

Felipe Augusto Kopp

**ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA
APRESENTADAS NOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2018**

Santa Cruz do Sul
2017

Felipe Augusto Kopp

**ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA
APRESENTADAS NOS LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2018**

Dados coletados para o Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Física Licenciatura da Universidade de Santa Cruz do Sul, para a obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Voltaire de Oliveira Almeida

Santa Cruz do Sul

2017

RESUMO

Esta publicação apresenta os dados coletados e tabelados do Trabalho de Conclusão do curso de Física Licenciatura intitulado *Analogias e metáforas no ensino de Física Moderna apresentadas nos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018*. Seu objetivo foi analisar a presença de analogias e metáforas em capítulos de Física Moderna nos livros didáticos indicados pelo *Guia de Livros Didáticos – PNLD 2018*. As presentes tabelas catalogam e classificam as ocorrências dessas figuras de linguagem nos materiais analisados na pesquisa.

Palavras-chave: Analogias. Metáforas. Livro didático. Física Moderna. Ensino de Física.

LISTA DE NOMENCLATURA

Nomenclatura adotada	Referência do livro didático
FIS 1	BARRETO, B.; XAVIER, C. <i>Física aula por aula</i> : 3º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.
FIS 2	BISCUOLA, G. J.; VILLAS BÔAS, N.; DOCA, R. H. <i>Física</i> . 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.
FIS 3	BONJORNIO, V. et al. <i>Física</i> : 3º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.
FIS 4	GASPAR, A. <i>Compreendendo a física</i> . 3. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 3.
FIS 5	GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. <i>Física</i> : interação e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Leya, 2016. v. 3.
FIS 6	GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. <i>Física</i> . 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 3
FIS 7	LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A.; GUIMARÃES, C. G. <i>Física</i> : contexto & aplicações: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 3.
FIS 8	MARTINI, G. et al. <i>Conexões com a física</i> . 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.
FIS 9	PIETROCOLA, M. et al. <i>Física em contexto</i> : 3º ano do ensino médio. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.
FIS 10	TORRES, C. M. A. et al. <i>Física</i> : ciência e tecnologia. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 3.
FIS 11	VÁLIO, A. B. M. et al. <i>Ser protagonista</i> : física: 3º ano do ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
FIS 12	YAMAMOTO, K.; FUKE, L. F. <i>Física para o ensino médio</i> . 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 3.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. S. et al. Analogias e metáforas no ensino e aprendizagem do conceito de átomo: breve análise em livros didáticos. *Scientia Plena*, v. 10, n. 4, 2014.
- ANDRADE, B. L. de; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 182-192, jul./dez. 2000.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BOZELLI, Fernanda Cátia; NARDI, Roberto. O uso de analogias e metáforas como recursos didáticos no ensino de física. *Tecné, Episteme y Didaxis*, n. 17, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PNLD 2018: apresentação – guia de livros didáticos – ensino médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017a.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017b.
- CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez. 2004.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The use of analogies in written text. *Instructional Science*, v.13, p. 99-117, 1984.
- DUARTE, Maria da Conceição. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 1, p. 7-29, 2005.
- DUIT, Reinders. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- FERREIRA, E. B. M. *O pesquisador e a produção científica da pós-graduação brasileira: tendências do debate sobre analogias*. 2011. 285 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET-MG, Belo Horizonte, 2011.
- FERREIRA, E. B. M.; GONÇALVES, I. A. Produção científica brasileira: tendências do debate sobre analogias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 1240-1245, 2013.
- FERRY, Alexandre da Silva; NAGEM, Ronaldo Luiz. Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 3(1), p. 7-21, 2008.
- GLYNN, S.M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S.M.; YEARNY, R.H.; BRITTON, B.K. (Orgs.). *The Psychology of Learning Science*. Hillsdale (EUA): Lawrence Erlbaum, 1991. p. 219-240.

GODOY, Luis Augusto. Sobre la estructura de las analogías en ciencias. *Interciencia*, v. 27, n. 8, ago. 2002.

GONZÁLEZ, González; MARTÍN, Benigno. La analogía y su presentación en los libros de texto de ciencias de educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, v. extra, 2005.

