

**Secretaria da Educação do Estado do Ceará**

# **SEDUC-CE**

Professor Nível A - Especialidade: Física

Edital Nº 030/2018 – SEDUC/SEPLAG, de 19 de Julho de 2018

**JL127-2018**

## DADOS DA OBRA

**Título da obra:** Secretaria da Educação do Estado do Ceará - SEDUC - CE

**Cargo:** Professor Nível A - Especialidade: Física

(Baseado no Edital N° 030/2018 – SEDUC/SEPLAG, de 19 de Julho de 2018)

- Conhecimentos Específicos

### **Autora**

Janaina Lopes de Oliveira

### **Gestão de Conteúdos**

Emanuela Amaral de Souza

### **Diagramação/ Editoração Eletrônica**

Elaine Cristina

Igor de Oliveira

Ana Luiza Cesário

Thais Regis

### **Produção Editorial**

Suelen Domenica Pereira

Julia Antoneli

Leandro Filho

### **Capa**

Joel Ferreira dos Santos

## SUMÁRIO

### Conhecimentos Específicos

1 História e evolução das ideias da Física. ....	01
1.1 Cosmologia antiga. ....	01
1.2 Física de Aristóteles. ....	01
1.3 Origens da mecânica. ....	01
1.4 Surgimento da teoria da relatividade e da teoria quântica. ....	01
2 Mecânica. ....	10
2.1 Cinemática escalar e vetorial. ....	10
2.2 Movimento circular. ....	10
2.3 Leis de Newton e suas aplicações. ....	10
2.4 Trabalho. ....	10
2.5 Potência. ....	10
2.6 Energia, conservação e suas transformações, impulso. ....	10
2.7 Quantidade de movimento, conservação da quantidade de movimento. ....	10
2.8 Gravitação universal. ....	10
2.9 Estática dos corpos rígidos. ....	10
2.10 Estática dos fluidos. ....	10
2.11 Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin. ....	10
3 Termodinâmica. ....	41
3.1 Calor e temperatura. ....	41
3.2 Temperatura e dilatação térmica. ....	41
3.3 Calor específico. ....	41
3.4 Trocas de calor. ....	41
3.5 Mudança de fase e diagramas de fases. ....	41
3.6 Propagação do calor. ....	41
3.7 Teoria cinética dos gases. ....	41
3.8 Energia interna. ....	41
3.9 Lei de Joule. ....	41
3.10 Transformações gasosas. ....	41
3.11 Leis da termodinâmica: entropia e entalpia. ....	41
3.12 Máquinas térmicas. ....	41
3.13 Ciclo de Carnot. ....	41
4. Eletromagnetismo. ....	52
4.1 Introdução à eletricidade. ....	52
4.2 Campo elétrico. ....	52
4.3 Lei de Gauss. ....	52
4.4 Potencial elétrico. ....	52
4.5 Corrente elétrica. ....	52
4.6 Potência elétrica e resistores. ....	52
4.7 Circuitos elétricos. ....	52
4.8 Campo magnético. ....	52
4.9 Lei de Ampère. ....	52
4.10 Lei de Faraday. ....	52
4.11 Propriedades elétricas e magnéticas dos materiais. ....	52
4.12 Equações de Maxwell. ....	52
4.13 Radiação. ....	52
5 Ondulatória. ....	65
5.1 Movimento harmônico simples. ....	65
5.2 Oscilações livres, amortecidas e forçadas. ....	65
5.3 Ondas. ....	65
5.4 Ondas sonoras e eletromagnéticas. ....	65
5.5 Frequências naturais e ressonância. ....	65



## SUMÁRIO

5.6 Ótica geométrica: reflexão e refração da luz. ....	65
5.7 Instrumentos ópticos – características e aplicações.....	65
6 Ótica Física: interferência; difração; polarização. ....	74
7 Física Moderna. ....	86
7.1 Introdução a Relatividade Especial, transformação de Lorentz. ....	86
7.2 Equivalência Massa-Energia. ....	86
7.3 Natureza ondulatória-corpúscular da matéria. ....	86
7.4 Teoria quântica da matéria e da radiação. ....	86
7.5 Modelo do átomo de hidrogênio. ....	86
7.6 Núcleo atômico. ....	86
7.7 Energia nuclear, relatividade geral. ....	86
8 Ensino de Física. ....	102
8.1 Conhecimento científico e habilidade didática no ensino de Física.....	102
8.2 Construção do conhecimento no ensino da Física: abordagens metodológicas.....	102
8.3 Recursos didáticos no ensino de Física (utilizados em sala de aula e laboratório, incluindo conhecimentos básicos de técnicas, materiais e normas de segurança laboratoriais).....	102
9 O ensino de Física e as novas tecnologias da informação e comunicação.....	106
10 Avaliação de aprendizagem do conhecimento científico. ....	109
11 Competências e habilidades propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio para a disciplina de Física.....	111



