos do conhecimento são, de fato, relevantes em relação à proposta metodológica escolhida;
- b) possuir habilidades necessárias para a correta contextualização do conhecimento, tendo condições de trabalhar com aspectos disciplinares, multidisciplinares e interdisciplinares;
- c) possuir um completo domínio das estratégias de ensino que sejam adequadas à situação proposta.

Na próxima parte do texto, discute-se o elemento fundamental que pode determinar o sucesso ou o fracasso de uma determinada estratégia metodológica a ser proposta pelo professor: o uso adequado da didática em sala de aula.

8.4 SITUAÇÕES DIDÁTICAS E OBSTÁCULOS DIDÁTICOS E EPISTEMOLÓGICOS

A situação didática foi estabelecida por Brousseau (1997). Trata-se de um conjunto de relações ou regras que aparecem nas proposições levadas para a sala de aula. Tais relações aparecem por meio de uma negociação entre professor e alunos, negociação esta que recebe o nome de contrato didático, conforme descrito em Galvez (1996). Este contrato possui a função de regular o funcionamento das situações didáticas em sala de aula. Para Brousseau, é fundamental que estas tenham por objetivo fazer funcionar a transmissão do saber, usando como plataforma os saberes que foram definidos nos programas escolares. A proposta é que o sujeito que aprende consiga fazer a apropriação do conhecimento por um processo similar ao que é feito pelos que são responsáveis pela criação (descoberta) original dos saberes a serem ensinados. Uma discussão detalhada a respeito deste tópico é encontrada em Peres (1982). O uso de problemas para estabelecer situações didáticas parece ser um caminho adequado para que estas situações possam ocorrer de maneira funcional.

Sugestão de atividade

Faça a leitura do capítulo 3 da referência Parra e Saiz (1996). Faça um resumo expondo as principais ideias exploradas no texto.

A estratégia para uma concreta aprendizagem está a cargo do professor e a escolha de uma estratégia específica para ensinar está diretamente relacionada com o domínio e percepção que ele possui a respeito da disciplina. Uma vez decidida a estratégia de aprendizagem, o docente irá, explícita ou implicitamente, estabelecer um contrato didático com os alunos. Charnay (1996) estabelece três modelos, baseados na tríade professor–aluno–saber, que podem ser usados como referência. Estes modelos são:

- a) modelo normativo;
- b) modelo incitativo;
- c) modelo aproximativo.

No primeiro, tem-se o método tradicional. O professor expõe as ideias com situações e exemplos, os alunos observam, assimilam e aplicam. No caso do modelo incitativo, o docente propõe aos alunos que externem seus interesses e necessidades de aprendizagem. Após isto, estimula a curiosidade dos estudantes por meio de alguma motivação adequada. Neste modelo, a contextualização possui papel preponderante. Por fim, no modelo aproximativo, o professor propõe situações com camadas de dificuldades, problemas, por exemplo, e os alunos buscam soluções e defendem as ideias formuladas em suas respostas.

É possível, eventualmente, usar estes modelos individualmente ou combinados. Em quaisquer destes cenários, o importante é ter cuidado e evitar a ocorrência de certos efeitos que prejudiquem o processo de ensino-aprendizagem. A seguir serão comentados alguns exemplos, selecionados de forma a ilustrar situações que podem ocorrer em sala de aula. Uma discussão detalhada a respeito deste tópico é encontrada em Brito Menezes (2006) e Almeida e Lima (2011). Os efeitos que serão brevemente discutidos aqui são:

- a) efeito topázio;
- b) efeito Jourdain;
- c) deslize metacognitivo;
- d) efeito analogia.

O efeito topázio é aquele no qual o professor ajuda o aluno a chegar à resposta ou corrige um erro sem que o aluno realmente consiga ter um completo entendimento da operação realizada ou do erro que eventualmente cometeu. O efeito Jourdain é proximamente relacionado ao efeito topázio. Neste contexto, o docente busca superar as deficiências dos alunos apelando para situações que não possuem uma correta formulação científica, buscando evitar o fracasso do estudante. Isso pode desencadear o efeito metacognitivo, onde o objeto de estudo deixa de possuir uma formulação lógico-científica e passa a ser focado em um contexto do cotidiano dos alunos. Neste caso, é possível dizer que existe um excesso de contextualização acéfala. Por fim, como resultado, temos o efeito analogia, o qual está diretamente associado ao uso, pelo professor, de metáforas que não corresponderiam ao conceito correto.

Além de gerenciar os fenômenos didáticos, o professor tem de levar em conta os obstáculos epistemológicos e didáticos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Os primeiros surgem quando se trata de conceitos não triviais, como o conceito de infinito e de zero. Estes foram um obstáculo do ponto de vista histórico para a Matemática. Basta lembrar que o Cálculo Integral, primitivamente proposto por Eudoxo, não teve progresso precisamente pela grande dificuldade que os antigos gregos tinham em aceitar o conceito de infinito. Este mesmo problema foi encontrado no desenvolvimento da formulação precisa do cálculo, sendo resolvido somente no século XIX. Por outro lado, os obstáculos didáticos, segundo Brousseau (1983), estão relacionados com o sistema educacional vigente. Este conceito foi abordado inicialmente por Gaston Bachelard (1938) e possui forte influência nas áreas educacionais. Uma discussão sobre este tópico é vista em Brousseau (1983). Também se recomenda a leitura de Iglioni (1999). Neste trabalho, o autor estabelece que o conceito de obstáculo epistemológico pode ser interpretado em termos da análise da evolução histórica do conhecimento e, por este motivo, não deve estar dissociada dos aspectos pedagógicos. Não cabe explorar estes aspectos técnicos neste texto. Assim, caso exista um interesse por parte do leitor de aprofundar seus conhecimentos neste tema, recomenda-se a leitura das referências citadas.

Sugestão de atividade

Avalie os efeitos descritos acima em relação às propostas metodológicas apontadas por você nas atividades 01/03. Faça um roteiro descrevendo formas de evitá-los em sua proposição.

Referências

- ALMEIDA, F. E. L.; LIMA, A. P. A. B. Os efeitos de contrato didático na sala de aula de matemática. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CIAEM, 13., 2011, Recife. *Anais...* Recife: UFP, 2011.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p. Original francês.
- BOYER, C. B. *História da Matemática*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1996. 496 p.
- BRITO MENEZES, A. P. A. *Contrato didático e transposição didática: inter-relações entre os fenômenos didáticos e iniciação a álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental*. 2006. 11 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação-Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Reserches em didactique des didactique des mathématiques*, Notre-Dame, v. 4, n. 2, p. 165-198, 1983.
- _____. *Theory of Didactical Situations in Mathematics: didactique des mathématiques, 1970-1990*. Translated by Warfield, V.; Sutherland, R.; Balacheff, N.; Cooper, M. New York: Springer Netherlands, 1997. 306 p. (Mathematics Education Library, 19).
- CAJORI, F. *Uma história da Matemática*. Tradução de Lázaro Coutinho. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007. 664 p.
- CHARNAY, R. Aprendendo com problemas. In: PARRA, C., SAIZ, I. *Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas*. Porto Alegre. 1996. p. 36-49.
- CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée, 1985.
- COURANT, R.; ROBBINS, H. *O que é Matemática?* Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2000. 620 p.
- IGLIORI, S. A noção de obstáculo epistemológico e a educação Matemática. In: MACHADO, S. (Org.). *Educação Matemática – uma introdução*. São Paulo: Editora da PUC-USP, 1999.
- NORMAN, D.; WOLCZUK, D. *Introduction to linear algebra for Science and engineering*. 2. ed. North York: Pearson Education Canada, 2011. 528 p.
- PARRA, C.; SAIZ, I. (Org.). *Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas*. Porto Alegre: Artmed, 1996. 258 p.
- TAVARES, R. H. *Didática geral*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. 141 p. (Educação a distância).

9. ESCRITA CIENTÍFICA

FLÁVIO DE MATOS ROCHA

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) campus de Toledo. Analista em Desenvolvimento Territorial da Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI/Brasil). Pesquisador nas áreas de Desenvolvimento Territorial; Sistema Territorial de Inovação; Políticas Públicas, Gestão Pública e Finanças Públicas.

9.1 INTRODUÇÃO

Você sabia?

Linguagem é a capacidade de expressar ideias, convicções e pensamentos. Desse modo, há duas possibilidades de expressar: linguagem verbal e não verbal.

CURIOSIDADE

Existe um Dicionário Brasileiro da Língua de Sinais *on-line*. Acesse: <http://www.acessobrasil.org.br/libras/>

Neste capítulo, serão apresentadas as notas de aula da disciplina preparatória para a elaboração dos trabalhos de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática para séries finais – Ensino Fundamental – 6º ao 9º ano. Nesta, foram discutidas as formas de fazer os registros de pesquisas, em específico os aspectos da comunicação científica.

A comunicação é, definitivamente, o elo que possibilita constituir um aglomerado de pessoas em uma sociedade. É a interação entre este aglomerado que permite construir um modo de vida comum. Esta interação é possível graças à comunicação, isto é, às trocas de informações e experiências que transformam o indivíduo em um ser coletivo, em parte de uma sociedade. O desenvolvimento humano se dá por intermédio da relação entre o indivíduo e o seu entorno, e é precisamente a comunicação — por meio da linguagem — que permite o estabelecimento de vínculos entre o indivíduo e seu entorno. Tem-se, então, a comunicação como uma necessidade humana, tanto para o desenvolvimento do indivíduo, enquanto ser, como para sua interação e interlocução com seus pares e seu ambiente.

Há várias formas de comunicação: pode-se usar linguagem escrita, falada ou sinais. Tanto na escrita quanto na falada, há uma diversidade de utilizações, que vão desde as influências dadas pelo local onde se fala e ter uma linguagem característica deste lugar, quanto em relação ao uso que se faz dessa forma de comunicação. São as chamadas variações socioculturais da linguagem em que esta se modifica conforme a classe social do indivíduo, o grupo de convivência e a região em que reside.

A linguagem falada, em geral, tem a possibilidade de ser formal ou informal. Já a comunicação por meio da escrita tem mais variações. Há uma diversidade de linguagens escritas existentes em nosso dia a dia. Quando se abre jornais, veem-se páginas esportivas, policiais, de economia, de política e de cultura. Cada qual tem suas perspectivas de comunicação, estando estas vinculadas à intencionalidade de quem escreve o texto, focando tanto no assunto quanto no público a quem é direcionado.

Ressalta-se que a língua escrita e falada são formas diferentes de se comunicar. Por meio da fala, utilizam-se, além das palavras, outros elementos que auxiliam no processo: gestos, expressões faciais e entoação da voz. Por este último elemento é que se sabe a intenção de uma frase falada — afirmativa, interrogativa — ou se o interlocutor se utiliza do sarcasmo ou da ironia, entre outros. Na comunicação escrita não há os mesmos elementos, mas somente as palavras. Por essa razão, ao escrever, a utilização de pontuação, ortografia, concordância e coerência são importantes de modo a conseguir fornecer ao leitor a possibilidade de interpretar os “dizeres” sem causar muitos equívocos. É igualmente importante considerar aspectos relacionados à estrutura do texto, como o assunto/tema e como ele irá ser distribuído ao longo do trabalho a ser escrito.

Basicamente, o que se discorre aqui é que **escrever é comunicar**. E comunicar-se demanda algumas normas simples:

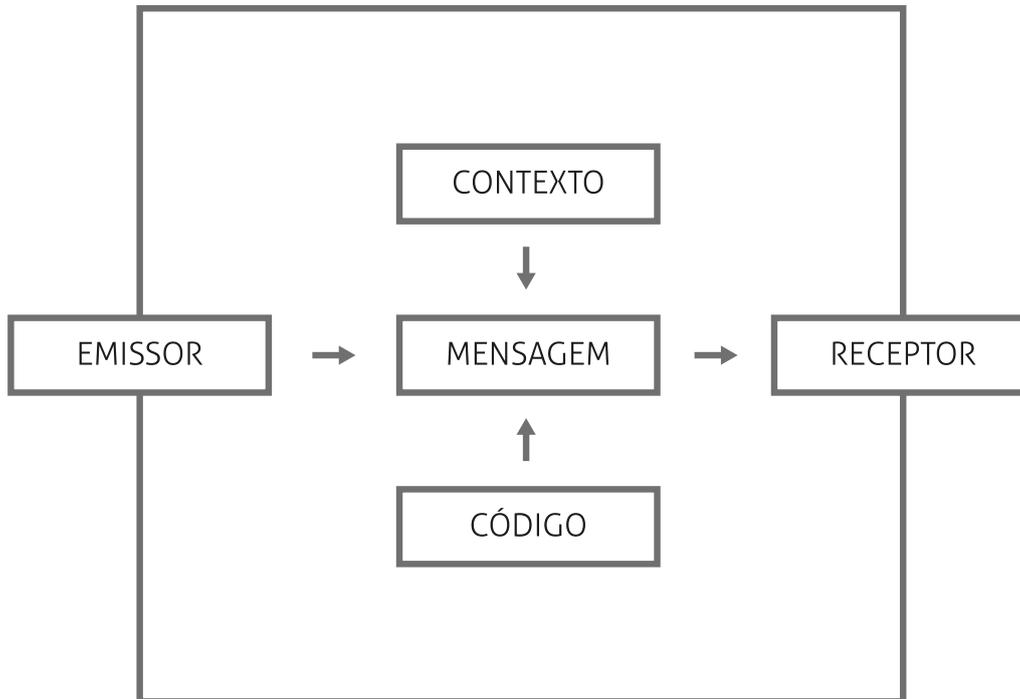


FIGURA 1 — Processo de comunicação

Fonte: Adaptado pelo autor, baseado em JAKOBSON (1992).

O que se vai dizer — a mensagem que alguém deseja passar — é cada conteúdo que os interlocutores compartilham. A quem se destina — o destinatário/receptor — é para quem se transmite a mensagem. Como será transmitida a mensagem — o código — é a própria língua ou um conjunto de signos usados na elaboração e/ou na transmissão da mensagem. Todos esses elementos devem ser levados em consideração para uma boa escrita. Entretanto, só se fala em escrita quando o foco será um tipo específico de escrita: **a escrita científica**.

9.2 O que é escrever cientificamente

Escrever não é uma das tarefas mais difíceis. Quer dizer, depende muito do objetivo da escrita. Escrever um recado, uma nota num *blog*, um comentário na internet, qualquer pessoa é imediatamente capaz de fazê-lo desde que tenha vontade e tenha “algo a ser dito”. A escrita pode se referir a diversos tipos de linguagem: poemas, romances, crônicas, textos jornalísticos, etc. O que, então, diferencia cada um destes tipos de escrita? O que, necessariamente, distingue um texto científico de um não científico? Creio que seja interessante começar por essa diferença.

Não é tarefa fácil, mas, antes de mais nada, é preciso ter claro a que serve a Ciência. Esta, de forma simplificada, faz parte de um processo de construção de conhecimento. Este processo deve servir para explicar como “algo funciona”, isto é, quais princípios, critérios, fatos e causas constituintes de um determinado objeto, situação ou fenômeno, dependendo do campo de estudo. O conhecimento seria o conjunto ordenado de procedimentos compostos, em geral, por técnicas de descrição, comparação, experimentação, análise e síntese dos fenômenos observados.

A Ciência serve para gerar conhecimento e a escrita científica tem como principal característica comunicar esse processo. Concebendo a escrita como um conjunto de signos e significados dentro de um processo de comunicação, a escrita científica foca-se no que vem a ser um “processo científico”. É preciso ficar claro que nem todo conhecimento é transmitido ou mesmo descrito por meio deste tipo de escrita, mas esta deve servir para comunicar um conhecimento. Por sua vez, este, para ser reconhecido como científico, deve possuir algumas características comuns, e ser aceito por grupos de especialistas os quais são denominados **comunidade científica**.

Você sabia?

Embora a Ciência seja praticada por indivíduos, o conhecimento científico é um produto de grupo de especialistas que ao longo do tempo desenvolve estudos sobre determinado assunto. A comunidade científica se torna a fonte de estímulos necessários para a resolução de um determinado problema.