HOFFMAN, R. R.; KEMPER, S. What could reaction-time studies be telling us about metaphor comprehension? *Metaphor and Symbolic Activity*, v. 2, n. 3, nov. 2009.

LAKOFF, G.; JOHNSON, M. *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press, 2003.

LEITE, A. E.; GARCIA, N. M. D.; ROCHA, M. Tendências de pesquisa sobre os livros didáticos de ciências e física. In: X CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 2011, Curitiba. *Anais...* Curitiba: PUCPR, 2011, p. 11739-11751.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

MOURA, Heronides. *Vamos pensar em metáforas?* São Leopoldo: Editora Unisinos, 2012.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. “Nem tudo que reluz é ouro”: uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 1, 2015.

NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. de O.; DIAS, J. A. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias. *Revista Portuguesa de Educação*, v. 14, n. 1, 2001, p. 197-213.

OLIVEIRA, D.C. Análise de conteúdo temático-categorial: uma proposta de sistematização. *Revista de Enfermagem da UERJ*, Rio de Janeiro, 2008, v. 16, n. 4, p. 569-576.

OTERO, María Rita. ¿Cómo usar analogías en clases de física? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 14, n. 2, p. 179-187, ago. 1997.

PÁDUA, Isabel Campos Araújo. Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo. In: 26ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 2003, Poços de Caldas. *Anais...* Rio de Janeiro: 2003.

PYNTE, J. et al. The time-course of metaphor comprehension: an event-related potential study. *Brain and Language*, v. 55, n. 3, p. 293-316, dez. 1996.

ROSA, C. T. W. da; CÓTICA, R. P.; PEREIRA, L. H. Analogias no estudo de eletricidade nos livros didáticos de física. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 3, p. 363-379, 2016.

SARDINHA, Tony Berber. *Metáfora*. São Paulo: Parábola Editorial, 2007.

SILVA, C. A. de S.; MARTINS, M. I. Analogias e metáforas nos livros didáticos de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 27, n. 2, p. 255-287, ago. 2010.

SILVA, L. L. da; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Prós e contras da linguagem analógica segundo pesquisadores brasileiros: um estudo mediante a análise de publicações em revista científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 3614-3618, 2009.

THIELE, R.B.; TREAGUST, D.F. The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks. *Instructional Science*, v. 22, p. 61-74, 1994.

ZAMBON, L. B.; PICCINI, I. P.; TERRAZZAN, E. A. Comparando a utilização de analogias em livros didáticos para a educação em ciências. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

OCORRÊNCIAS EM FIS 1

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
202-217*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
211	Revolução da física relativística	Revolução da arte do início do séc. XX	X			X			X		X				X	
218	Construtores	Cientistas que criaram as bases da física quântica		X		X		X		X				X		
218*	Percepção do mundo pelo senso comum	Percepção do mundo a partir dos princípios da física quântica	X				X	X				X				X
221	Pequenos pacotes	Quanta de energia		X	X			X				X		X		
224*	Determinação de posição e velocidade de objetos macroscópicos	Princípio da incerteza	X				X	X				X				X
234	Usina térmica	Usina nuclear	X			X		X		X					X	

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
242	Pudim recheado de ameixas	Modelo atômico de Thomson		X	X				X			X			X	
244	Cordas de um violão	Supercordas (teoria quântica)		X		X		X				X			X	

OCORRÊNCIAS EM FIS 2

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
251-252*	Energia contínua	Energia quantizada	X			X		X			X				X	
256-258	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X	X			X					X
258	Sistema solar	Modelo atômico de Rutherford		X	X				X			X			X	
260	Degraus de uma escada	Estados estacionários de um átomo		X	X				X			X			X	
263	Aumento da massa de um panetone colocado no forno	Expansão do universo		X	X			X				X			X	
266-267	Sirene de uma ambulância que se afasta	Efeito Doppler luminoso (<i>redshift</i>)	X				X	X				X			X	
268-284*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
282*	Tempo clássico	Tempo relativístico	X			X		X			X					X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
282	Escala linear	Tempo clássico		X	X			X				X		X		
282	Paisagem	Tempo relativístico		X	X			X				X		X		