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS PROFESSOR NÍVEL A - FÍSICA

1 História e evolução das ideias da Física. ....	01
1.1 Cosmologia antiga. ....	01
1.2 Física de Aristóteles. ....	01
1.3 Origens da mecânica. ....	01
1.4 Surgimento da teoria da relatividade e da teoria quântica. ....	01
2 Mecânica. ....	10
2.1 Cinemática escalar e vetorial. ....	10
2.2 Movimento circular. ....	10
2.3 Leis de Newton e suas aplicações. ....	10
2.4 Trabalho. ....	10
2.5 Potência. ....	10
2.6 Energia, conservação e suas transformações, impulso. ....	10
2.7 Quantidade de movimento, conservação da quantidade de movimento. ....	10
2.8 Gravitação universal. ....	10
2.9 Estática dos corpos rígidos. ....	10
2.10 Estática dos fluidos. ....	10
2.11 Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin. ....	10
3 Termodinâmica. ....	41
3.1 Calor e temperatura. ....	41
3.2 Temperatura e dilatação térmica. ....	41
3.3 Calor específico. ....	41
3.4 Trocas de calor. ....	41
3.5 Mudança de fase e diagramas de fases. ....	41
3.6 Propagação do calor. ....	41
3.7 Teoria cinética dos gases. ....	41
3.8 Energia interna. ....	41
3.9 Lei de Joule. ....	41
3.10 Transformações gasosas. ....	41
3.11 Leis da termodinâmica: entropia e entalpia. ....	41
3.12 Máquinas térmicas. ....	41
3.13 Ciclo de Carnot. ....	41
4. Eletromagnetismo. ....	52
4.1 Introdução à eletricidade. ....	52
4.2 Campo elétrico. ....	52
4.3 Lei de Gauss. ....	52
4.4 Potencial elétrico. ....	52
4.5 Corrente elétrica. ....	52
4.6 Potência elétrica e resistores. ....	52
4.7 Circuitos elétricos. ....	52
4.8 Campo magnético. ....	52
4.9 Lei de Ampère. ....	52
4.10 Lei de Faraday. ....	52
4.11 Propriedades elétricas e magnéticas dos materiais. ....	52
4.12 Equações de Maxwell. ....	52
4.13 Radiação. ....	52
5 Ondulatória. ....	65
5.1 Movimento harmônico simples. ....	65
5.2 Oscilações livres, amortecidas e forçadas. ....	65
5.3 Ondas. ....	65
5.4 Ondas sonoras e eletromagnéticas. ....	65
5.5 Frequências naturais e ressonância. ....	65
5.6 Ótica geométrica: reflexão e refração da luz. ....	65
5.7 Instrumentos ópticos – características e aplicações. ....	65



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS PROFESSOR NÍVEL A - FÍSICA

6 Ótica Física: interferência; difração; polarização. ....	74
7 Física Moderna. ....	86
7.1 Introdução a Relatividade Especial, transformação de Lorentz. ....	86
7.2 Equivalência Massa-Energia. ....	86
7.3 Natureza ondulatória-corpúscular da matéria. ....	86
7.4 Teoria quântica da matéria e da radiação. ....	86
7.5 Modelo do átomo de hidrogênio. ....	86
7.6 Núcleo atômico. ....	86
7.7 Energia nuclear, relatividade geral. ....	86
8 Ensino de Física. ....	102
8.1 Conhecimento científico e habilidade didática no ensino de Física. ....	102
8.2 Construção do conhecimento no ensino da Física: abordagens metodológicas. ....	102
8.3 Recursos didáticos no ensino de Física (utilizados em sala de aula e laboratório, incluindo conhecimentos básicos de técnicas, materiais e normas de segurança laboratoriais). ....	102
9 O ensino de Física e as novas tecnologias da informação e comunicação. ....	106
10 Avaliação de aprendizagem do conhecimento científico. ....	109
11 Competências e habilidades propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio para a disciplina de Física. ....	111