Saiba mais

Há textos científicos que se utilizam da modalidade oral, como as conferências ou os seminários, por exemplo.

Produzir Ciência não é nada trivial. Esta busca explicar “o mundo a nossa volta” por meio de um processo lógico, pautado em evidências concretas, e desenvolve-se pela formulação de **hipóteses** e **teorias** a respeito desse mundo. Teorias são constructos capazes de descrever como funcionam as coisas e as hipóteses são os alvos que se persegue, na tentativa de explicar como essas mesmas coisas funcionam.

Quando se observam determinados objetos, coisas ou situações, cria-se uma vaga ideia do porquê que as coisas são como são. Em geral, as pessoas têm dúvidas e passam a tentar criar uma lógica para o que observam. A partir daí, estabelecem-se pequenas certezas sobre o observado e se tenta validar, a partir de um conjunto de conhecimento, científico ou não, o que está à disposição. Estes são os chamados processos heurísticos, que o ser humano utiliza para tentar “desvendar os segredos do universo”. É uma tentativa, não bem-sucedida, de fazer Ciência. O importante é que fique claro que há alguns passos para ser produzir Ciência: observar, ter uma ideia, estabelecer uma lógica, comprovar essa lógica e comunicar todo esse processo. Ao parar e observar o mundo, surgem dúvidas. Essas dúvidas são norteadoras de toda pesquisa científica. Da dúvida surgem ideias, hipóteses e, ao tentar comprovar essas hipóteses, estabelecem-se objetivos. Estas características, comuns à produção de conhecimento de todas as Ciências, podem ter como um dos seus resultados o texto científico.

Após a explicação sobre Ciência e produção de conhecimento, cabe definir texto científico. Este é concebido por meio da manifestação de vários elementos linguísticos selecionados com intencionalidade e com o objetivo de comunicar aos pares científicos os conteúdos produzidos numa pesquisa. O texto científico requer algumas normas ligadas à sua finalidade. Necessita de respaldo teórico, isto é, as explicações acerca de determinado objeto precisam ser fundamentadas em teorias. Isso passa a exigir conhecimento aprofundado por parte de quem vai desenvolver

um estudo. Esse conhecimento aprofundado geralmente é obtido através da leitura e estudo de autores que se tornaram proeminentes naquela área de pesquisa, ou seja, já consagrados em relação ao assunto. Também requer que se avalie a utilidade sobre o que se vai pesquisar, e se justifique a escolha do tema e dos caminhos escolhidos para o tratamento dado a ele.

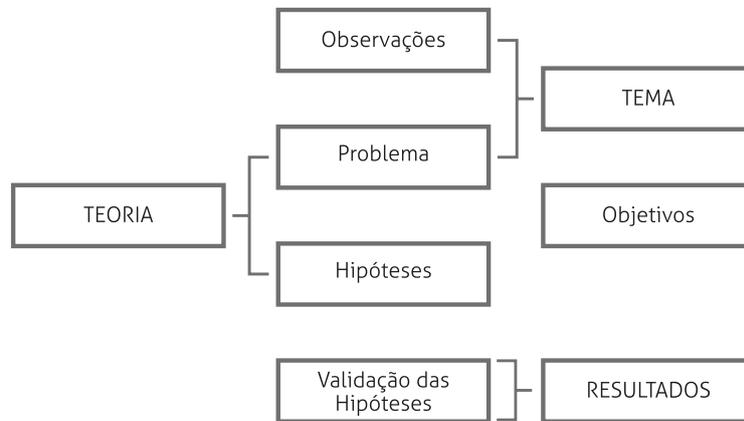


FIGURA 2 — Estrutura de um constructo científico
Fonte: O autor (2017).

Entre os passos a serem seguidos, está a definição do problema a ser investigado. Deve-se explicar por que o assunto sobre o qual vai se falar, qualquer que seja, é um problema; explicar quais soluções se pensou, por que se escolheu determinada solução e o que significa tudo isso.

- **Problema de pesquisa**

A formulação de um problema de pesquisa é posterior à revisão da literatura¹ e a reflexão pessoal sobre o tema a ser tratado. Pode-se defini-lo como alguma questão não resolvida e que é objeto de discussão em qualquer domínio do conhecimento, isto é, uma questão que mostra que uma situação necessita de uma investigação, discussão e uma solução.

Uma vez estabelecido o problema de forma clara, ele demandará a formulação de uma hipótese geral, que deverá ser comprovada, ou não, ao longo do trabalho científico.

- **Hipótese**

É uma explicação inicial de um fenômeno com base em um conjunto de dados e/ou informações oriundos de observações, experimentos e leituras. Partindo de um problema definido anteriormente e analisando-o à luz de alguma teoria, as hipóteses podem orientar o processo científico. Ao final da pesquisa, é esperada a aceitação ou recusa das hipóteses, assim como a contribuição para a continuidade do desenvolvimento científico.

1 Revisão de literatura se refere à leitura de um conjunto de textos referentes ao assunto que se pretende estudar. A partir da leitura de diversos textos sobre um assunto específico, é possível pensar e refletir sobre o Estado da Arte do tema tratado.

- **Objetivos**

Indicam o que o pesquisador tem em vista para alcançar determinado resultado. A formulação do objetivo ocorre quando o problema já foi estabelecido e deve funcionar como guia. Toda pesquisa deve ter um objetivo claro e determinado para se saber o que se procura e o que se pretende alcançar.

Em resumo, escrever um artigo científico é como contar uma história. É necessário, então, que você escreva a história da sua pesquisa: o porquê você escreve, suas dúvidas e hipóteses a respeito do que vai escrever, e a estratégia que escolheu usar para abordar esse tema.

9.3 TEXTO DISSERTATIVO

Como escrever tudo isso? Como contar a história da pesquisa? Considerando que há várias formas de expressar o resultado de uma investigação, nesta seção será mostrada como deve ser a redação de um texto científico.

A comunicação científica pode servir-se de vários tipos de texto. É possível descrever situações, narrar fatos ou emitir pareceres, considerações e justificativas a respeito de algo. Para a escrita científica, é necessária uma estrutura que se ocupe de análises e interpretações. Desse modo, a redação predominante é dissertativa, em que o elemento central é a apresentação de um juízo valorativo sobre os fatos, com a exposição de determinado ponto de vista. Essa deve ser fundamentada em argumentos racionais, formulados a partir de leituras, pesquisas e fatos. O texto dissertativo deve apresentar uma tese — o que se quer provar —, um ponto de vista sobre determinado assunto, apoiado em argumentação sólida: os dados comprovados e os fatos expostos.

Todo texto dissertativo, incluindo os com estruturas científicas, deve ser composto dos seguintes itens: introdução, desenvolvimento e conclusão. Dentro dessa divisão, é possível a articulação de todos os elementos. A introdução apresenta a tese; o desenvolvimento, usando teorias e argumentos, justifica a tese apresentada; e a conclusão finaliza o assunto, resumindo as ideias expostas e centrando nos elementos para contribuir para pesquisas futuras.

Saiba mais

Pela NBR 14724: 2002, "a estrutura de tese, dissertação, de um trabalho acadêmico ou de um trabalho de conclusão de curso compreende: elementos pré-textuais, elementos textuais e elementos pós-textuais". Neste trabalho, focam-se os elementos textuais. Para saber mais, consulte: MEDEIROS, João Bosco. Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas, 6. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

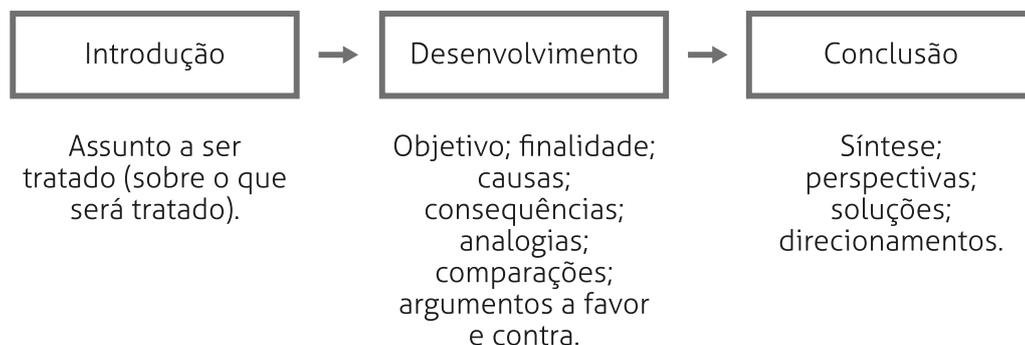


FIGURA 3 — Etapas de um texto dissertativo
Fonte: elaborado pelo autor baseado em MENDONÇA, 2011.

9.4 Os mecanismos textuais

Um texto científico é composto por mecanismos textuais. Esses nada mais são do que os elementos linguísticos, que são o próprio texto em si e sua divisão em determinadas partes: texto, parágrafo, período, oração, locução e palavras. Pensando numa hierarquização dos elementos textuais, parte-se do elemento maior, o texto, para o menor, as palavras.

Um texto é o elemento macro dos componentes linguísticos e sua unidade semântica é estabelecida pelo assunto a ser tratado. Dentro dele, situam-se os parágrafos, elementos com ideia própria e significado completo. Dentro de cada parágrafo deve haver uma única ideia central, formando uma unidade de pensamento. Ao abrir-se nova unidade de pensamento, abre-se novo parágrafo.

A estrutura de um parágrafo dissertativo, assim como o texto, deve ser organizada em introdução, desenvolvimento e, quando necessário, conclusão. A introdução de um parágrafo deve expressar a ideia núcleo deste parágrafo. Nas demais partes, há o desenvolvimento do conceito apresentado pela ideia núcleo e, quando existente, uma vez que não é obrigatória, a conclusão. A conclusão de um parágrafo deve retomar sua ideia central.

As chamadas partes de um parágrafo são denominadas períodos. Um período é todo fragmento do parágrafo iniciado com letra maiúscula e terminando em ponto. Tem também a ideia específica formando sentido completo. Pode conter apenas uma oração — período simples — ou a reunião de orações — período composto. Uma oração deve ser entendida como a sequência de locuções e palavras organizadas em torno de um verbo ou locução verbal. O verbo cria relação de sentido entre o sujeito e o predicado.

Por fim, as locuções são agrupamentos de dois ou mais vocábulos funcionando como unidade significativa e as palavras utilizadas não são aleatórias, mas aquelas tradutoras fiéis das ideias do autor do texto. Em geral, as palavras utilizadas devem compor o campo semântico do assunto que está sendo tratado, quer dizer, deve-se utilizar os vocábulos e locuções verbais pertinentes da área específica de estudo, para que elas tenham significado para o tema a ser tratado.

Finalizando, um texto dissertativo funciona como uma máquina, composta de várias peças e engrenagens. Todas essas peças são independentes e têm suas próprias regras. Entretanto, ao interagirem, fazem-no de modo perfeito e garantem o bom funcionamento de um texto.

Saiba mais

As sugestões desta seção encontram-se de forma mais abrangente em: BECKER, Howard S. *Truques da escrita: para começar e terminar teses, livros e artigos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.

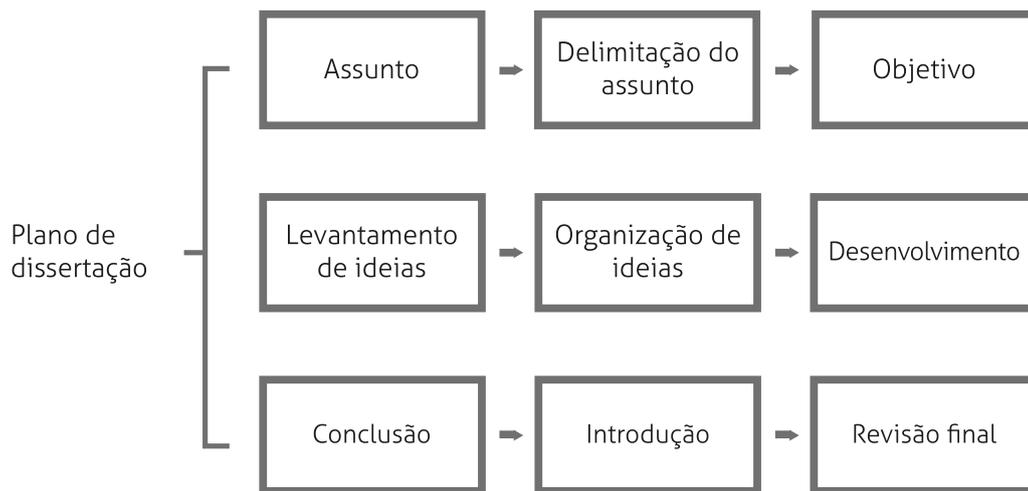


FIGURA 4 — Plano de um texto dissertativo
Fonte: Elaborado pelo autor baseado em MENDONÇA, 2011.

9.5 DESAFIOS DA ESCRITA: COMO ORGANIZAR O QUE VOCÊ TEM A DIZER

Em geral, é difícil organizar o que se tem a dizer. Como organizar o material? Quando se utiliza isto ou aquilo? Qual a ideia central e como apresentá-la? Não se pode falar tudo ao mesmo tempo. Tem que se começar pelas unidades menores, os fragmentos a partir dos quais se organizará o resultado final. Após definido o tema a ser tratado, começa-se analisando de que modo uma coisa pode levar à outra e quais as relações de causalidade entre elas. Normalmente, procede-se à elaboração de um plano geral do texto científico. Esse plano geral é muito útil para orientação. Mas, em vez disso, uma alternativa é iniciar colocando tudo por escrito, anotando as ideias o mais rápido possível. Descobrir-se-á a resposta para a primeira pergunta: os fragmentos com que se vai trabalhar são as várias coisas que se acabou de escrever. Esses fragmentos estarão, ou deveriam estar, nos mais variados níveis de generalidades. Depois de se ter os fragmentos, pode-se ver como se diferenciam, como eles vão do geral ao particular e parecem não sugerir nenhuma maneira específica de pensar sobre o tema. Agora precisa-se dispô-los para que ao menos pareçam avançar de um ponto a outro seguindo uma lógica, compondo algo que possa se reconhecer como um argumento válido.

Pode-se começar pondo notas em tudo o que se escreve, colocando cada ideia numa ficha ou num pedaço de papel. Não descarte nenhuma das ideias do rascunho. Virão a servir, mesmo que não seja visto isso de início. Então classifica-se as fichas ou papéis em pilhas. Junta-se na mesma pilha as fichas que parecem combinar, sem procurar demais o que elas têm em comum. O ideal é seguir a intuição. Depois de reunir essas pilhas, faz-se uma ficha que vai por cima de cada pilha, uma ficha resumindo o que dizem todas as fichas da pilha, generalizando as particularidades. Pela primeira vez, começa-se a ser crítico em relação ao que se escreve. Se não se consegue pensar numa afirmativa que abranja toda as fichas da pilha, tira-se as que não combinam e

se faz novas pilhas para elas, com suas próprias fichas de resumo. Agora, distribui-se as fichas ou papéis de generalização numa mesa, no chão ou na parede. É necessário distribuí-las em alguma ordem, qualquer ordem. Se conseguir, monta-se uma ordem linear, em que uma ideia leva a outra, de modo a formar uma coluna com algumas delas, uma abaixo da outra, o que indicaria fisicamente a relação de um exemplo específico ou de um subargumento com alguma afirmativa mais geral. Logo ver-se-á que há mais de uma maneira de montar o argumento central do texto.

9.6 Como escrever

Que regras devem ser usadas para, por exemplo, tirar uma palavra ou eliminar uma expressão? Em geral, há vários tipos de regras e diretrizes. Pontuação, ordenamento de verbos e pronomes, etc. A intenção é que se permita a transmissão de uma ideia e que esta construa um mínimo de entendimento entre quem a gerou e quem vai recebê-la por meio da escrita. Qual é o papel dessas regras e diretrizes na criação de um texto? Ideal seria escrever tudo o que se pensasse e, depois, com uma gramática ao lado, se conferisse todas as regras e convenções. Entretanto, essa não é a forma habitual. Se não é desse jeito, então como se faz? Faz-se 'de ouvido'. O que significa isso? Olhando uma página em branco ou uma página escrita, usa-se o que "soa bem" ou "parece bom". Usam-se regras heurísticas, algumas muito vagas, outras, precisas.