OCORRÊNCIAS EM FIS 3

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
204 e 223*	Percepção do mundo pela física clássica	Percepção do mundo pela física relativística	X				X		X		X					X
205	Pequenas nuvens sob um céu claro	Fenômenos ainda não esclarecidos pela física no século XIX		X	X			X				X		X		
209-224*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X	X		X						X
223	Engrenagem	Mundo de acordo com a física clássica		X		X		X				X		X		
225*	Energia contínua	Energia quantizada	X			X		X			X				X	
227-238*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física quântica	X				X		X	X						X
227	Pequenos pacotes	Quanta de energia		X	X			X				X		X		

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
236	Colisão de bolas de bilhar	Choque de elétrons e fótons		X	X			X				X			X	
236-237	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X		X		X					X
250	Tomografia computadorizada	Ressonância nuclear magnética	X			X		X		X						X
254	Usina térmica	Usina nuclear	X			X		X		X					X	

OCORRÊNCIAS EM FIS 4

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
210	Revolução da física relativística	Revolução da arte do início do séc. XX	X			X			X		X				X	
213 *	Caixas liberadas por um avião	Som produzido pela sirene do avião	X			X			X	X					X	
213-217	Propagação do som	Propagação da luz	X			X		X		X					X	
217-232 *	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
224	Água como meio de propagação de ondas do mar	Éter como meio de propagação de ondas eletromagnéticas	X				X	X				X			X	
230-231	Jogo de videogame	Paradoxos e impasses da física a serem superados no início do séc. XX		X		X		X				X			X	
240	Ondas estacionárias em uma corda	Ondas eletromagnéticas oscilantes dentro da cavidade do corpo negro	X				X		X			X			X	
241	Estudante	Pesquisador	X			X		X		X				X		

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
241 *	Energia contínua	Energia quantizada	X			X		X			X				X	
244	Sistema solar	Modelo atômico de Nagaoka		X	X			X				X		X		
244- 245	Pudim de passas	Modelo atômico de Thomson		X	X				X			X			X	
246	Ricochete de uma bala disparada contra uma folha de papel (situação absurda)	Desvio de partículas alfa ao atravessarem lâminas metálicas (experimento de Rutherford)		X	X			X				X		X		
246	Tamanho da cabeça de um alfinete comparado a uma quadra de basquete	Tamanho do núcleo comparado a um átomo	X		X			X				X			X	
247	Resolução de um quebra-cabeça	Trabalho desenvolvido por de Balmer		X		X		X				X		X		
248	Sistema de códigos	Série de Balmer		X		X		X		X					X	
249	Pequenos pacotes	Quanta de energia		X	X			X				X		X		

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
252	Pinos em um dispositivo de <i>pin art</i>	Desvio de partículas alfa ao atravessarem lâminas metálicas (experimento de Rutherford)		X	X				X			X			X	
253	“Grosso calendário” do Rei (obra <i>O pequeno príncipe</i>)	Leis da física		X		X		X				X		X		
255	Monstro de Frankenstein	Dificuldade de conciliação das teorias da física moderna		X	X			X				X		X		
257	Estados estacionários em uma corda	Estados estacionários das órbitas de um elétron	X				X		X			X			X	
258-259*	Incerteza em nível macroscópico	Princípio da incerteza	X			X			X			X				X
264	Jovens em cima de skates jogando bolas um para o outro	Interação entre partículas subatômicas		X		X			X			X				X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Es
266-267	Resolução de um quebra-cabeça e médico analisando uma radiografia	Busca de regularidade e simetrias em uma fotografia obtida numa câmara de nuvem de partículas		X		X		X				X			X	
271	Quebra-cabeça	Modelo Padrão		X		X		X				X		X		

OCORRÊNCIAS EM FIS 5

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
186-189 e 207-208*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
190	Choque entre bolas de bilhar	Choque entre fótons e elétrons		X	X			X				X		X		
190	Paternidade	Criador de uma teoria		X		X		X			X				X	
195-196	Força gravitacional	Interação elétrica entre partículas	X			X		X			X				X	
198	Sistema solar	Modelo atômico de Rutherford-Bohr		X	X				X			X		X		