**1 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DAS IDEIAS DA FÍSICA. 1.1 COSMOLOGIA ANTIGA. 1.2 FÍSICA DE ARISTÓTELES. 1.3 ORIGENS DA MECÂNICA. 1.4 SURGIMENTO DA TEORIA DA RELATIVIDADE E DA TEORIA QUÂNTICA.**

A origem “das coisas” sempre foi uma preocupação central da humanidade; a origem das pedras, dos animais, das plantas, dos planetas, das estrelas e de nós mesmos. Mas a origem mais fundamental de todas parece ser a origem do universo como um todo – tudo o que existe. Sem esse, nenhum dos seres e objetos citados nem nós mesmos poderíamos existir.

Talvez por essa razão, a **existência do universo** como um todo, sua natureza e origem foram assuntos de explicação em quase todas as civilizações e culturas. De fato, cada civilização conhecida da antropologia teve uma cosmogonia – uma história de como o mundo começou e continua, de como os homens surgiram e do que os deuses esperam de nós. O entendimento do universo foi, para essas civilizações, algo muito distinto do que nos é ensinado hoje pela ciência. Mas a ausência de uma cosmologia para essas sociedades, uma explicação do mundo em que vivemos, seria tão inconcebível quanto a ausência da própria linguagem. Essas explicações, por falta de outras formas de entendimento da questão, sempre tiveram fundamentos religiosos, mitológicos ou filosóficos. Só recentemente a ciência pôde oferecer sua versão para os fatos. A razão principal para isso é que a própria ciência é recente. Como método científico experimental, podemos nos referir a Galileu Galilei (1564-1642, astrônomo, físico e matemático italiano) como um marco importante. Não obstante, já os gregos haviam desenvolvido métodos geométricos sofisticados e precisos para determinar órbitas e tamanhos de corpos celestes, bem como para previsão de eventos astronômicos. Não podemos nos esquecer de que egípcios e chineses, assim como incas, maias e astecas também sabiam interpretar os movimentos dos astros.

É surpreendente que possamos entender o universo físico de forma racional e que ele possa ser pesquisado pelos métodos da física e da astronomia desenvolvidos nos nossos laboratórios e observatórios. A percepção dessa dimensão e da capacidade científica nos foi revelada de forma mais plena nas décadas de 10, 20 e 30 do século XX. Mas a história da cosmologia (a estrutura do universo) e da cosmogonia (a origem do universo) não começou, nem parou aí.

### **1 COSMOLOGIAS DA TERRA PLANA**

Como era a cosmovisão, a forma do universo imaginada pelos antigos egípcios, gregos, chineses, árabes, incas, maias e tupi-guaranis, que não tinham acesso às informações da moderna astronomia? Para quase todas as civilizações, sempre foi necessário acomodar não só a face visível da Terra

e do céu, mas também incluir, possivelmente no espaço, o mundo dos mortos, tanto os abençoados como os condenados, além dos reinos dos deuses e dos demônios. A experiência do cotidiano sugere que o mundo em que vivemos é plano; além disso, muitas cosmologias eram interpretações associadas ao ambiente físico ou cultural da civilização em questão. Por exemplo, para os egípcios, o universo era uma ilha plana cortada por um rio, sobre a qual estava suspensa uma abóbada sustentada por quatro colunas. Na Índia antiga, as várias cosmologias dos hindus, brâmanes, budistas etc. tinham em comum o pressuposto da doutrina da reencarnação e as configurações físicas deveriam acomodá-la, incluindo os diversos níveis de céus e infernos por ela demandada. Para os hindus – por exemplo – o universo era um ovo redondo coberto por sete cascas concêntricas feitas com distintos elementos. Já os babilônios imaginavam um universo em duas camadas conectadas por uma escada cósmica. A civilização maia era fortemente dependente do milho e das chuvas, muitas vezes escassas, que vinham do céu. Para eles, no começo havia apenas o céu, o mar e o criador; esse, após várias tentativas fracassadas, conseguiu construir pessoas a partir de milho e água.