Geralmente, ao escrever, os cientistas não pensam em regras ou diretrizes. Não consultam um manual, mas consultam, sim, outra coisa: um padrão de gosto, uma noção geral de como alguma informação deve soar ou parecer. Se o resultado não conflitar demais com esse quadro geral, eles deixam ficar. Os critérios de gosto dos cientistas incluem regras que aprenderam nas aulas de redação e se habituaram a aplicar de modo quase automático. Em geral baseiam-se nos juízos do próprio ouvido. Eles desenvolvem esse ouvido, seus critérios de escrita, sobretudo a partir de suas leituras. Leem trabalhos que admiram e querem que seus textos se pareçam com eles. Leem os periódicos especializados e querem que seus artigos se pareçam com o que leem. Desenvolvemos nosso gosto não apenas com a leitura, mas também com o que nossos amigos e colegas nos dizem ou o que tememos que eles nos digam. Se não saíram de suas aulas de redação na graduação com um padrão de gosto formado, que inclui os elementos de gramática e estilo como regras práticas, dificilmente irão dedicar tempo a estudá-los a sério. Mesmo assim, temos algumas "dicas" que podem ajudar na escrita científica. Dicas que podem orientar um bom texto e, através do ouvido, verificar se o texto está soando bem.

9.6.1 Dicas a) Ativa/passiva:

Utilizar sempre os verbos na voz ativa, ao invés da voz passiva. A lógica aqui é pôr as ações essenciais em algum personagem importante na história — pesquisa — que você está relatando em sujeito do verbo. Isso ajuda porque a voz ativa geralmente obriga a dizer claramente quem fez "a coisa que foi feita". A voz passiva, por vezes, leva a pensar que as

coisas acontecem sozinhas, sem ter um agente causador. Na realidade, as pessoas “fazem coisas e fazem com que as coisas aconteçam”. Utilizar voz ativa torna as ações mais compreensíveis e menos abstratas, com mais objetividade e clareza.

b) Menos palavras:

Evite inserir palavras e expressões que transformem o que se quer dizer em formas indiretas. O ideal é escrever de forma simples e direta. O que tem que ser evitado, antes de mais nada, é o hábito de se apegar a algumas locuções verbais e formatos. Há casos em que, em uma frase, as pessoas utilizam três elementos para expressar algo, quando um bastaria. Se a palavra não ajuda no desenvolvimento do argumento do parágrafo, *se ela não faz uma qualificação importante do que está sendo dito e nem acrescenta um detalhe convincente*, ela é desnecessária.

Como encontrar as palavras desnecessárias? Simples: releia e se pergunte o que acontece se você eliminar tal palavra ou tal oração, e se isto não compromete o sentido do que se quer passar. Se o sentido não mudar, remova a palavra ou oração.

c) Repetição:

Evite repetições de palavras dentro do mesmo período ou parágrafo. Embora se faça isso para afastar alguma possibilidade de confusão na interpretação, o ideal é não as usar novamente quando é possível obter o mesmo resultado sem este recurso.

d) Estrutura/conteúdo:

Os pensamentos transmitidos numa frase geralmente têm uma estrutura lógica, afirmando ou implicando algum tipo de conexão entre as coisas das quais a frase trata. Pode-se reforçar um pensamento de uma frase dispondo seus elementos de forma que sua sintaxe também sustente o argumento ou, pelo menos, não interfira na compreensão do leitor. Por exemplo: se atribuir a mesma importância gramatical a todos os pensamentos numa frase, alinhando-os em orações coordenadas, os leitores pensarão que eles são de igual importância. É o que acontece quando, ao escrever, diz-se que tem três coisas a discutir, dentro do mesmo parágrafo, e então nomeiam-se os argumentos como 1, 2 e 3. Geralmente consegue-se apresentar o argumento de maneira mais convincente sem precisar recorrer a uma lista e, simplesmente, discutindo os pontos do argumento de uma forma a demonstrar a conexão entre as ideias.

e) Concreto/abstrato:

Tenha cuidado com o excesso de palavras abstratas. Algumas expressões não acrescentam nada e aparecem apenas para preencher espaço. Palavras como ‘complexo’ e ‘relação’ se enquadram neste exemplo. Ao dizer que há uma relação complexa entre duas coisas, não se diz muito, apenas que duas coisas estão conectadas de alguma maneira, como tantas outras, quando o que se quer saber de fato é: como é essa relação. Utilizar palavras mais concretas faz com que o texto não fique vago.

9.6.2 SOLTANDO O TEXTO: COMO ESCREVER SEM MEDO

Ao escrever um texto científico, sabe-se que os temas envolvem tantas coisas a ser levadas em consideração que parece impossível dar uma ordem racional ao todo. Mas neste ponto reside o desafio: dispor as ideias numa ordem racional para que outra pessoa consiga entendê-las. Deve-se apresentar as ideias numa teoria, descrever as causas e condições que levam aos efeitos que se quer analisar, isso tudo numa ordem que seja correta em termos lógicos. Correta, em termos lógicos, significa não cometer nenhum erro de raciocínio. A meta é que, ao redigir o texto, fique clara a ordem que foi construída previamente. Não se quer que o entendimento de quem lê seja prejudicado por imperfeições no enredo.

Entretanto, para pôr as ideias em ordem lógica é preciso um olhar atento para evitar erros de argumentação e, assim, descrevê-las na menor quantidade de páginas possível, sem perda para sua constituição. Mas o que deixar de fora? E onde ficará o que será mantido? Alguns aspectos da realidade podem ser ordenados, mas nunca de maneira simplista, anunciando quais os tópicos que vêm em primeiro lugar. É por isso que geralmente muitos olham longamente a folha em branco quando vão iniciar um texto e reescrevem as primeiras frases centenas de vezes. Com isso, busca-se achar a “única maneira correta” de organizar todo o material que se tem, todas as ideias e todos os argumentos. A solução é começar escrevendo sem medo: sem medo de escrever bobagens, sem medo de escrever gramaticalmente errado, sem medo de escrever algo que não faz sentido. Perdendo o medo do início e passando a escrever as ideias que lhe vem à cabeça, com o tempo se passa a organizar os argumentos e se vai excluindo o que não faz sentido e o que conflita com o argumento a ser levado adiante. Uma maneira de fazer isso é iludir a si mesmo e se forçar a pensar que o que você está escrevendo não tem importância e não faz diferença nenhuma. Alguns escritores sabem como fazer isso. Outros precisam ir descobrindo e destravando seus textos. Mas o mais importante é: na escrita científica, leva-se tempo e prática, além de muita leitura, para o desenvolvimento de habilidade. Além de pesquisar e descobrir coisas novas é essencial saber comunicar.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação*. Rio de Janeiro, 2002. 7 p.
- BECKER, H. S. *Truques da escrita: para começar e terminar teses, livros e artigos*. Tradução de Denise Bottmann. Rio de Janeiro: Zahar, 2015. 256 p.
- FARACO, C. A.; TEZZA, C. *Prática de texto para estudantes universitários*. 13. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1992. 300 p.
- FÁVERO, L. L. *Coesão e coerência textuais*. 11. ed. São Paulo: Ática, 2009. 101 p. (Série Princípios, 206).
- FIORIN, J. L.; SAVIOLI, F. P. *Para entender o texto: leitura e redação*. 16. ed. São Paulo: Ática, 2002. 431 p.
- KOLLER, Sílvia Helena; COUTO, Maria Clara de Paula; HOHENDORFF, Jean Von (Org.). *Manual de produção científica*. Porto Alegre: Penso - Artmed, 2014. 192 p.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 311 p.
- MEDEIROS, J. B. *Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 344 p.
- MEIRA, A. C. S. *A escrita científica no divã: entre as possibilidades e as dificuldades para com o escrever*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 302 p.
- MENDONÇA, J. *Manual do texto dissertativo: modo de escrita da redação científica*. Foz do Iguaçu: Associação Internacional Editares, 2011. 218 p.
- MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo, Rio de Janeiro: HUCITEC/ABRASCO, 1992. 269 p.
- MOTTA-ROTH, D.; HENDGES, G. R. *Produção textual na universidade*. São Paulo: Parábola Editorial, 2010. 168 p.
- MOYSÉS, C. A. *Língua Portuguesa: atividades de leitura e produção de textos*. 3. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2009. 152 p.
- PALADINO, V. C. et al. *Coesão e coerência textuais: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2006. 112 p.
- POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1993. 568 p.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 21. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2000. 304 p.

10. METODOLOGIA DE PESQUISA

**LEANDRO JOSÉ
SCHERER**

Mestre em Administração pela Universidade Federal do Paraná (UFPR); administrador da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA); professor dos cursos de pós-graduação da Faculdade Assis Gurgacz e de graduação da UNIFOZ.

10.1 Introdução

A ampliação do acesso à informação, promovida pela constante evolução das tecnologias de informação e comunicação (TICs), proporciona um amplo campo de atuação em pesquisas, sendo que estas podem ser comuns ou científicas. Nesse contexto, a metodologia científica emerge como uma importante área do conhecimento, principalmente quando da realização de pesquisas, as quais a sua fidedignidade, operatividade e validade dependem de métodos e técnicas consolidados, independentemente da área na qual se pretende atuar como pesquisador.

Este texto, apresentado aos participantes do Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática do Ensino Fundamental, teve como objetivo abordar as principais nuances da metodologia científica, de modo a servir como base de orientação para a elaboração dos trabalhos de conclusão. Para cumprir esse objetivo, buscou-se descrever os principais fatores relativos à metodologia científica, utilizando-se do arcabouço literário e promovendo o conhecimento a respeito dos métodos e técnicas de pesquisa, de forma resumida e de fácil compreensão.

O presente capítulo aborda a metodologia de pesquisa e está estruturado com a conceituação de alguns fatores primordiais ao conhecimento dos alunos, como Ciência, conhecimento e pesquisa científicos, teorias, formas de leitura, formulação de problemas e hipóteses, entre outros. Na sequência, abordam-se fatores ligados aos métodos e técnicas de pesquisa, elaboração de conclusões, relatório e apresentação de pesquisas, sendo finalizado com as referências bibliográficas utilizadas na elaboração do texto.

10.2 Conceitos

Neste capítulo, serão abordados, resumidamente, alguns conceitos básicos, essenciais para a compreensão e elaboração de métodos de pesquisas.

10.2.1 Ciência e conhecimento científico

Fazer Ciência, em suma, é produzir conhecimento ou sabedoria. O termo Ciência tem origem do latim “*scire*”, que tem como significado “conhecimento” ou “sabedoria” (CARVALHO et al., 2000). Mais amplamente, Cervo e Bervian (1983, p. 9) descrevem que Ciência é a “busca constante de explicações e soluções, de revisão e reavaliação de seus resultados”. Em outras palavras, trata-se da sistematização de conhecimentos, a qual busca, logicamente, estudar algo de modo a identificar e correlacionar um conjunto de proposições em torno de comportamentos e fenômenos (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Por sua vez, o conhecimento pode, fundamentalmente, ser dividido em quatro níveis que, segundo Cervo, Bervian e Silva (2011) são definidos como:

1. Empírico: conhecimento popular (vulgar) adquirido em vivência, experiências e interações sociais; no entanto, é verificável. Trata-se de um conhecimento relacionado com a cultura e é assistemático¹. Exemplo: “Banho de chá de picão elimina o amarelão em recém-nascidos”.

2. Científico: conhecimento real ou próximo de um fenômeno. Suas causas e consequências são verificáveis. É sistemático² e realizado por meio da classificação, comparação e aplicação de métodos de coleta e análises, buscando soluções e explicações. Exemplo: analisar a relação de causa e efeito e/ou princípio ativo do “banho do chá de picão” que faz desaparecer o “amarelão em recém-nascidos”.

3. Filosófico: conhecimento sistemático e não verificável obtido com base na reflexão filosófica com o objetivo de compreender a realidade em seu contexto universal. Exemplo: o significado de valor nos dias de hoje.

4. Teológico: conhecimento sistemático e não verificável relacionado a um Deus. Exemplo: conhecimentos adquiridos por meio da Bíblia ou outros livros sagrados.

Como se viu acima, o conhecimento científico é o único que se configura como sistemático e verificável, o qual é operacionalizado por meio da pesquisa científica.

10.2.2 A pesquisa científica

Pesquisa é uma atividade ou ato de investigação que busca obter conhecimento. Pode-se dizer, então, de forma simplificada, que o ato de investigar ou buscar algo na internet pode ser considerado uma pesquisa. No entanto, quando a busca ou investigação empregar processos e métodos científicos para solucionar ou responder a um problema, tem-se uma pesquisa científica. Desta forma, o que a caracteriza é o processo de realização. A pesquisa científica se inicia a partir de um problema a ser respondido ou solucionado por meio do uso de método(s) científico(s), sendo estes três elementos: problema(s), método(s) científico(s) e busca por resposta(s)/solução(ões) imprescindíveis para uma pesquisa científica (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).

É importante destacar que não há apenas uma única forma de se obter o conhecimento. No entanto, quando a pesquisa científica é a forma utilizada, pode apresentar-se conforme o QUADRO 1.

QUADRO 1
Classificação das pesquisas

Natureza	Básica	Focada em descobrir novos fenômenos sem a devida preocupação com a aplicação prática.
	Aplicada	Focada principalmente em um problema específico. Envolve a teoria e a prática podendo ser, por exemplo, na área de educação, a qual busca estudar fatores que possam vir a explicar o comportamento dos alunos de uma determinada sala ou escola (MARCONI; LAKATOS, 2010).

1 Adquirido independentemente da ciência e da pesquisa, sobre o qual não há controle (Cf. CERVO; BERVIAN, 2002, p. 6).

2 Controlado por observações e seus devidos registros (Cf. CERVO; BERVIAN, 2002, p. 7).

Abordagem	Quantitativa	Desenvolvida com maior quantidade de dados possíveis, sendo estes analisados numericamente e com o uso da estatística, o que resultará em conjuntos de dados geralmente numéricos e apresentados por meio de gráficos, tabelas e medidas, entre outros (MARCONI; LAKATOS, 2010).
	Qualitativa	Desenvolvida em uma situação natural, rica em dados descritivos. Possui um plano aberto e flexível, focado na realidade complexa e contextualizada (MARCONI; LAKATOS, 2010).
Procedimentos	Bibliográfica	Consiste na busca independente ou como parte de uma pesquisa. Tem caráter descritivo ou experimental, que visa explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em livros, dissertações, teses e artigos (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).
	Documental	Busca em fontes primárias, em documentos provenientes de órgão que realizaram atividades e as documentaram.
	Experimental	Caracteriza-se pela manipulação direta dos fatos ou fenômenos, variáveis. Pretende dizer de que modo ou por que um fenômeno ocorre (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).
	Levantamento	Caracteriza-se pela busca de informações diretamente com um grupo de interesse, de modo a obter dados de interesse (ROESCH, 2005).
	Estudo de caso	Caracteriza-se pela busca, em profundidade, de diversos aspectos característicos de um restrito e determinado objeto de pesquisa (ROESCH, 2005).
Objetivo	Descritiva	Tem como objetivo observar, classificar, explicar, interpretar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos sem a manipulação destes (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).
	Exploratória	Normalmente é o passo inicial de um processo de pesquisa científica. Esta se restringe a definir objetivos e buscar informações mais aprofundadas de um determinado assunto ou problema de pesquisa (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).

Fonte: O autor (2015).

Também é necessário destacar a importância das teorias científicas para as pesquisas, sendo este assunto mais bem abordado adiante.

10.2.3 As teorias científicas e a validade das pesquisas Teorias científicas estão relacionadas ao saber, ao conhecimento, em oposição ao fazer, a prática. O termo teoria é utilizado como significado de um resultado ao qual tendem as Ciências, o estudo dos conceitos e suas relações, que visam determinar e explicar os fatos/fenômenos. Mais amplamente falando, uma teoria científica coordena e unifica os saberes científicos, sendo um poderoso instrumento para o pesquisador, pois possibilita novas descobertas e, assim, a evolução da Ciência (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).