OCORRÊNCIAS EM FIS 6

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
186-200*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
201-206	Pequenos pacotes	Quanta de energia		X	X			X				X		X		
201-218*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física quântica	X				X		X	X						X
202-205*	Energia contínua	Energia quantizada	X			X			X		X					X
209	Pudim de passas	Modelo atômico de Thomson		X	X			X				X			X	
210	Sistema solar	Modelo atômico de Rutherford		X	X				X			X			X	
214-215	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X		X		X					X
215*	Bola de bilhar	Elétron		X	X			X				X			X	
225*	Ondas comuns (rádio, luz e infravermelho)	Ondas emitidas por núcleos radioativos	X			X		X		X					X	

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
231*	Reações químicas do cotidiano	Reações nucleares	X			X		X		X						X
233	O telescópio para o astrônomo, o microscópio para o biólogo, o olho para o ser humano	Acelerador de partículas para o físico	X			X		X			X					X
242*	Risco de queda de um avião	Risco de acidente em usina nuclear	X			X		X		X					X	
255	Fornalha	Estrelas		X		X		X		X				X		
255	Conservação de momento angular de uma bailarina girando	Conservação de momento angular de uma nebulosa	X			X		X		X					X	
261	Pulga na frente de um farol de carro	Planeta na frente da luz emitida por sua estrela		X	X			X		X					X	
262-263	Propagação do som de um alto-falante e luz de uma lâmpada	Propagação da luz de uma estrela	X				X		X	X						X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
263	Observador em meio a uma floresta e que vê árvores em todas as direções	Argumento de Olbers (se o universo fosse infinito, se veriam estrelas em todas as direções)	X		X				X		X				X	
265	Balão sendo inflado	Expansão do universo		X	X			X				X			X	
268	Efeito de ilusão de óptica de um desenho com pontos pretos	Princípio cosmológico de Einstein	X		X				X	X					X	
269 e 271	Tijolos de uma casa	Partículas elementares		X		X		X				X		X		
270	Bolinho de soja em relação à carne	Livro digital em relação ao livro de papel	X				X	X		X						X

OCORRÊNCIAS EM FIS 7

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
240*	Computador tradicional	Computador quântico	X			X		X		X					X	
242-256*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
247*	Plano cartesiano	Espaço-tempo de Minkowski	X				X		X		X					X
253*	Geometria euclidiana	Geometrias não euclidiana	X				X		X		X					X
256-263*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física quântica	X				X		X	X						X
257*	Energia contínua	Energia quantizada	X			X		X			X					X
262-263*	Luz comum	<i>Laser</i>	X				X		X	X						X
264-265*	Construção do conhecimento científico de acordo com o senso comum (trabalho de alguns gênios)	Construção do conhecimento científico como um trabalho cooperativo	X			X		X			X					X

OCORRÊNCIAS EM FIS 8

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
230-242*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
243-256*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
245-246*	Energia contínua	Energia quantizada	X			X		X			X				X	
247	Impressões digitais	Espectros de absorção e de emissão		X			X		X	X					X	
249-251	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X		X		X					X
251	Estados estacionários em uma corda	Estados estacionários das órbitas de um elétron	X				X		X			X			X	
251-253*	Cálculo da difração e determinação de posição e	Cálculo da difração e determinação de posição e	X			X		X		X						X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
	velocidade de uma pessoa	velocidade de um elétron														
257 e 261	Tijolos de uma casa	Partículas elementares		X		X		X				X		X		
258	Pudim de passas	Modelo atômico de Thomson		X	X				X			X		X		
261	Jovens em cima de skates jogando bolas um para o outro	Interação entre partículas subatômicas		X		X			X			X				X
262	Filme	História do universo		X	X			X				X		X		
264	Tubos de raios catódicos de TVs de tubo	Aceleradores de partículas	X				X		X	X					X	
266	Máquinas	Células dos seres vivos		X		X		X		X				X		

