

Obstáculos epistemológicos em livros didáticos de Física: o gênero na Ciência-Tecnologia⁺*

Ana Paula Butzen Hendges¹

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Universidade Federal da Fronteira Sul

Rosemar Ayres dos Santos¹

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo – RS

Resumo

Os obstáculos epistemológicos propostos por Gaston Bachelard podem ser entendidos como barreiras ao conhecimento. Nesse viés, objetivamos nesta pesquisa analisar obstáculos do conhecimento unitário e pragmático no ensino sobre questões de gênero e Ciência-Tecnologia (CT) presentes em imagens de livros didáticos (LD) de Física do Ensino Médio. Para isso, tivemos como corpus de análise as doze coleções aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018, utilizando como metodologia de análise a Análise Textual Discursiva. Emergiam dessa investigação duas categorias, postas a seguir: 1) A Ciência-Tecnologia apresentada como masculina, de cor branca e produzida em séculos passados e 2) Mulheres enfrentando obstáculos quanto à visibilidade como personagens da CT. O tema gênero e CT pode remeter a um obstáculo do conhecimento unitário e pragmático ao generalizar o gênero masculino e a pessoa de cor branca como sujeitos que fazem CT, invisibilizando os demais grupos. Observamos a possível presença de um padrão desigual em gênero e cor acerca de pessoas que fazem CT em todos os LD analisados. Indicamos a necessidade de mudança na representatividade desses personagens nos LD, considerando que mulheres e pessoas com cor diferente da branca, também, possuem sucesso nesse ramo e carecem dessa representação.

⁺ Epistemological obstacles in Physics textbooks: gender in Science-Technology

* Recebido: 31 de janeiro de 2022.

Aceito: 20 de maio de 2022.

¹ E-mails: abhendges@gmail.com; roseayres07@gmail.com

Palavras-chave: *Imagens; Mulheres; Personagens da CT; Cor.*

Abstract

The epistemological obstacles proposed by Gaston Bachelard can be understood as barriers to knowledge. In this bias, we aimed in this research to analyze obstacles of unitary and pragmatic knowledge in teaching about gender issues and Science-Technology (ST) issues present in images in high school physics textbooks. For this, we had as a corpus of analysis the twelve approved collections by the National Book and Teaching Material Program of 2018, using as methodology of analysis the Discursive Textual Analysis. From this investigations, two categories emerged, as follow: 1) Science-Technology presented as male, white and produced centuries ago and 2) Women facing obstacles regarding visibility as ST characters. The topic gender and ST can refer to an obstacle of unitary and pragmatic knowledge when generalizing male gender and white skin color person as subjects that do ST, making the other groups invisible. We note the possible presence of an uneven pattern in gender and color about people undergo ST in all textbook analyzed. We suggest the need of change representing these characters in textbooks considering women and people with skin color different from white are also successful in this area, and the ones who need this representation.

Keywords: *Images; Women; Characters of ST; Color.*

I. Tecendo compreensões iniciais

Em sua obra intitulada “A Formação do Espírito Científico”, Bachelard (1996) defende que o processo de construção do conhecimento científico-tecnológico deve ser analisado “em termos de obstáculos” (p. 17, 1996). Para o autor, “é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos” (p. 17, 1996). E é com essa perspectiva que empreendemos o presente estudo com foco em analisar obstáculos epistemológicos relacionados aos processos de ensinar e aprender conceitos da Física na Educação Básica brasileira.

Não se trata, pois, de adquirir um conhecimento novo e sim de mudá-lo, derrubando os obstáculos sedimentados pela vida cotidiana e possibilitando novas percepções acerca dos conceitos, afinal, todo conhecimento se dá contra um conhecimento anterior (BACHELARD, 1996). Assim, o conhecimento do senso comum constitui-se como um obstáculo epistemológico ao conhecimento científico-tecnológico, como evidencia Lopes (1996), e que

professoras e professores precisam constantemente superar, em um eterno processo de recomeçar em busca do progresso do conhecimento.