Segundo Marconi e Lakatos (2010), um conceito busca descrever um fenômeno ou objeto por meio de suas características e enumeração de detalhes perceptíveis, além de relacioná-los. Também, a conceituação busca a definição operacional dos fenômenos ou objetos, a qual descreve o comportamento desses fenômenos por meio da sua decomposição. Assim, as teorias buscam a conceituação dos fatos e fenômenos, ou seja, buscam a definição e interpretação destes: "A conceituação abrange conceitos, constructos e termos teóricos que se apresentam com grau crescente de abstração" (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 173).

10.2.4 Leitura, fichamento e resumo Para aproveitar-se do rico arcabouço da literatura, existem técnicas de leitura (ver QUADRO 2) das quais o pesquisador pode se utilizar. Estas técnicas não são mutuamente excludentes; são complementares".

Para sistematizar as informações — de modo que não se percam por diferentes motivos, dentre eles o esquecimento — faz-se uso do fichamento. Nele, fazem-se as anotações sobre o texto lido, sendo estas: referências bibliográficas; páginas; afirmações dos autores; citações e comentários sobre o texto. Nestes últimos, é importante destacar as ideias centrais e secundárias do autor e a definição operacional dos conceitos. Ou seja, como eles podem ser postos em prática (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011).

Em uma pesquisa científica, é importante não fazer afirmações da literatura sem que haja as devidas citações das referências bibliográficas.

QUADRO 2
Tipos de leituras

Pré-leitura	Fase inicial da leitura, onde o pesquisador busca selecionar os documentos bibliográficos que contenham os dados e a visão global sobre o assunto de interesse. Faz-se examinando partes da bibliografia como, por exemplo: sumário, resumo, índices, referências, prefácio, introdução, conclusão, etc.
Leitura seletiva	Localiza-se as informações nos textos e seleciona-se o que for mais adequado. Selecionar significa descartar o dispensável e se fixar no que é realmente de interesse. Para tal, faz-se necessário definir critérios de busca — problema formulado, hipóteses, objetivos intrínsecos do estudo — com o objetivo de selecionar material útil ao trabalho.

Leitura crítica ou reflexiva	Estudar os textos com o objetivo de entender o que o autor afirma sobre o assunto de interesse. Nesta etapa, deve-se ter em mente o(s) problema(s) aos quais se pretende buscar resposta(s)/solução(ões). Deve-se estar despido de preconceitos e interesses sobre a verdade com o intuito de identificar, escolher e compreender as ideias centrais e secundárias, diferenciando e comparando ambas.
Leitura seletiva	Etapa de análise e julgamento das ideias dos autores de modo a formar o conhecimento sobre o(s) assunto(s) de interesse e tendo a capacidade de sintetizá-los, bem como aproveitar-se das conclusões para as aplicações práticas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CERVO; BERVIAN; SILVA, 1983, p. 85.

10.2.5 Citações e referências

Citações e referências são utilizadas para referenciar os autores empregados como base literária para a pesquisa científica. O uso de conceitos de terceiros, sem que estes sejam devidamente citados e referenciados, é um ato ilegal segundo as leis de direitos autorais.

Referência bibliográfica pode ser definida como: “O conjunto padronizado de elementos descritivos, retirados de um documento, que permite sua identificação individual” (ABNT, 2002).

As citações são definidas pela ABNT na NBR 10520, conforme o QUADRO 3.

QUADRO 3
Definições das citações

Citação	Menção de uma informação extraída de outra fonte.
Citação de citação	Citação direta ou indireta de um texto em que não se teve acesso ao original.
Citação direta	Transcrição textual de parte da obra do autor consultado.
Citação indireta	Texto baseado na obra do autor consultado.
Notas de referência	Notas que indicam fontes consultadas ou remetem a outras partes da obra onde o assunto foi abordado.
Notas de rodapé	Indicações, observações ou aditamentos ao texto feitos pelo autor, tradutor ou editor, podendo também aparecer na margem esquerda ou direita da mancha gráfica.
Notas explicativas	Notas usadas para comentários, esclarecimentos ou explicações, que não possam ser incluídos no texto.

Fonte: ABNT (2002, p. 2).

A forma correta de citar e referenciar as fontes bibliográficas utilizadas nos estudos está disposta nas seguintes normas da ABNT: NBR 6023:2002 – Referências – Elaboração e NBR 10520:2002 – Citações em documentos – Apresentação.

10.2.6 **FORMULAÇÃO** **DE PROBLEMA** **e HIPÓTESES DA** **PESQUISA**

*Não são as respostas que movem o mundo, são as perguntas
(ALBERT EINSTEIN).*

Após a escolha do tema, sua delimitação e escopo, a próxima etapa é a sua transformação em problema de pesquisa, onde se inicia o processo de investigação. Recorda-se que, segundo Cervo, Bervian e Silva (2011), para uma pesquisa científica se faz necessário haver três componentes: problema, método(s) científico(s) e busca de resposta(s). Então, a escolha, delimitação e definição do escopo do tema não configuram ainda uma pesquisa científica. Formular um problema de pesquisa significa elaborar uma pergunta acerca do tema escolhido para a qual buscar-se-ão respostas e/ou soluções. Segundo Cervo, Bervian e Silva (2011), o problema deve ser redigido de forma interrogativa, clara, precisa e objetiva. Será formulada uma questão cuja solução viável possa ser alcançada pela investigação.

Para alguns tipos de problemáticas é possível que o pesquisador, por dedução de resultados já conhecidos ou indução de supostas causas de um fenômeno, gere hipóteses que possam direcionar possíveis respostas do problema de pesquisa, as quais serão confirmadas ou refutadas. Cervo, Bervian e Silva (2011) sugerem que, em trabalhos acadêmicos, o número de hipóteses seja reduzido.

10.2.7 **VALIDADE** **DA PESQUISA**

A validade de uma pesquisa está relacionada ao fato de o estudo representar uma realidade dos fatos ou fenômenos, ou seja, o grau em que o estudo está livre de eventuais erros. Também visa identificar se os dados obtidos são todos necessários à pesquisa, isso é, se nenhum dado necessário ficou de fora.

Segundo Ollaik e Ziller (2012), em pesquisas quantitativas a validade se relaciona com a sua objetividade, ou seja, a utilização de métodos científicos objetivos, geralmente estatísticos, como, por exemplo, quando o pesquisador se utiliza de escalas objetivas, as quais possibilitam a repetição do estudo. Uma pesquisa quantitativa válida possibilita que outro investigador desenvolva o mesmo estudo e obtenha o mesmo resultado ou, pelo menos, algo muito próximo.

Já nas pesquisas qualitativas, a validade pode apresentar-se de diferentes formas, haja vista que as escalas objetivas de medição não se aplicam a estes tipos de método. Estes dependem da compreensão da validade em outras perspectivas. Então, a validade de pesquisas qualitativas se verifica avaliando se estas medem verdadeiramente o que os pesquisadores se propuseram a medir e se os processos metodológicos utilizados foram consistentes e coerentes (OLLAIK; ZILLER, 2012).

10.3 MÉTODOS DE PESQUISA

Existem diferentes métodos de pesquisas e os científicos estão relacionados aos processos de pesquisa, portanto, são formas de acesso ao descobrimento da realidade de fatos e fenômenos. “Nas ciências, entende-se por método o conjunto de processos empregados na investigação e na demonstração da verdade” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2011, p. 27).

Destaca-se que a opção por um método errado ou por um frágil e não consolidado pode desacreditar o todo ou parte dos resultados obtidos. Como exemplo, citam-se dois métodos utilizados para obter a previsão do tempo: pode-se afirmar que tem maior credibilidade a afirmação sobre a possibilidade de chuva quando essa tem como base o sistema meteorológico tácito e de lógica geral (como o Sistema Meteorológico do Paraná - Simepar), do que a afirmativa de um indivíduo que utiliza como método determinadas dores que sente no pé esquerdo, com a justificativa que, ao sentir aquela dor, chove. “Em suma, método científico é a lógica geral, tácita ou explicitamente empregada para apreciar os méritos de uma pesquisa” (NAGEL, 1969, p. 19).

Alguns métodos de pesquisa estão dispostos no QUADRO 4.

QUADRO 4
Métodos de pesquisa mais comuns

Indutivo	Mais abrangente, parte de constatações de casos específicos para as teorias e leis. Tem como base as premissas particulares para tirar conclusões sobre os fatos. Pode levar a uma generalização indevida e, às vezes, equivocada. Exemplo: Todas as baleias observadas tinham boca e língua. Logo, todas as baleias têm boca e língua.
Dedutivo	Parte de leis e teorias para compreender fenômenos particulares, ou seja, tem como base as teorias e leis para tirar conclusões sobre fatos específicos. Exemplo: Todo mamífero tem boca e língua. A baleia tem boca e língua. Logo, a baleia é um mamífero.
Hipotético-dedutivo	Parte da percepção de lacunas nos conhecimentos. Elaboram-se hipóteses e, no uso do processo dedutivo, testa-se a ocorrência dos fenômenos. Exemplo: Como se formam os vermes na carne? Seriam espontaneamente ou não? Os vermes são causados pelas moscas em contato com a carne? Se as moscas ficarem afastadas da carne, não se desenvolverão nela? Obs.: Em testes realizados, foi descoberta a necessidade do contato das moscas com a carne.
Dialético	É a forma de estudar a realidade por meio das contradições. Entra no mundo dos fenômenos por meio de ações recíprocas, da contradição ao fenômeno e da mudança dialética. Exemplo: O aluno com média 7,0 está capacitado. Nem todo aluno com média 7,0 está capacitado.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em LAKATOS; MARCONI (1991, p. 47).

Todo método depende do objetivo da investigação. Assim, a opção pelo método deve atender aos objetivos a que se propõe o pesquisador e se faz oportuno aqui distinguir métodos de técnicas de pesquisa científica, onde métodos de pesquisa tratam-se de procedimentos sistêmicos e ordenados em um plano geral da pesquisa e técnicas de pesquisas dizem respeito à aplicação do plano metodológico da pesquisa e a forma de execução deste plano. Portanto, técnicas de pesquisas estão subordinadas aos métodos de pesquisas (CERVO, BERVIAN; SILVA, 2011).

10.3.1 Técnicas de Pesquisa Como já descrito, enquanto o método corresponde ao conjunto das etapas de uma investigação e deve ser definido pelos objetos de pesquisa, as técnicas correspondem aos procedimentos aplicados em cada etapa do método. Isto é, o método é formado por um conjunto de técnicas relacionadas e adequadas ao conhecimento de fenômenos e suas relações.

Podem ser chamados de técnicas aqueles procedimentos científicos utilizados por uma ciência determinada no quadro das pesquisas próprias dessas ciências. Assim, há técnicas associadas ao uso de certos testes em laboratório, ao levantamento de opiniões de massa, à coleta de dados estatísticos; há técnicas para conduzir uma entrevista, para determinar a idade de fósseis por medições de carbono, para decifrar inscrições desconhecidas, etc. (CERVO; BERVIAN, SILVA, 2011, p. 30).

As técnicas corretas estão, geralmente, inter-relacionadas às coletas e análises dos dados.

10.3.2 Técnicas de Coleta de Dados Antes de coletar os dados, faz-se necessário o seu planejamento. Logo, esta deve ser realizada em torno das variáveis que estão sendo estudadas, as quais são previamente delimitadas e vão compor os instrumentos de coleta de dados.

Segundo Andrade (2009), variáveis são definidas como fatores ou circunstâncias que influem direta ou indiretamente sobre o fato ou fenômeno que está sendo investigado. São consideradas variáveis, pois variam de acordo com cada pesquisa ou contexto em que estão inseridas.

Estas necessitam ser claramente definidas na forma constitutiva ou conotativa e na forma operacional, sendo que a confusão sobre o significado dos conceitos pode destruir o valor de estudo de uma pesquisa sem que o pesquisador ou o cliente percebam (COOPER; SCHINDLER, 2003).

Definidas as variáveis, parte-se para a elaboração dos instrumentos de coleta de dados. No entanto, definir quais serão utilizados depende do contexto em que está inserido o problema, do público-alvo, da geografia e da logística, entre outros (MATTAR, 2011). Os instrumentos de coleta de dados podem apresentar-se, mais comumente, como estruturados, semiestruturados e não estruturados, sendo estes mais bem detalhados no QUADRO 5.

QUADRO 5

Tipos de elaboração de instrumentos de coleta de dados

Estruturados	Quando se cria uma estrutura rígida e predeterminada para a elaboração dos instrumentos, bem como para a sua aplicação.
Semiestruturados	Cria-se uma estruturação aberta na elaboração dos instrumentos, o que permite, quando da aplicação destes, eventuais alterações necessárias e melhor condução da coleta dos dados por parte do pesquisador.
Não estruturados	Não se predetermina nenhuma estrutura dos instrumentos de coleta de dados, assim, quando da aplicação dos instrumentos, o pesquisador tem liberdade na coleta dos dados, porém tem menor controle deles.

Fonte: O autor (2015).

Entre os instrumentos utilizados, cita-se a observação, a entrevista e o questionário (QUADRO 6).

QUADRO 6

Tipos mais comuns de instrumentos

Observação			
Participante	Não participante	Disfarçada	Não disfarçada
O pesquisador participa do processo objeto da pesquisa. Exemplo: Um pesquisador observa o comportamento dos alunos, pertencendo ele também à turma, ou seja, sendo um aluno.	O pesquisador não participa do processo objeto da pesquisa. Exemplo: Um pesquisador observa o comportamento dos alunos não pertencendo à turma.	Consiste no estudo e levantamento de dados por meio de observações, por parte do pesquisador, onde os pesquisados não sabem que estão sendo observados.	Consiste no estudo e levantamento de dados por meio de observações, por parte do pesquisador, onde os pesquisados sabem que estão sendo observados.
Entrevista			
Conversação de maneira metódica entre o pesquisador e o pesquisado, podendo ser: <ul style="list-style-type: none"> • sem roteiro (não estruturada); • com roteiro semiestruturado (por meio de formulário); ou • estruturado (por meio de questionário com perguntas e respostas). Fonte: MARCONI; LAKATOS, 2010.			
Questionário			
Formulário — Roteiro de perguntas enunciadas (MARCONI; LAKATOS, 2010).		Questões abertas — Possibilita que o pesquisado se expresse de forma livre (ROESCH, 2005).	
Questionário — Série de perguntas que devem ser respondidas pelo pesquisador (MARCONI; LAKATOS, 2010).		Questões semiabertas — Possuem respostas predeterminadas e um campo para que o pesquisado se expresse livremente. Questões fechadas — Possuem respostas predeterminadas para serem respondidas pelo pesquisado (ROESCH, 2005).	

Fonte: O autor (2015).

A aplicação dos instrumentos pode dar-se na forma de corte transversal. Sampieri et al. (1991) explicam que esta forma consiste em coletar e levantar dados com o objetivo de analisar uma ou mais variáveis, previamente delimitadas, em um determinado momento. Esse corte pode se dar na forma longitudinal, ao longo de um determinado período, ou único, coletado em apenas um momento.

Antes de aplicar as pesquisas, principalmente quando utilizado o formulário ou questionário, faz-se necessária a aplicação de pré-testes do instrumento. Esse procedimento corresponde à aplicação das questões a uma pequena parte da população a ser investigada. Esse procedimento justifica-se devido ao fato de o pesquisado poder ter um entendimento diferente do pesquisador. A exemplo, cita-se que este último despendeu tempo e todo o seu conhecimento na elaboração de um instrumento e, para ele, tudo está bem claro e compreensível, porém, na aplicação, algumas perguntas não estavam claras para o pesquisado, necessitando da intervenção do investigador para esclarecê-las. Logo, para que tal situação seja evitada, usa-se o pré-teste, de modo a identificar possíveis pontos não compreensíveis e ajustes nos instrumentos, a fim de este ser aplicado sem que haja a necessidade de intervenção. Segundo Marconi e Lakatos (2010) o pré-teste poderá evidenciar três elementos importantes para a coleta de dados, sendo:

1. Fidedignidade: obter sempre os mesmos resultados, independentemente do aplicador da pesquisa.
2. Validade: não deixar de fora nenhum dado necessário à pesquisa.
3. Operatividade: elaborar questões com significados claros e vocabulário compatível.