No antigo testamento judaico-cristão, a Terra era relacionada em conexão ao misterioso firmamento, às águas acima do firmamento, às fontes do abismo, ao limbo e à casa dos ventos. O livro do Gênesis narra, também, que o universo teve um começo: “No princípio Deus criou os céus e a Terra. A Terra, porém, estava informe e vazia; as trevas cobriam o abismo e o Espírito de Deus pairava sobre as águas. Deus disse: ‘Faça-se a luz’. E a luz foi feita. Deus viu que a luz era boa, e separou a luz das trevas. Deus chamou à luz DIA, e às trevas NOITE. Houve uma tarde e uma manhã: foi o primeiro dia”.

### **MODELOS GEOCÊNTRICOS**

Há cerca de 2.400 anos, os gregos já haviam desenvolvido sofisticados métodos geométricos e o pensamento filosófico. Não foi, pois, por acaso que eles propuseram uma cosmologia mais sofisticada do que a ideia do universo plano. Um universo esférico, a Terra, circundado por objetos celestes que descreviam órbitas geométricas e previsíveis e também pelas estrelas fixas. Uma versão do modelo geocêntrico parece ter sido proposta inicialmente por Eudoxus de Cnidos (c.400-c.350 a.C., matemático e astrônomo grego, nascido na atual Turquia) e sofreu diversos aperfeiçoamentos. Um deles foi proposto por Aristóteles (384-322 a.C.), que demonstrou que a Terra é esférica; ele chegou a essa conclusão a partir da observação da sombra projetada durante um eclipse lunar. Ele calculou, também, o seu tamanho – cerca de 50% maior do que o valor correto. O modelo geocêntrico de Aristóteles era composto por 49 esferas concêntricas que procuravam explicar os movimentos de todos os corpos celestes. A esfera mais externa era a das estrelas fixas e que controlava todas as esferas internas. Essa, por sua vez, era controlada por uma agência (entidade) sobrenatural.

Esse modelo geocêntrico grego teve outros aperfeiçoamentos. Eratóstenes (c.276-c.194 a.C., escritor grego, nascido na atual Líbia) mediu a circunferência da Terra por méto-

1 Damineli, A. *Hubble: a expansão do universo*. São Paulo: Odysseus, 2003.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS PROFESSOR NÍVEL A - FÍSICA

do experimental, obtendo um valor cerca de 15% maior do que o valor real. Já Ptolomeu (Claudius Ptolomeus, segundo século a.C., astrônomo e geógrafo egípcio) modificou o modelo de Aristóteles, introduzindo os epiciclos, isto é, um modelo no qual os planetas descrevem movimentos de pequenos círculos que se movem sobre círculos maiores, esses centrados na Terra.

### A TEORIA HELIOCÊNTRICA

A ideia de que o Sol está no centro do universo e de que a Terra gira em torno dele, conhecida como a teoria heliocêntrica, já havia sido proposta por Aristarco de Samos (c.320 – c.250 a.C., matemático e astrônomo grego); ele propôs essa teoria com base nas estimativas dos tamanhos e distâncias do Sol e da Lua. Concluiu que a Terra gira em torno do Sol e que as estrelas formariam uma esfera fixa, muito distante. Essa teoria atraiu pouca atenção, principalmente porque contradizia a teoria geocêntrica de Aristóteles, então com muito prestígio e, também, porque a ideia de que a Terra está em movimento não era muito atraente.

Cerca de dois mil anos mais tarde, Copérnico (Nicolaus Copernicus, 1473-1543, astrônomo polonês) descreveu o seu modelo heliocêntrico, em 1510, na obra *Commentariolus*, que circulou anonimamente; Copérnico parece ter previsto o impacto que sua teoria provocaria, tanto assim que só permitiu que a obra fosse publicada após a sua morte. A teoria foi publicada abertamente em 1543 no livro *De Revolutionibus Orbium Coelestium* e dedicada ao papa Paulo III.

O modelo heliocêntrico provocou uma revolução não somente na astronomia, mas também um impacto cultural com reflexos filosóficos e religiosos. O modelo aristotélico havia sido incorporado de tal forma no pensamento, que tirar o homem do centro do universo acabou se revelando uma experiência traumática.