OCORRÊNCIAS EM FIS 9

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
178 e 215	Revolução da física relativística	Revolução da arte do início do séc. XX	X			X			X		X				X	
179-180 e 206-209	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X		X		X					X
179*	Encontro de dois jatos de água	Encontro de dois feixes de luz	X				X		X	X					X	
184	Trecho de <i>Alice no país das maravilhas</i>	Éter		X		X		X				X			X	
185-215*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
192*	Plano cartesiano	Espaço-tempo de Minkowski	X				X		X		X					X
216-244*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física quântica	X				X		X	X						X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
217 e 271	Tijolos de uma casa	Partículas elementares		X		X		X				X		X		
235*	Vidraça espatifada por uma pedra	Quebra do urânio		X			X	X				X			X	
236	Usina térmica	Usina nuclear	X			X		X		X					X	
243	Anjos e demônios	Usos positivos e negativos da energia nuclear		X		X		X					X			X
253-254	Disparo de uma bolinha de gude	Disparo de partículas em um acelerador	X			X		X		X					X	
257	Rastros deixados no céu por um avião	Rastros deixados por partículas em uma câmara de Wilson	X				X	X		X					X	
265	Duas pessoas idênticas, mas com a repartição do cabelo invertida	Antipartículas		X	X			X				X			X	

OCORRÊNCIAS EM FIS 10

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
186 e 208	Pequenos pacotes	Quanta de energia		X	X			X				X		X		
186-187*	Percepção do mundo pela física clássica	Percepção do mundo pela física relativística	X				X	X			X					X
187 e 206	Pequenas nuvens sob um céu claro	Fenômenos ainda não esclarecidos pela física no século XIX		X	X			X				X				X
187-204*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X	X		X						X
200*	Reações químicas	Reações nucleares	X			X		X			X				X	
207-208*	Energia contínua	Energia quantizada	X			X			X		X					X
207-230*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física quântica	X				X		X	X						X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
214	Melancia	Modelo atômico de Thomson		X	X			X				X		X		
215	Sistema solar	Modelo atômico de Rutherford		X	X				X			X		X		
217	Buraco ou poço	Estados estacionários de um átomo		X	X			X				X			X	
219-220	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X		X		X					X
224-225	Determinação de posição e velocidade de objetos macroscópicos	Princípio da incerteza	X			X		X				X				X
233*	Bolinha rígida	Núcleo atômico		X	X			X				X			X	
244	Fornalha	Estrelas		X		X		X		X				X		
254	Sopa	Instantes iniciais do universo		X	X			X				X		X		

OCORRÊNCIAS EM FIS 11

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
207	Pudim de passas	Modelo atômico de Thomson		X	X			X				X		X		
211-214	Pequenos pacotes	<i>Quanta</i> de energia		X	X			X				X		X		
216	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X		X		X					X
217-218*	Incerteza em nível macroscópico	Princípio da incerteza	X			X			X			X				X
239	Máquina	Mundo segundo Newton		X		X		X				X		X		
239*	Percepção do mundo pela física clássica	Percepção do mundo pela física relativística	X				X	X			X				X	
242	Pessoa dentro de um disco gigante	Terra na Via Láctea	X				X	X		X					X	
251	Fornalha	Estrelas		X	X			X		X				X		
254-256*	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
258*	Geometria euclidiana	Geometrias não euclidiana	X				X		X		X					X
259 e 269	Balão sendo inflado	Expansão do universo		X	X				X			X			X	

OCORRÊNCIAS EM FIS 12

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
230 e 248	Pequenas nuvens sob um céu claro	Fenômenos ainda não esclarecidos pela física no século XIX		X	X			X				X			X	
232-246	Fenômenos sob a perspectiva da física clássica	Fenômenos sob a perspectiva da física relativística	X				X		X	X						X
244	Colchão e esferas	Tempo-espaço e corpos celestes		X	X				X	X					X	
247	Pudim de passas	Modelo atômico de Thomson		X	X			X				X		X		
250	Pequenos pacotes	<i>Quanta</i> de energia		X	X			X				X		X		
254-255	Luz como partícula ou como onda	Dualidade da luz	X				X	X			X					X
258-259	Incerteza em nível macroscópico	Princípio da incerteza	X			X			X			X				X
266	Objeto sólido	Núcleo atômico		X	X			X		X				X		

Pág	Ocorrência		Nat		Rel			Form		Cond				Nível		
-	Veículo	Alvo	A	M	E	F	EF	V	P	C/C	A/A	C/A	A/C	S	En	Ex
272	Chuveiro	Colisão de raios cósmicos com a atmosfera		X	X			X		X				X		
273	Óleo ou carvão	Urânio-235	X			X		X		X					X	