10.3.3 População e amostra

Segundo Marconi e Lakatos (2010), população ou universo é um conjunto de seres, animados ou não, que se apresentam com pelo menos uma característica em comum. Assim, para delimitar um universo/população de pesquisa, deve-se explicitar quais seres, pessoas, fenômenos ou coisas serão analisados, descrevendo suas características comuns (exemplo: comunidade ou organização a que pertencem, faixa etária, gênero, etc.). Certas vezes, não é possível executar uma pesquisa censitária, ou seja, realizar um censo que abranja todos os elementos da população pois, por algum motivo, não se consegue ter acesso a toda a população de uma pesquisa. Assim, surgem as pesquisas por amostragem, as quais buscam investigar apenas uma parte desse contingente. Existem duas divisões neste processo: a probabilística e a não probabilística (MARCONI; LAKATOS, 2010). Os tipos mais comuns são mais bem descritos no QUADRO 7.

QUADRO 7

Tipos mais comuns de amostragens

Divisão da amostragem	Descrição da divisão	Tipos mais comuns	Descrição dos tipos
Probabilística	Utiliza-se de formas aleatórias para selecionar os elementos da população, sendo que todos terão a mesma probabilidade de participar da amostra. Possibilita tratamentos estatísticos e compensação de eventuais erros (MARCONI; LAKATOS, 2010).	Aleatória simples	Enumeram-se os elementos e, com base nos cálculos do tamanho da amostra necessária, realiza-se a seleção aleatória. Exemplo: utilizando-se cálculos estatísticos, para uma população de 9000 alunos e margem de confiança de 5%, precisa-se de uma amostra de 3000 alunos.
		Estratificada	Criam-se estratos, selecionando com base em dados estatísticos parte de cada desses. Exemplo: da amostra de 3000 alunos, deve-se ter componentes de todas as regiões de Foz do Iguaçu (PR).
Não probabilística	Não utiliza forma aleatória de seleção dos elementos da população, não podendo assim, extrapolar os resultados para além da amostra (MARCONI; LAKATOS, 2010).	Conveniência e adesão	Definir por critérios particulares e considerando a conveniência um quantitativo x de selecionados para a amostra. Ainda, adesão significa selecionar aqueles que aderem à pesquisa. Exemplo: uma amostra de 200 primeiros alunos que tiverem dispostos a participar da minha pesquisa.
		Tipicidade	Definir os pertencentes à amostra de acordo com o tipo. Exemplo: 200 alunos do gênero feminino, com renda familiar inferior a R\$ 2.000,00, do segundo ano do Ensino Médio.
		Cotas	Definir os pertencentes à amostra utilizando-se de critérios particulares. Por cotas de participação da amostra. Exemplo: Das 200 alunas, serão 100 da região central e 100 dos demais bairros.

Fonte: O autor (2015).

A definição da população e amostra impacta diretamente as formas de analisar os dados coletados.

10.4 Análise dos dados

A análise dos dados pode se dar de diferentes formas, porém deve se observar os tipos de pesquisa adotados. Por exemplo, para as qualitativas, dificilmente será possível se utilizar, como ferramenta, o tratamento estatístico, pois para esses tipos de investigação os melhores meios são as análises de conteúdo.

Segundo Marconi e Lakatos, a análise de conteúdo:

[...] trabalha a palavra, a prática da língua realizada por emissões identificáveis. Levam em consideração as significações (conteúdo), sua forma e a distribuição desses conteúdos e formas. Lida com mensagens (comunicação) e tem como objetivo principal sua manipulação (conteúdo e expressões) (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 28).

A análise de conteúdo se dá por meio de uma descrição objetiva e sistemática do teor dos dados coletados, podendo ser quantitativa, observando quantas vezes um determinado fator apresenta-se nos dados, ou qualitativa, estudo em profundidade do teor dos dados coletados. Também se pode realizar análises por meio de documentos. Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 29) a análise:

Documental – consiste em saber esclarecer a especificidade e o campo de análise de conteúdo. Seria um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento de forma diferente. Trabalha com documentos e se faz, principalmente, por classificações-indexação. Seu objetivo consiste na reapresentação condensada da informação (MARCONI; LAKATOS, 2010, p. 29).

Já em pesquisas quantitativas as melhores formas de realizar as análises são por meio do uso de tratamentos estatísticos. As principais medidas do tratamento estatístico são as de posição, dispersão, comparação de frequências e apresentação de dados (MARCONI; LAKATOS, 2010) e são mais bem descritas no QUADRO 8.

QUADRO 8

Principais medidas do tratamento estatístico

Medidas de posição	Média — extração do valor médio de um total das respostas. Mediana — obtenção do valor intermediário que separa a metade superior da inferior dos dados obtidos. Moda — identificação do valor que mais aparece como resposta.
Medidas de dispersão	Desvio padrão — obtenção do valor de variação ou dispersão em relação à média dos dados obtidos. Assimetria — identificação do grau de afastamento de uma distribuição dos dados obtidos. Curtose — identificação do grau de achatamento de uma distribuição dos dados obtidos.
Comparação de frequências	Razão — elaboração do quociente entre duas medidas entre si. Índices. Exemplo: a/b . Proporção — obtenção das frequências relativas entre duas medidas para estimar probabilidades de um evento. Exemplo: $a/a+b$. Porcentagens — descrição do valor em percentual.
Apresentação de dados	Tabelas – descrição e relacionamento dos dados de valores numéricos. Gráficos – descrição de diferentes valores de fácil compreensão. Quadros – descrição relacionamento dos dados de textos.

Fonte: O autor (2015).

10.5 Conclusões

As conclusões consistem em uma súmula do trabalho, onde são apresentadas as considerações finais sobre o assunto abordado e se os objetivos foram atingidos ou se as hipóteses foram corroboradas ou refutadas. Segundo Michaelis (2000), a conclusão corresponde a deduzir, ato consequente da argumentação.

Deve-se escrever a conclusão de forma clara, podendo o autor do trabalho manifestar sua perspectiva sobre os resultados obtidos e/ou apresentar sugestões de desenvolvimento de outros estudos relacionados. É sempre bom destacar nas conclusões as conquistas alcançadas com o estudo, apontar as relações existentes entre os fatos identificados com as teorias trazidas na fundamentação teórica do trabalho e, por fim, indicar as limitações do estudo.

10.5.1 Elaboração e apresentação de relatório de pesquisa

Relatórios de pesquisa podem ser elaborados de diferentes maneiras, seja como trabalho acadêmico, artigo científico, monografia, dissertação de mestrado e tese de doutorado. Cada um desses trabalhos é elaborado em diferentes níveis de profundidade e exigência metodológica.

Para o curso de especialização, exigem-se monografias como trabalho de conclusão do curso.

Referências

ANDRADE, Maria Margarida de. *Introdução à metodologia do trabalho científico*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: Informação e documentação: referência: elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24 p.

_____. *NBR 10520:2002 – Citações em documentos – Apresentação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 7 p.

_____. *NBR 14714: Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 7 p.

CARVALHO, Alex et al. *Aprendendo metodologia científica*. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. *Metodologia científica: para o uso de estudantes universitários*. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. *Metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

_____. *Metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

COOPER, Donald R.; SCHNDLER, Pamela S. *Métodos de pesquisa em Administração*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos da metodologia científica*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

_____. *Metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATTAR, Fauze Najib. *Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011. v. 1.

MESQUITA, Francielle A. da Silva; VIEIRA JUNIOR, Nilson Carlos (Org.). *Manual de apresentação de trabalhos acadêmicos*. Foz do Iguaçu. Disponível em: <<https://www.unila.edu.br/sites/default/files/files/Manual%20de%20Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Trabalhos%20Acad%C3%AAmicos.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

MICHAELIS. *Minidicionário escolar da língua portuguesa*. São Paulo: Melhoramentos, 2000.

NAGEL, E. *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Cultrix, 1969.

OLLAIK, Leila Giandoni; ZILLER, Henrique Moraes. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. *Scientiae Studia*, Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 229-241, jan./mar. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v38n1/ep448.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2015.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. *Projetos de estágio e de pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SAMPIERI, R. H. et al. *Metodologia de la investigacion*. México: McGraw-Hill, 1991.

11. METODOLOGIA DE PROJETOS I

KELLY D. SOSSMEIER¹
RODRIGO BLOOT²

¹Professora da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Doutora (2010) e mestre (2006) em Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

²Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Possui graduação em Matemática (2005) e mestrado em Matemática Aplicada (2008) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). É doutor em Matemática Aplicada pela UNICAMP (2012).

11.1 INTRODUÇÃO

A educação/ensino por meio de projetos é uma ferramenta pedagógica cujo emprego tem sido incentivado e proposto por uma série de autores, existindo uma ampla quantidade de publicações tratando dos aspectos formais deste tipo de pedagogia, bem como de sua metodologia. Uma rica quantidade de detalhes poderá ser encontrada em Hernández (1998), Valente (1999), Almeida e Fonseca Júnior (2000), entre outros. O objetivo deste capítulo não foi estudar a fundo este tema, do ponto de vista técnico, mas estabelecer uma via que possibilitasse aos participantes do curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática para séries finais – Ensino Fundamental empregar algum tipo de sugestão concreta de metodologia, por meio de atividades sugeridas, que pudessem ser usadas como uma espécie de “*template*” para a proposição destes tipos de atividade em sala de aula. Além disso, para o uso de projetos é necessário que o professor tenha em mente que tanto a pesquisa bibliográfica como os seminários devem ser usados de maneira adequada para o desempenho satisfatório deste tipo de abordagem. Por este motivo, algumas seções deste capítulo serão dedicadas a tal estudo, possuindo indicações de como realizar pesquisas bibliográficas e seminários de maneira formal e apropriada, sendo o material aqui exposto também útil como base para outros contextos, além da prática de pedagogia pelo uso de projetos.

Durante a realização curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática, uma grande quantidade de tópicos foi explorada, incluindo a elaboração de projetos e a pesquisa científica. Estas ferramentas, que representam o método científico, podem ser exploradas dentro da sala de aula. Neste capítulo iremos estimular uma discussão a respeito do uso de projetos como metodologia.

11.2 PEDAGOGIA DE PROJETOS

Inicialmente, deve-se esclarecer que, ao se falar de educação por meio de projetos, é necessário estabelecer qual será o tipo utilizado. Ao usar um projeto como ferramenta pedagógica, o professor deve ter em mente que este não será implementado somente pelos alunos. Nesta metodologia, o docente deixa de ser um mero transmissor do conhecimento e passa a ser um mediador, acompanhando-os e estimulando a interdisciplinaridade. De acordo com Machado (2000), o fundamental deste tipo de metodologia é a autoria e a execução, visando sempre a apropriação do saber pelos estudantes. Por este motivo, ao aplicá-la em sala de aula o professor tem de mensurar quais objetivos e tarefas serão propostos, sabendo-se que a participação dos alunos na execução e, por consequência, a apropriação de saberes são os objetivos. Para utilizar esta abordagem, é necessário que o professor organize a atividade nas seguintes etapas:

- a) intenção;
- b) preparação e planejamento;
- c) desenvolvimento;
- d) apreciação final.

O projeto não pode ser concebido com barreiras de conhecimento bem delimitadas, pois, muitas vezes, estratégias pedagógicas que envolvem temas extracurriculares devem ser pensadas englobando saberes que eventualmente não estão sendo estudados. A flexibilidade no planejamento é o constituinte fundamental para o sucesso desta abordagem. Estas recomendações, bem como uma discussão detalhada sobre este tema, podem ser encontradas em Almeida e Fonseca Júnior (2000). O projeto não deve ser confundido com uma atividade dada por um professor e que consiste na mera realização de um trabalho pelos alunos, partindo de um tema dado e se confundindo com uma tarefa corriqueira em grupo. De acordo com Almeida e Fonseca Júnior (2000, p. 22) na prática do uso de projetos o professor deve “ter coragem de romper com as limitações do cotidiano, muitas vezes autoimpostas”.

Uma sugestão para o uso de projetos em sala de aula é a seguinte: o professor estabelece uma situação-problema na qual a realização do projeto principal pelos estudantes passa pela execução de projetos menores. Posteriormente, a junção destes resultará no funcionamento de uma situação global. Suponhamos que se deseja trabalhar com conceitos de funções trigonométricas, eletricidade e *design*. Primeiramente, deve-se estabelecer os pré-requisitos para esta atividade por parte dos estudantes:

- a) possuir familiaridade com o plano cartesiano;
- b) saber construir e interpretar gráficos de funções polinomiais;
- c) possuir noções de trigonometria e ângulos;
- d) possuir conhecimentos elementares sobre eletricidade;
- e) possuir conhecimentos elementares sobre ímãs.

Estes pré-requisitos poderiam ser desenvolvidos em conjunto com os alunos em um momento anterior visando facilitar a tarefa, não havendo, porém, problemas de estes serem construídos pelo processo de participação dos estudantes no projeto proposto. Observe que aqui se assume uma política pedagógica convergente com estes tipos de abordagens, não cabendo questionar se o ambiente escolar real pode efetivamente comportar tais métodos. Estas indagações não são o objeto de interesse deste material e discussões nesta linha podem ser encontrados em Valente (1999). Uma descrição desta atividade segue abaixo:

Projeto: construir um motor movido a corrente alternada.

Objetivos gerais: promover a construção do saber sobre funções trigonométricas, seno e cosseno, geração de eletricidade e compreender sua relação com o conceito de corrente alternada.

Objetivos específicos: usar eletricidade para compreender o gráfico, período, frequência e amplitude de funções seno e cosseno. Fazer com que os estudantes percebam como estes conceitos matemáticos surgem em problemas práticos de maneira natural.

Detalhes do projeto: O projeto será composto de algumas etapas, pois compreende uma série de temas relacionados à Física, Matemática, *Design* e gerenciamento de equipe. Os conceitos que serão usados para a execução do projeto não são demasiadamente complexos e um pequeno panorama de como estes temas podem ser explorados será apresentado. O princípio físico fundamental por trás destas ideias é o de conservação de energia, sendo que energia mecânica será convertida em energia elétrica, e, posteriormente, a energia elétrica será convertida em energia mecânica, gerando movimento. O ponto de partida deste projeto é inspirado num experimento muito elementar de se aproximar um ímã de um indutor. O sentido da corrente está relacionado com a polaridade do ímã que se aproxima do indutor. Sob o efeito de um campo magnético, o indutor irá gerar uma corrente elétrica momentaneamente, como ilustrado na FIG. 1.

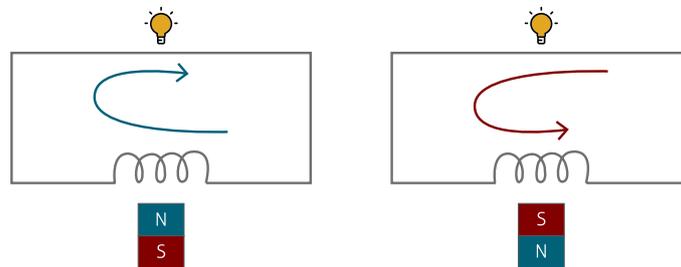


FIGURA 1 — As setas representam o sentido da corrente elétrica momentânea gerada pelo indutor
 Fonte: O autor (2017).

Se o ímã for colocado numa base redonda que possa ser rotacionada, irá ocorrer a geração de corrente elétrica em dois sentidos, horário e anti-horário, com a intensidade da corrente elétrica em cada sentido variando. A FIG. 2 ilustra este processo, sendo que a intensidade da corrente elétrica pode ser representada em função do ângulo, dado em radianos.