Por fim, o modelo heliocêntrico de Copérnico afirmou-se como o correto. Mas por que o modelo de Aristarco de Samos não sobreviveu, cerca de 2.000 anos antes, se afinal também estava certo? Basicamente porque, para fins práticos, não fazia muita diferença quando comparado com o modelo geocêntrico. As medidas não eram muito precisas e tanto uma teoria quanto a outra davam respostas satisfatórias. Nesse caso, o modelo geocêntrico parecia mais de acordo com a prática do dia-a-dia; além disso, era um modelo homocêntrico, o que estava em acordo com o demandado por escolas filosóficas e teológicas.

Após a publicação da teoria de Copérnico, no entanto, alguns avanços técnicos e científicos fizeram que ela se tornasse claramente superior ao sistema de Ptolomeu. Tycho Brahe (1546-1601, astrônomo dinamarquês) teve um papel importante ao avançar as técnicas de fazer medidas precisas com instrumentos a olho nu, pois lunetas e telescópios ainda não haviam sido inventados. Essas medidas eram cerca de dez vezes mais precisas do que as medidas anteriores. Em 1597 ele se mudou para Praga, onde contratou, em 1600, Johannes Kepler (1571-1630, matemático e astrônomo alemão) como seu assistente. Mais tarde, Kepler usou as medidas de Tycho para estabelecer suas leis de movimento dos planetas. Essas leis mostravam que as órbitas que os plane-

tas descrevem são elipses, tendo o Sol em um dos focos. Com isso, cálculos teóricos e medidas passaram a ter uma concordância muito maior do que no sistema antigo. Se não por outro motivo, essa precisão e a economia que ela propiciava seriam tão importantes para as grandes navegações que ela se imporia por razões práticas.

Galileu, ao desenvolver a luneta, criou um instrumento vital para a pesquisa astronômica, pois amplia, de forma extraordinária, a capacidade do olho humano. Apontando para o Sol, descobriu as manchas solares; apontando para Júpiter, descobriu as quatro primeiras luas; e ao olhar para a Via-Láctea, mostrou que ela é composta por miríades de estrelas.

### A DESCOBERTA DA GALÁXIA

Foi exatamente com o desenvolvimento de técnicas ópticas, mecânicas e fotográficas que se passou a determinar a distância das estrelas mais próximas, e com isso a ideia de esfera das estrelas fixas foi superada. Com a medida das distâncias das estrelas – extraordinariamente grandes –, estabeleceu-se a interpretação de que o Sol e as estrelas são objetos da mesma natureza. Portanto, cada estrela poderia ter, em princípio, o “direito” de hospedar um sistema planetário.

Uma das primeiras concepções consistentes sobre a natureza da galáxia – e surpreendentemente correta – foi feita por Kant (Immanuel Kant, 1724-1804, filósofo alemão) que, aos 26 anos e muito antes de se tornar a grande referência em filosofia, tomou contato com os pensamentos de Newton e desenvolveu a ideia de que o sistema solar teria se originado a partir da condensação de um disco de gás. Concebeu, também, a ideia de que o sistema solar faz parte de uma estrutura achatada, maior, à qual hoje chamamos de galáxia, e de que muitas das nebulosas então observadas como manchas difusas são sistemas semelhantes, às quais ele denominou universos-ilhas.

Os avanços observacionais mais importantes que levaram à compreensão detalhada da distribuição das estrelas no céu foram feitos por Wilhelm Herschel (1738-1822, astrônomo e músico inglês, nascido na Alemanha), primeiro construtor de grandes telescópios com os quais podia detalhar os objetos fracos com maior precisão.

Estrelas se distribuem no espaço tanto de forma dispersa quanto, também, em grupos, chamados de aglomerados de estrelas. No estudo de tais aglomerados, percebeu-se que eles não se distribuem ao acaso no espaço, mas definem uma configuração à qual chamamos de galáxia, visível a olho nu, como a Via-Láctea.

O Sol, a estrela mais próxima de nós, está a 159 milhões de quilômetros. É mais fácil dizer que ele está a oito minutos-luz. Afinal, a luz leva oito minutos para chegar do Astro-rei até a Terra. O mapa feito com os aglomerados globulares de estrelas mostrou que a galáxia tem um diâmetro de aproximadamente 90 mil anos-luz e é composta de 100 bilhões de estrelas, todas girando em torno de um núcleo comum, que dista cerca de 25 mil anos-luz do Sol. Logo se percebeu que existe um grande número de formações semelhantes no universo. São as Nebulae, que hoje chamamos, genericamente, de galáxias.