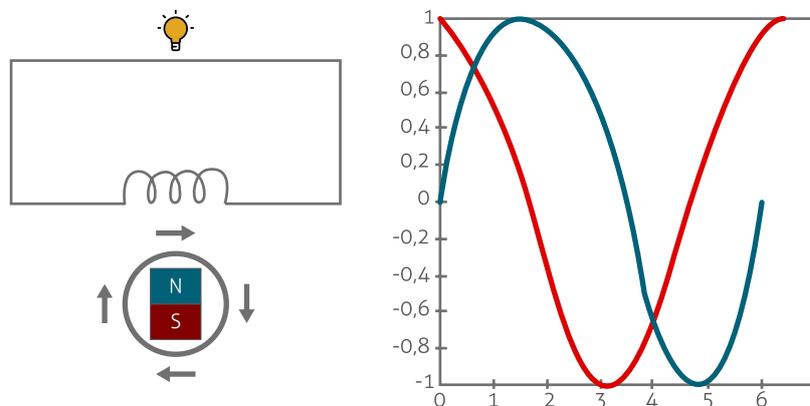


FIGURA 2 — Imagem representativa de como a intensidade da corrente em cada direção pode ser representada de forma funcional em um gráfico do ângulo (em radianos) pela corrente normalizada
 Fonte: O autor (2017).

O experimento mostra que o movimento circular do ímã gera corrente elétrica alternada e, por este motivo e pela lei de conservação da energia, pode-se gerar corrente elétrica alternada a partir de um movimento mecânico. A FIG. 3 mostra como um motor trifásico funciona em termos de correntes alternadas e ímãs, sendo o motor elétrico basicamente um ímã que gira sob o efeito de campos magnéticos gerados por eletroímãs.

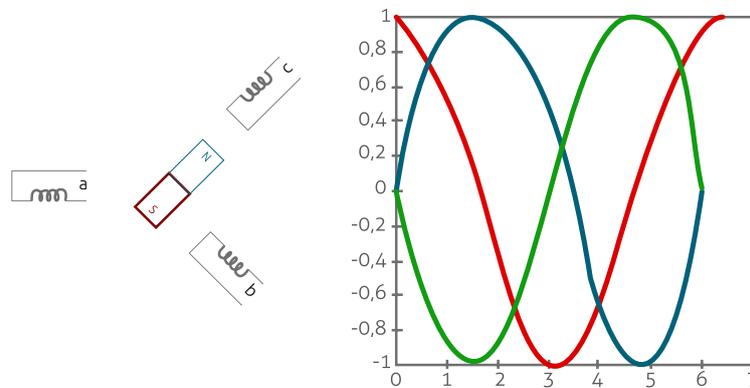


FIGURA 3 — Representação de um motor trifásico que é acionado por correntes alternadas
Fonte: O autor (2017).

O projeto consiste em criar um motor como este usando peças simples, como ímãs indutores de cobre e materiais para fazer a montagem. Não será usada energia fornecida pela rede elétrica devido à alta voltagem. Por isso, na execução do projeto, os alunos terão de criar uma forma de gerar energia para fazer funcionar o motor projetado por eles. Para mais detalhes a respeito de eletromagnetismo, consulte Costa (2009).

Divisão de tarefas: o projeto será realizado por uma equipe de 24 alunos divididos em quatro grupos de seis integrantes. Cada equipe ficará responsável por determinadas tarefas, sendo estas interdependentes. Para execução final do projeto, serão utilizados os resultados de todas as equipes envolvidas. A divisão das tarefas será da seguinte maneira:

- Grupo 1: responsável pela construção dos motores;
- Grupo 2: responsável pela montagem dos circuitos elétricos;
- Grupo 3: responsável pelos cálculos necessários para o bom funcionamento do motor;
- Grupo 4: responsável pelo gerenciamento e administração de quais etapas estão atrasadas ou com problemas de execução.

Seminários: por se tratar de um projeto que envolve muitas tarefas e saberes, serão realizados seminários pelos grupos tratando dos seus temas de pesquisa. Os seminários serão ministrados a todos os participantes da tarefa. O cronograma de seminários pode ser:

Seminários sobre fundamentos do tema:

1. Ímãs: história e propriedades (grupo 1).
2. Circuitos elétricos, corrente alternada *versus* corrente contínua (grupo 2).

Seminários sobre a montagem das partes do projeto:

1. Representação funcional da corrente alternada (grupo 3).
2. Correlação entre eletricidade e magnetismo (grupo 4).

Execução do projeto: o projeto poderá contar, para sua execução, somente com os seguintes itens:

- Ímãs;
- Fios de cobre;
- Madeira, massa de *biscuit* e lego para construção do motor;
- Aparelhos para medição elétrica.

Os grupos terão de dimensionar como usar estes materiais à disposição para construir o motor e fazê-lo funcionar. O grupo 4 será uma interface entre o professor e as demais equipes, fornecendo relatórios do andamento do projeto, bem como de atrasos no cronograma estipulado. Os demais também terão de estabelecer discussões entre si para a execução das tarefas, uma vez que o produto final somente funcionará se todas as partes trabalharem em conjunto e corretamente. O professor, no papel de intermediário, irá propor com sutileza ideias e alternativas às equipes quando necessário, mas sem retirar as atribuições daquela responsável pela gerência do projeto. O funcionamento destas relações de troca encontra-se ilustrado na FIG. 4, por meio da qual é possível perceber que o docente estará em contato com todos os grupos.

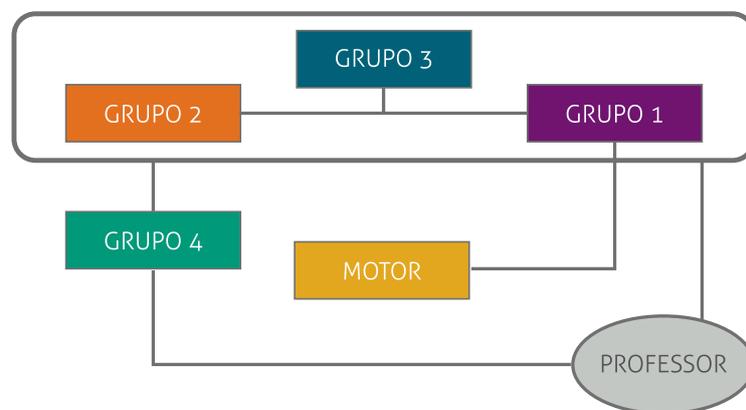


FIGURA 4 — Descrição de como serão as relações de troca de conhecimento entre cada parte envolvida no projeto
Fonte: O autor (2017).

Avaliação dos envolvidos: avaliar o desempenho em uma tarefa como esta é bastante complicado. Assim, uma alternativa é promover a autoavaliação das equipes. Como para o desempenho de sua tarefa cada equipe dependerá do trabalho desenvolvido pelas demais, é possível também que elas se avaliem entre si. Evidentemente, não será possível medir de forma absoluta os resultados de cada uma, sendo que o professor pode usar tanto as autoavaliações quanto as avaliações entre grupos, além do resultado final do projeto, para mensurar se o desempenho na atividade foi satisfatório ou não.

Vamos Praticar!

Atividade 1: os participantes do curso devem se dividir em grupos e implementar o projeto acima descrito. Cada grupo deverá fazer um relatório descrevendo as dificuldades encontradas e como isso se refletiria em sala de aula.

Atividade 2: cada participante do curso deverá criar um projeto para ser usado em classe sobre algum tema de sua escolha, tendo como objetivo a interdisciplinaridade. Formule o projeto usando os passos indicados nas seções sobre pesquisa bibliográfica e seminários.

Tendo em vista que se trata de um projeto, torna-se necessário, por parte do docente, definir o tema que pretende trabalhar com os alunos de maneira apropriada e dentro de normas estabelecidas. Por este motivo, independentemente do conteúdo ou das ideias que serão abordadas, deve-se levar em consideração, na formulação do projeto, os procedimentos adequados para a realização de pesquisa bibliográfica, seminários e formatação dos projetos, tópicos que serão abordados futuramente neste texto. Adicionalmente, sugere-se Salvador (1986), Severino (1996), Cervo, Bervian e Silva (2007) e Pizzani (2012) como referências que podem ser usadas para uma elaboração rigorosa do projeto. O docente deve também ter clara a abordagem que pretende implementar; a opção pelo caminho interdisciplinar aparece como uma boa sugestão a ser seguida.

11.3 SOBRE A INTERDISCIPLINARIDADE

O conceito de interdisciplinaridade parece, em muitos aspectos, bastante nebuloso para uma boa parte dos professores atuantes no Ensino Básico, mesmo existindo um forte estímulo para que eles atuem de forma interdisciplinar. Pouco sobre este tema, e sobre como tornar sua prática funcional em sala de aula, é esclarecido aos docentes em atuação e aos que estão em formação nos cursos superiores de licenciatura. Existem distintas percepções sobre o assunto. De acordo com Pombo (2003), a interdisciplinaridade tem como resultado o surgimento de novas disciplinas, isto é, o processo interdisciplinar inevitavelmente gera novas abordagens que, por serem indissociáveis, acabam se tornando uma nova forma de conhecimento.

É necessário separar a interdisciplinaridade feita no processo de investigação científica daquela feita no ambiente escolar, inserida no processo de ensino-aprendizagem. Deve-se, também, diferenciar abordagens multidisciplinares de abordagens interdisciplinares no ambiente escolar e, ao usar uma didática baseada em projetos, o professor deve ter em vista o uso adequado da interdisciplinaridade.

11.4 Pesquisa BIBLIOGRÁFICA

“A pesquisa bibliográfica constitui o procedimento básico para os estudos monográficos, pela qual se busca o domínio do estado da arte sobre determinado tema” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 61). Toda pesquisa deve seguir um protocolo de investigação. O primeiro passo a ser dado, antes mesmo da definição deste protocolo, é a pesquisa bibliográfica. Esta é essencial para que se tenha informações sobre o tema proposto: o que foi publicado sobre o assunto; quais metodologias já foram abordadas; qual o método mais apropriado para a execução do trabalho, entre outros. Assim, a pesquisa bibliográfica auxiliará tanto no embasamento teórico daquilo que se propõe investigar como também levantará variáveis ainda não abordadas relacionadas ao tema, possibilitando o caráter de autenticidade à investigação que será desenvolvida. Desta forma, a pesquisa bibliográfica serve como suporte para a resolução dos problemas que se pretende abordar e também como subsídio na exploração daqueles que ainda não se formalizaram. Importante salientar que não basta apenas fazer um levantamento de tudo o que há sobre o tema que se pretende investigar, é imprescindível também proceder à uma análise crítica dos principais trabalhos encontrados.

Os objetivos, ao se realizar uma pesquisa bibliográfica, devem estar voltados para o descobrimento, recolhimento e análise das principais contribuições que diferentes autores deram sobre um determinado tema. Ou seja, esta é realizada visando resolver um determinado problema ou adquirir novos conhecimentos a partir de informações já publicadas. Ao executar este trabalho, deve-se confrontar o que cada autor disse, a favor ou contra as hipóteses e, a partir destas informações, formular a nossa própria opinião a respeito do tema investigado. Este procedimento pode ser perfeitamente utilizado no contexto da elaboração de projetos, visando sua aplicação em sala de aula.

Pensando no conjunto de ações que irão compor uma investigação científica, pode-se dizer que a pesquisa bibliográfica é uma das etapas desta investigação, e como tal requer zelo, dedicação e muita atenção por parte de quem irá desenvolvê-la. Como qualquer parte de um trabalho sério, esta etapa também requer planejamento para que sua execução resulte em um trabalho de sucesso.

Assim como é possível separar a investigação científica em etapas, o mesmo pode ser feito com o levantamento bibliográfico, podendo-se citar:

11.4.1 Identificação de trabalhos sobre o Tema Nesta primeira etapa, inicialmente faz-se um levantamento das principais fontes bibliográficas que serão consultadas. Recorrem-se às fontes selecionadas para fazer a identificação dos trabalhos existentes sobre o tema.

Sugestão

Para a pesquisa bibliográfica, sugere-se acessar o portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES (www.periodicos.capes.gov.br). Nesse portal, encontra-se um banco de teses, sites de revistas organizados de acordo com as áreas do conhecimento, além de bases de dados. Navegue e descubra suas possibilidades!

11.4.2 Seleção do material de referência Na etapa de identificação de trabalhos publicados sobre o tema procura-se consultar o maior número de obras — publicações, artigos, textos — relativas ao assunto a ser abordado. No entanto, nem tudo o que é levantado poderá ser utilizado. Uma seleção faz-se necessária, pois algumas fontes podem repetir informações, bem como outras podem não se encaixar exatamente no enfoque que se pretende adotar. Ainda, pode haver trabalhos que indiquem controvérsias, as quais não se pretende abordar, ou mesmo trabalhos com informações não comprovadas. Aqui, entra a análise crítica de tudo o que foi selecionado.

11.4.3 Catálogo de materiais de referência Feita a identificação dos trabalhos existentes sobre o tema e a seleção daquilo que será utilizado como embasamento teórico para a pesquisa, é necessário fazer anotações sobre as referências bibliográficas identificadas, registrando os elementos essenciais de cada referência.

Ao desenvolver uma pesquisa bibliográfica, procura-se explicar/entender um problema, ou mesmo responder questões sobre determinado tema, a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, documentos, *sites*, etc. Assim, a pesquisa bibliográfica estará sempre presente num trabalho investigativo, seja ela independente ou como parte de uma pesquisa descritiva ou experimental. Então, pode-se ter uma determinada investigação baseada somente na bibliografia existente sobre um dado tema e, neste caso, a pesquisa bibliográfica deixa de ter o caráter de ser apenas uma etapa do trabalho investigativo e passa a constituir a pesquisa propriamente dita.

Sugestão

Ao catalogar os trabalhos, siga as normas vigentes para as citações de bibliografia. Ao final, facilitará o trabalho de digitação das referências bibliográficas. No portal da UNILA, estas normas podem ser encontradas no seguinte link: <http://www.unila.edu.br/sites/default/files/files/Manual de Apresenta#o de Trabalhos Acad#emicos.pdf>

11.5 Seminários científicos

Na busca pela construção de um conhecimento sólido é preciso, além de pesquisar para entender/explicar um determinado problema, contextualizar, discutir, criticar, reproduzir, aplicar, expandir e propagar o debate sobre aquilo que se pesquisa com os demais membros da comunidade acadêmica e científica. Este procedimento pode ser perfeitamente adaptado para o uso de projetos com fins pedagógicos, servindo de ferramenta para discussões que podem ser mantidas no contexto da sala de aula. Um espaço propício para esta exposição e debate se dá nos seminários de divulgação científica.

O seminário não precisa, necessariamente, marcar o fim de uma investigação científica. Este consiste na realização de uma dinâmica de exposição e discussão de um tema a um determinado grupo e requer, por parte do apresentador, um preparo prévio, que pode ser a pesquisa completa ou parte dela. Com um seminário tem-se por objetivo apresentar um determinado tema, propiciando o aprofundamento e debate sobre ele, bem como sua socialização, visando despertar o interesse na investigação.

Assim como um trabalho escrito tem seus procedimentos e regras específicos, os trabalhos expositivos também os possuem. Estas regras, no caso de um trabalho expositivo como o seminário, estão relacionadas não só à forma como se elabora uma apresentação digital, que servirá de guia para a exposição, mas também à maneira como o apresentador se porta diante da plateia que assiste ao seminário, como ele aborda os elementos constitutivos da apresentação, etc. Desta forma, a realização de um seminário também requer planejamento.

11.5.1 Elaboração da exposição visual

Com o surgimento das tecnologias de informação e comunicação, o uso destas na apresentação de seminários científicos, na tentativa de deixá-los mais atrativos, tornou-se quase que obrigatório. É importante preparar um documento e salvá-lo com, pelo menos, dois formatos de extensão, para não correr o risco de ficar impossibilitado de usá-lo. Uma dica importante é que uma destas extensões seja pdf.

Ao elaborar sua apresentação, é importante ter completo domínio do tema e colocar no documento apenas tópicos que darão uma visão geral da pesquisa ou do que será apresentado, com destaque para alguns detalhes considerados importantes. Não se deve preparar a apresentação em forma de texto contínuo, para ser lido durante a apresentação, pois isto torna-a cansativa e pouco atraente para a plateia que o assiste. Ao preparar a apresentação audiovisual, não se deve esquecer de incluir:

- a) título do trabalho e identificação dos autores e da instituição na qual a pesquisa foi cadastrada;
- b) objetivos da pesquisa;
- c) como se deu a pesquisa, isto é, como a amostra foi selecionada, qual a metodologia aplicada e como procedeu-se à interpretação de resultados;
- d) resultados;
- e) conclusões;
- f) a partir das conclusões, lista das proposições de solução do problema estudado;
- g) principais bibliografias consultadas;
- h) agradecimentos.

Ao planejar um seminário, o apresentador deve elaborar um esquema contendo as informações sucintas que nortearão o seu discurso. Ensaios prévios são importantes para evitar atos falhos que podem comprometer a qualidade do trabalho apresentado. Os recursos audiovisuais que serão utilizados para expor o conteúdo também devem ser pensados com cautela e, neste caso, devem levar em consideração as características do público-alvo do seminário, em especial suas expectativas e seus conhecimentos prévios em relação ao tema. No momento da apresentação oral, deve-se fazer uso de linguagem formal, evitando-se o uso de gírias e cacoetes, pois estes podem prejudicar a fluência da exposição do tema.

Dicas valiosas

Deve-se utilizar tópicos, gráficos, diagramas esquemáticos ou frases curtas, não sobrecarregando os slides com muito texto ou parágrafos inteiros. É necessário prestar atenção ao número de slides preparados, os quais devem ser suficientes para ser apresentados dentro do tempo previsto para a explanação. Deve-se calcular entre um e dois minutos por slide e treinar a fala de modo a não extrapolar o tempo disponível.

Fazer a apresentação no tempo estipulado é sinal de domínio do assunto.

Referências

- ALMEIDA, F. J.; FONSECA JÚNIOR, F. M. *PROINFO - Projetos e ambientes inovadores / Secretaria de Educação a Distância*. Brasília: Ministério da Educação, SEED, 2000. 96 p. (Série de Estudos Educação a Distância, v. 14).
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. *Metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- COSTA, E. M. M. *Eletromagnetismo: teoria, exercícios resolvidos e experimentos práticos*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009. 488 p.
- HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Tradução de Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- MACHADO, N. J. *Educação: projetos e valores*. 4. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2000. v. 1. 160 p.
- PIZZANI, L. et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. *Rev. Dig. Bibl. Ci. Inf.*, Campinas, v. 10, n. 1, p. 53-66, jul./dez. 2012.
- POMBO, O. Epistemologia da interdisciplinaridade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINARIDADE, HUMANISMO, UNIVERSIDADE. 2003. *Anais...* Porto: Universidade do Porto, 2003. p. 1-18. (Cátedra Humanismo Latino).
- SALVADOR, A. D. *Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica: elaboração de trabalhos científicos*. 7. ed. Porto Alegre: Sulina, 1986. 239 p.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do trabalho científico*. 20. ed. São Paulo: Cortez, 1996.
- VALENTE, J. A. Formação de professores: diferentes abordagens pedagógicas. In: _____. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: Unicampi-Nied, 1999. 156 p.

12. METODOLOGIA DE PROJETOS II

EDUARDO DO CARMO

Possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Maringá (2004), mestrado (2007) e doutorado (2011) em Física pela Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Física da Matéria Condensada, atuando principalmente nos seguintes temas: cristais líquidos, sistemas desordenados, sistemas complexos e dinâmica de populações.

12.1 INTRODUÇÃO

Este material serviu de guia para as discussões da última disciplina do curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática para séries finais – Ensino Fundamental. Curso organizado em dois módulos, compostos de seis disciplinas cada. Quanto à finalidade, o primeiro deles foi constituído de disciplinas que versaram sobre técnicas de ensino de Ciências e que podem ser aplicadas à realidade do docente; o segundo módulo buscou dar ferramentas ao docente para que veja o ensino da área como um campo de pesquisa.

Estes dois blocos se complementaram no sentido de fornecer ao professor (aluno desta pós-graduação) ferramentas para que possa dar continuidade ao que foi aprendido no curso. Um exemplo do que se está querendo dizer pode ser dado por meio da disciplina de Experimentação Matemática para o Ensino de Ciências: é certo, e com justificada desconfiança, que em vários momentos das aulas o docente, aluno do curso, tenha pensado que o que ali era abordado não poderia ser empregado para estudantes do Ensino Básico. Em auxílio a este posicionamento é que o segundo módulo de disciplinas veio atuar. Neste, foram abordados métodos para um julgamento inequívoco sobre a viabilidade ou não do uso de uma dada técnica, método ou experimento. Adicionalmente, forneceu-se a postura científica correta para desenvolver/construir modificações que tornem possível a aplicação de um dado tema na sala de aula. Ou seja, tentou-se iniciar o estudante em temas de pesquisa de ensino de Ciências.

Tudo isso que se acabou de descrever teve de ser pensado/elaborado por alguém antes de o curso ser iniciado. Dentro dessa fase de criação intelectual, várias hipóteses para a viabilidade e execução da especialização foram elaboradas. Elas tiveram que passar por uma série de análises: a maior parte caiu pelo caminho, mas as mais robustas sobreviveram e são as que deram forma ao curso.

Este procedimento descrito no parágrafo anterior está intimamente ligado às disciplinas de Metodologia de Projetos I e II. Na etapa final do curso, foi apresentado o método científico e sua aplicação ao ensino de Ciências, como descrito no presente capítulo. Mais especificamente, foi abordada a utilização de modelos e modelagem como ferramentas de ensino e, por fim, foi possível verificar como tudo isso se insere na elaboração de uma monografia.

12.2 O método científico

Ao contemplar alguma situação da natureza, a mente humana, naturalmente, se pergunta sobre o porquê daquilo que está observando. Surge, assim, alguma suposição, mais precisamente uma hipótese. A partir deste ponto, alguém que realmente esteja buscando a verdade — ou uma das verdades — do tema em questão deve bombardear esta hipótese por todos os lados e verificar se ela permanece em pé. Caso isso ocorra, uma verdade foi apreendida. A realização deste processo de forma organizada é, de forma resumida, o que se denomina por método científico.

O objetivo do método científico é encontrar verdades científicas, ou, ao menos, uma destas. O homem sempre se questionou sobre a verdade da natureza que o cerca. Esta busca passou a ser mais organizada e diligente com a filosofia, começando há cerca de 23 séculos. Aristóteles (384 - 322 a.C.) foi aquele que mais contribuiu para o estabelecimento de um ambiente favorável ao que se conhece hoje por Ciência. Ele foi aluno de Platão que, por sua vez, foi aluno de Sócrates, e ainda foi tutor de Alexandre Magno. Escreveu mais de 150 tratados, sendo que cerca de 30 chegaram até os dias atuais. Aristóteles avançou muito as ideias de seus predecessores na definição da verdade científica. Ele foi um dos primeiros a estabelecer um método indutivo-dedutivo para a obtenção da verdade científica: por meio de observações, princípios gerais eram inferidos (indução); em seguida, o caminho oposto era feito: partindo dos princípios gerais previamente encontrados, um processo dedutivo era realizado e se poderia, então, confirmar os dados de partida e fazer previsões futuras. É interessante ressaltar que alguns textos trazem a informação de que o avanço do conhecimento científico foi prejudicado por várias das ideias de Aristóteles enraizadas na cultura dos povos. Contudo, vale notar que quando seus trabalhos foram redescobertos, sobretudo por Tomás de Aquino e seus contemporâneos, as universidades foram fundadas e o método científico floresceu (GAUCH, 2003).

O exposto acima tem toda a essência da técnica que atualmente se denomina método científico, segundo a concepção aceita por este autor. O salto final no sentido de completar as ideias de Aristóteles foi dado muitos anos após sua morte por Robert Grosseteste, religioso que viveu no século XII. Grosseteste foi o primeiro intelectual a destacar a importância de experimentos controlados para se descobrir a verdade científica. Seus pensamentos levaram a conceitos aceitos hoje como senso comum na comunidade científica, como, por exemplo, que a teoria tem de seguir o experimento, e não o contrário. Suas ideias se espalharam rapidamente pelas universidades medievais e encontraram Galileu, Newton, Descartes, Leibniz e todo o mundo do século XVII. A partir deste ponto, os alicerces do que se conhece hoje por método científico foram estabelecidos e a Ciência, como se conhece, nasceu.

Neste ponto, pode-se colocar a pergunta crucial: há muito que o homem pensa, então, para que estabelecer um protocolo para a investigação científica, ou seja, para que serve o método científico? Uma ótima resposta é dada por H. G. Gauch (2003, p. 20): "Dominar o método científico significa aumentar a produtividade e a velocidade de encontro das verdades". Isso é algo muito bom, sobretudo nos dias atuais, de grande confusão intelectual e de exigência constante por produtividade.

Após esta apologia do método científico, não há outra pergunta a se fazer: em que consiste o método científico? O ideal é ir direto ao ponto, apresentando o

diagrama a seguir. O método científico é um conjunto de atitudes e ações que, aplicado recursivamente, permite encontrar a verdade científica. Ele tem como pilares a observação da natureza, a experimentação, a formulação de hipóteses e o raciocínio lógico dedutivo e indutivo.

De qualquer observação da natureza, é possível fazer uma interferência sobre o “funcionamento” de um fenômeno, especificamente a formulação de uma hipótese. O registro destes exames dá origem a um conjunto de dados. E deste registro algum padrão pode ser verificado.

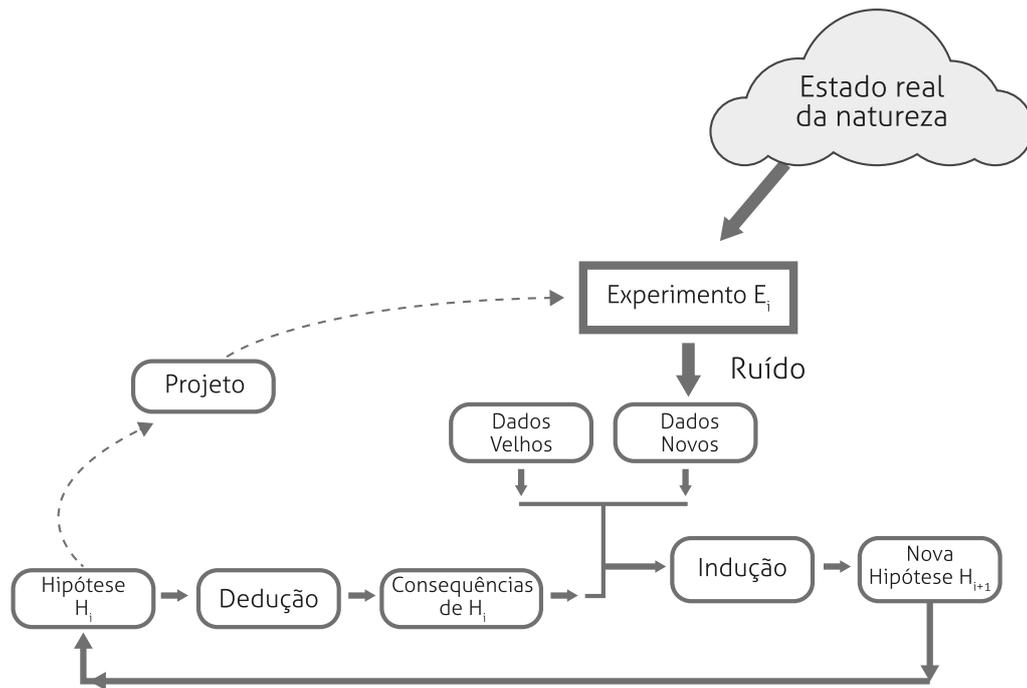


FIGURA 1 — Diagrama representativo do método científico

Fonte: O autor (2017), inspirado no livro: GAUCH, Jr. H. G. *Scientific Method in Practice*. Cambridge, 2003. 407.

O segundo passo é considerar uma situação controlada, onde alguns parâmetros possam ser variados segundo a necessidade. A isto se denomina experimento. Contudo, sempre haverá informação ou influências que não se pode controlar, o ruído. Deste segundo processo, obtêm-se novos dados. Da comparação dos dados velhos com os novos, com o auxílio das probabilidades, parte-se para um processo de generalização, um tipo de raciocínio indutivo. O objetivo é partir de uma situação restrita, verificar se o que ali foi observado se aplica ao processo geral, ou quais ingredientes devem ser adicionados aos dados da situação particular, para que a situação geral possa ser descrita. Formula-se, assim, uma nova hipótese. Deve-se, então, verificar o que esta nova hipótese implica, e é aqui que a lógica dedutiva surge. As implicações obtidas devem ser comparadas novamente com os dados antigos e novos, obtidos de experimentos cada vez mais gerais e precisos. Esse processo se retroalimenta e fornece verdades cada vez maiores. É como se alguém estivesse em um quarto escuro com uma lanterna que a cada momento iluminasse mais e mais.

Salienta-se que os processos de observação, formulação de hipótese e experimentação dependem da criatividade do investigador, não havendo regras claras para isso. Mas o processo lógico envolvido após a formulação de novas hipóteses é um ramo científico por si só. A seguir, alguns comentários sobre eles.

12.3 Dedução versus indução

Em nosso diagrama representativo do método científico, vê-se que o raciocínio lógico está no centro da busca pela verdade científica. Este raciocínio se dá de duas maneiras: o dedutivo e o indutivo. Um argumento lógico dedutivo é válido se a verdade de suas premissas garante a verdade de sua conclusão. Um argumento indutivo é forte se suas premissas sustentam a verdade das suas conclusões com grande grau de confiança. Considere o seguinte exemplo para tornar a discussão mais concreta:

Comece com argumento dedutivo válido:

1ª premissa: Todo mamífero tem um coração.

2ª premissa: Todo cachorro é um mamífero.

Conclusão: Todo cachorro tem coração.

Agora, considere um argumento indutivo forte:

1ª premissa: Todo cachorro observado até hoje tinha um coração.

Conclusão: Todo cachorro tem coração.

A principal diferença entre os dois argumentos apresentados e a principal diferença entre um raciocínio lógico indutivo e um dedutivo está no fato de que este último é não ampliativo. Por outro lado, todo argumento indutivo é ampliativo. Isso quer dizer que uma conclusão obtida por meio de um argumento dedutivo, de alguma forma, está presente nas premissas apresentadas. De outro modo, a conclusão proveniente de um argumento indutivo vai além da informação presente na premissa. Contudo, a literatura ainda apresenta duas outras diferenças entre esses dois tipos de raciocínio, que estão em algum nível ligadas ao que se acaba de expor: uma segunda diferença entre ambas as lógicas é sobre a natureza das verdades obtidas. As conclusões alcançadas por meio de raciocínios dedutivos são absolutas. Já que a verdade da conclusão obtida por meio de uma dedução está completamente contida em suas premissas, não há chance alguma de que seja falsa, a menos que alguma das premissas seja falsa. Contudo, uma verdade obtida por intermédio de um raciocínio indutivo sempre tem um caráter probabilístico. Em diversos casos, uma verdade obtida por este método é completamente verdadeira do ponto de vista prático, mas nunca é absolutamente verdadeira. Note-se que esta diferença, como já enfatizado, se deve à diferença entre o caráter ampliativo e não ampliativo dos dois métodos de raciocínio.

A terceira diferença entre ambas as lógicas está no fato de que um processo dedutivo sempre parte de uma premissa geral para uma situação particular, enquanto que um processo indutivo parte de alguns dados específicos, identifica padrões e busca descrever a situação geral. Especificamente, para o caso da construção da verdade científica, o primeiro tipo de processo se dá quando, a partir de uma teoria

bem estabelecida, explica-se um certo fenômeno, provando-se que este está dentro do universo das premissas que possibilitaram a construção da referida teoria. Um raciocínio indutivo, em certo nível, se dá de modo oposto. Trata-se de um exercício investigativo em que o cientista, partindo de um conjunto de dados esparsos, busca identificar padrões e, juntando as peças e supondo a existências de algumas peças não visualizadas, constrói uma teoria ou explicação para um universo mais geral que o das premissas iniciais.

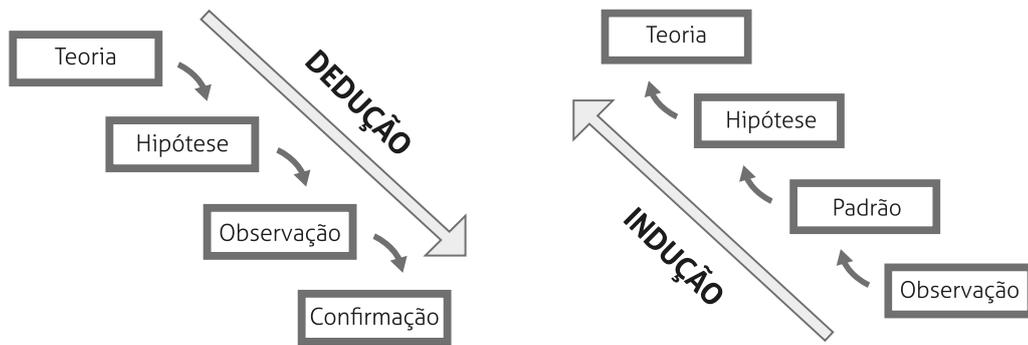


FIGURA 2 — Comparação entre o processo lógico dedutivo e o indutivo
Fonte: O autor (2017), inspirado no livro: GAUCH, Jr H. G. *Scientific Method in Practice*.
Cambridge, 2003. 221 p.

A verdade científica fica estabelecida quando os dois diagramas acima se juntam em uma espécie de círculo da verdade científica, onde se pode raciocinar de um extremo ao outro pelos dois métodos. Deve-se enfatizar, no entanto, que o círculo estabelecido pelo método científico é sempre menor que o círculo da realidade. Após um procedimento lógico bem-feito, o universo de possibilidades não foi exaurido. A história da Ciência está cheia de testemunhos deste tipo. Sempre há espaço para se ampliar o diâmetro do círculo da verdade científica e este diâmetro sempre será menor que a realidade da natureza.

Deve-se, por fim, enfatizar que a dedução não é melhor que a indução, e que o inverso também não é verdade. Estes dois tipos de lógica oferecem respostas para problemas diferentes. Com a lógica dedutiva, vai-se de um modelo mental a um conjunto de dados, enquanto que com a lógica indutiva vai-se de um conjunto dados a um modelo mental. Os dois tipos de raciocínios são indispensáveis para a ciência (GAUCH, 2003) (ver FIG. 2).

12.4 Modelagem no ensino de Ciências

Dando continuidade à apresentação, discute-se agora o papel da modelagem no ensino de Ciências. Ficará claro que se faz uso constante de modelos na sala de aula e que o desenvolvimento das habilidades necessárias à modelagem de sistemas de interesse vai ao encontro do que se espera de um estudante com interesse em Ciências: criatividade, capacidade de síntese, formação matemática, etc. Por fim, de forma

12.4.1 O que é um modelo? simplificada, pode-se dizer que este tipo de abordagem treina o aluno nas técnicas do método científico e nos procedimentos de encontro da verdade científica.

Para iniciar o estudo, uma pergunta básica: o que se entende por modelo? Um modelo é a representação de um objeto, de um fenômeno, de uma ideia (alvo) por meio de outro objeto, fenômeno ou ideia mais familiar (GILBERT, 2004). Ainda, um modelo pode ser a representação de uma parte selecionada do mundo (“sistema”), como também pode representar uma teoria no sentido de que interpreta as leis e axiomas desta. De modo geral, modelos são veículos de aprendizagem sobre o mundo.

Uma parte significativa da investigação científica é realizada por meio de modelos e não por meio da realidade. Isso se deve ao fato de que um modelo, em geral, isola apenas o efeito sob investigação, criando imagens equivalentes que facilitam a visualização e o raciocínio. Por exemplo, estuda-se a natureza de um átomo de hidrogênio em um modelo, que não tem muito da realidade deste átomo.

No caso do ensino de Ciências, a função cognitiva de um modelo é o elemento principal. Contudo, há limites. Não se pode jamais esquecer que a natureza real é sempre mais rica. Sempre se deve enfatizar a relação/limitação entre o modelo e a natureza que se pretende compreender. Estabelecido isso, pode-se raciocinar sobre o modelo, sobre sua constituição e mecanismos e, finalmente, analisar os dados obtidos e interpretar tais resultados.

Exposto isto, pode-se considerar seguro e salutar a utilização de modelos no ensino de Ciências.

Em sala de aula, a todo momento são usados modelos para ensinar os alunos. Alguns dos mais famosos são: o modelo das bolas de bilhar, para um gás; o planetário, para o átomo; o modelo de Bohr, também para o átomo; o da dupla hélice, para o DNA. Não se pode negar, por exemplo, o valor didático do modelo planetário para o átomo: o alvo deste modelo é o átomo e a fonte é o sistema solar: este modelo possibilitou a construção mental da estrutura atômica da qual todas as pessoas já ouviram falar. Claro que ele possui suas limitações. Por exemplo, não é capaz de representar a não localidade do elétron. Mas suas limitações não deixam de expressar a capacidade em ensinar Ciência, além de que novos ingredientes podem ser adicionados de acordo com o nível dos alunos, processo que é uma ótima ferramenta didática.

A literatura classifica os modelos no ensino de Ciências em três grupos: mentais, conceituais e físicos (ORNEK, 2008).

Modelos mentais são representações intelectuais de situações reais e imaginativas. Eles acontecem em nossas cabeças a todo instante e dependem da visão de mundo do observador. Uma boa maneira de se evidenciar isso é perguntando para uma criança qual é o formato da Terra. Deve-se fazer esta pergunta após questioná-la sobre onde ela iria parar após caminhar por muitos dias. Então pede-se para ela desenhar o formato da Terra. Veremos respostas como, por exemplo, de que a Terra é plana ou um polo esférico, traduzindo a junção da informação de que a Terra é redonda com o fato observado por ela de que ela caminha em um plano (ORNEK, 2008).

Modelos conceituais são os utilizados por professores e cientistas para descrever uma situação de interesse. Estes são compartilhados por toda uma comunidade e não

ficam restritos a apenas uma cabeça. Um exemplo disso é quando se utiliza a ideia de uma bomba de água para se descrever o funcionamento de um gerador de energia elétrica. Esses tipos de modelos são aqueles que nos ensinaram em Biologia, Física, Matemática e Química e por meio dos quais ensinamos nossos alunos. Grande parte do ensino de Ciências ocorre por meio de modelos. Dentre os modelos conceituais, os mais importantes estão os do tipo matemático, ou seja, aqueles que utilizam a linguagem matemática para descrever uma dada situação. Por exemplo, a expressão $P = mg$ é um clássico para representar a atração gravitacional entre uma bola caindo e a Terra. Contudo, para saber a atração gravitacional real, deve-se somar a atração gravitacional entre cada átomo da bola e cada átomo da Terra e em seguida realizar uma soma vetorial. Fica, assim, evidente que esse modelo não serve para descrever a força gravitacional entre duas moléculas de DNA.

Modelagem, para os físicos, tem caráter um pouco diferente. Por exemplo, a Mecânica Clássica — parte da Física que estuda a dinâmica dos corpos macroscópicos a baixas velocidades, quando comparadas à velocidade da luz — é regida por três princípios: o da conservação do momento linear; o da conservação do momento angular e o da conservação da energia mecânica. Estes princípios não são demonstráveis; contudo, neles se acredita, pois até hoje não se evidenciou nenhuma situação em que falhassem. Então, para a Física, modelagem significa a criação de uma situação idealizada da natureza em que se evidencia apenas os pontos de interesse, negligenciando todo um universo de interações. O comportamento da parte de interesse deve, então, obedecer aos princípios gerais da Física e as consequências dessas aplicações devem ser analisadas. Feito isso, uma comparação com a situação real deve ser feita e mais informações devem ser acrescentadas. Este acréscimo, no entanto, deve primar pela simplicidade e inteligibilidade do objeto analisado, pela possibilidade de aplicação dos princípios fundamentais e obtenção de resultados.

Para fornecer um exemplo de como a modelagem no ensino de Física é feita, ou deve ser feita, considere as leis de Newton. O ensino delas pode ser quase todo feito por meio da máquina de Atwood, representada abaixo:

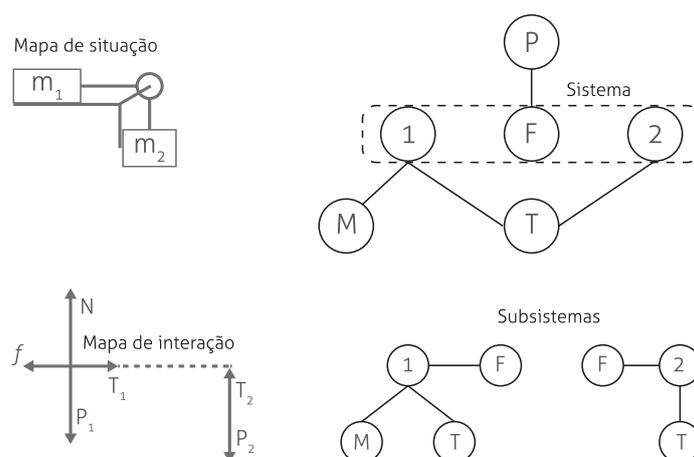


FIGURA 3 — Exemplo de como utilizar modelagem como ferramenta de ensino de Ciências
 Fonte: O autor (2017), inspirado no artigo de ORNEK, Funda (2008).

Em primeiro lugar, a situação que desejamos tratar é representada de forma simplificada por um mapa da situação. Em seguida as partes interagentes devem ser explicitadas, separando o sistema em subsistemas (Esta fase ainda é importante para mostrar ao aluno todo o universo que se está deixando de fora da análise. Por exemplo, a resistência do ar). Em seguida, as interações entre as partes são substituídas por forças. Isto deve ser feito construindo-se um mapa de interações. Somente após essas etapas é que a segunda e a terceira leis de Newton devem ser aplicadas. O sistema de equações que provém da aplicação das leis de Newton deve ser explorado em si: deve-se fazer os casos limites onde as massas são nulas, ou casos onde o atrito é desprezível.

O descrito no parágrafo anterior nada mais é do que um exemplo de modelo que se ensina aos estudantes sem que eles ao menos saibam tratar-se de um e conheçam as abstrações envolvidas. Um problema que o professor deve enfrentar é seguir a inércia de apresentar aos alunos este sistema e fazê-los selecionar uma equação que resolva o problema. Percebe-se que, ainda que um estudante negligencie o atrito ou qualquer outra característica do sistema que realmente possa ser negligenciada, ele não faz isso conscientemente.

Outro exemplo de situação física que pode ser alvo do processo de modelagem e contribuir para o ensino de Ciência é apresentado a seguir:

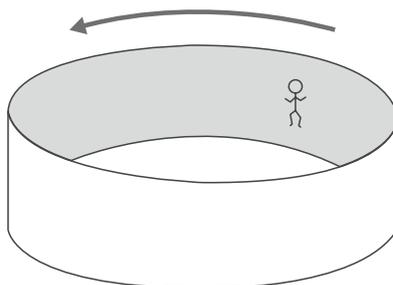


FIGURA 4 — Representação de um brinquedo que utiliza força de atrito para manter uma pessoa em repouso

Fonte: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ894843.pdf>.

Considere um brinquedo de parque de diversões que muitos adoram e outros tantos odeiam: uma câmara cilíndrica onde as pessoas entram e se posicionam em suas paredes. O cilindro começa a girar representado pela figura ao lado inspirada em Ornek, F. (2008). Em um dado momento, a base da câmara se desprende, mas as pessoas não caem. Como isso é possível?

Utilizando as ideias apresentadas quando foi discutido o método científico, a primeira coisa que deve ser pensada para a construção de um modelo que permita entender a dinâmica deste brinquedo é uma hipótese. Em seguida, por métodos lógicos dedutivos e indutivos, verifica-se se esta hipótese é verdadeira e suas consequências. Durante este processo, o aluno deve ter noção das forças envolvidas, dos corpos que estão interagindo, do que está sendo levado em conta e o que está sendo desprezado. Quando isto ocorrer, ele deve ser conduzido a indicar as razões de aquilo não estar sendo considerado. Uma vez que este trabalho de esquematização e estabelecimento dos limites do estudo foi feito, as leis físicas adequadas para a compreensão do

observado devem ser aplicadas. O que é chamado aqui de modelagem no ensino de Ciências consiste na construção de formas simplificadas para explicar uma dada situação. E com o exemplo descrito acima, se deseja dizer que várias situações podem passar pelo processo de modelização.

De acordo com o que foi exposto, deve ter ficado claro que as utilizações de modelos ajudam os alunos a alcançar um maior nível de abstração e compreensão dos conteúdos, como também dos limites daquilo que estão fazendo.

De forma prática, considerando a realidade da sala de aula de uma turma de Ciências, ou qualquer área das Exatas, encontram-se estudantes que apresentam interesse abaixo do desejado. Os principais motivos alegados são a linguagem complexa destas disciplinas e sua abstração. Este baixo interesse pode levar os alunos a não dar continuidade aos estudos de Ciências, além do que lhes é obrigatório. Neste sentido, a utilização de modelagem nas aulas de Ciências é uma ferramenta de grande valor. A partir de modelos simples, pode-se apresentar um conteúdo e, com formas mais sofisticadas, ou com um aumento da abstração deste modelo, pode-se obter o nível de compreensão desejado.

Por fim, a prática científica envolve a construção, a validação e a aplicação de modelos científicos. Desta forma, o ensino de Ciências deve engajar o estudante na arte de construir e usar modelos.

Referências

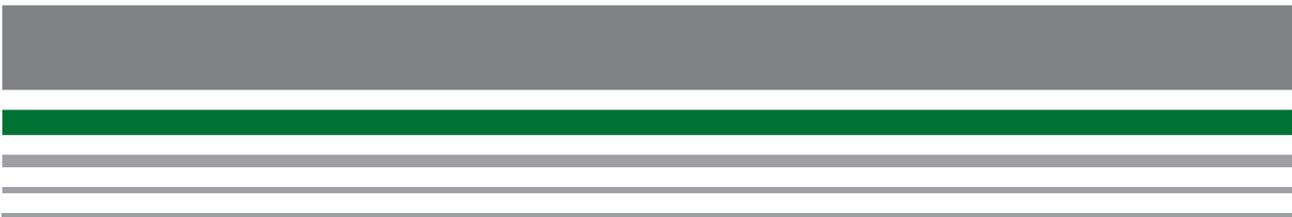
FRIGG, R.; HARTMANN, S. Models in Science. In: ZALTA, E. N. (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2012 Edition). Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2012/entries/models-science/>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

GAUCH, H. G. *Scientific method in practice*. Cambridge University Press. 2003. 430 p.

GILBERT, J. K. Models and Modelling: routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*. v. 2, n. 2, p. 115-130, jun. 2004.

ORNEK, Funda. Models in science education: applications of models in learning and teaching science. *International Journal of Environmental and Science Education*. v. 3, n. 2, p. 35-45, abr. 2008.

O livro ***Ensino de Ciências e Matemática — elementos didáticos para teoria e experimentação*** visa ser um referencial para professores e estudantes destas duas áreas do conhecimento pautado na ideia da busca de novas práticas pedagógicas para o desenvolvimento de competências por meio da aprendizagem dialógica, cuja base é o correto trabalho da teoria e da experimentação — elementos norteadores do pensamento científico. Seu conteúdo é resultante de notas de aula da Especialização em Ensino de Ciências e Matemática ofertada por docentes da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) como curso de formação continuada (Comfor/MEC) para professores da educação básica no Oeste do Paraná.



EDUNILA

Editora da
Universidade Federal da
Integração Latino-Americana