Dessa forma, o conceito de obstáculo epistemológico está relacionado com essa concepção de ruptura entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico-tecnológico (RODRIGUES; GRUBBA, 2012), ruptura essa que “[...] pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação” (BACHELARD, 1996, p. 21).

Os obstáculos epistemológicos são constituídos das inúmeras analogias, metáforas e imagens introduzidas no ato de conhecer, as quais são postas com a finalidade de tornar familiar todo conhecimento que é abstrato, como aponta Lopes (1996). “Não podemos, contudo, considerar que Bachelard defende a impossibilidade de utilização de metáforas e imagens. Sua posição é de que a razão não se pode acomodar a ela [...]” (Idem, 1996, p. 263). Ou seja, a construção do conhecimento científico-tecnológico por meio desses obstáculos faz prevalecer uma ideia que não é real, constituindo-se como uma barreira ao que realmente é necessário saber.

Entre os obstáculos abordados na obra de Bachelard (1996) estão a Experiência primeira; o Conhecimento geral; o Obstáculo verbal; o Conhecimento unitário e pragmático; o Obstáculo substancialista; o Obstáculo realista; e o Obstáculo animista. Nesta pesquisa, focamos nossas análises no obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático, apresentado pelo autor como algo que prejudica o pensamento científico-tecnológico.

O obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático evidencia uma generalização extrema, na medida em que parte-se de um caso ou conceito particular para elucidar todos os outros fenômenos.

As diversas atividades naturais tornam-se assim manifestações variadas de uma só e única Natureza. Não é concebível que a experiência se contradiga, ou seja, compartimentada. O que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa. À mínima dualidade, desconfia-se do erro (BACHELARD, 1996, p. 107).

Essas exageradas generalizações ocorrem devido a uma indução pragmática e utilitária dos fenômenos. Partindo de um fato verificado é possível chegar a uma extensão satisfatória do conhecimento, mas o impulso utilitário, que visa sempre encontrar uma utilidade humana, leva essa compreensão do fenômeno longe demais, exagerando-o (BACHELARD, 1996).

Dessa forma, podemos considerar que o Conhecimento unitário e pragmático trata da imobilização do pensamento acerca de um assunto, com a presença de respostas únicas, diretas e generalizadas a qualquer questionamento, sem fazer relação com outros contextos, concedendo o sentimento de dúvida ou ignorando tudo que se difere do que é considerado como regra.

Nesse viés, se olharmos para a história da CT, vamos perceber uma predominância masculina acerca dos personagens relacionados à construção dos conhecimentos científico-tecnológicos, basta analisarmos um de seus indicadores, a listagem dos prêmios Nobel (CHASSOT, 2004). Essa invisibilidade feminina remete a presença de um obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático, na medida em que ocorre uma generalização na representação de quem vem a ser um cientista, desconsiderando outras possibilidades.

Esse fato se confirma em pesquisas que utilizam o Teste DAST (Draw a Scientist Test) proposto por Chambers (1938), no qual estudantes desenham a/o profissional cientista. Nessas pesquisas, têm-se como resultado a quase total associação hegemônica entre o sexo masculino e a pessoa cientista (CHAMBERS, 1983; CAVALLI, 2017), além do padrão da cor branca (FINSON, 2003).

Assumimos sexo como uma categoria biológica, atribuída no momento do nosso nascimento, e que funda a sociedade heterossexual. Já, o gênero envolve uma classificação pessoal e social das pessoas como homens e mulheres, orientando papéis e expressões de gênero. Estas se constituem no comportamento e na aparência das pessoas de acordo com as expectativas da sociedade. Por fim, destacamos que quem se identifica com determinado gênero pode não pertencer biologicamente a ele, constituindo sua identidade de gênero (JESUS, 2012).

Se olharmos para os livros didáticos (LD), essa visão hegemônica da CT como masculina também se confirma, na medida em que as representações de cientistas são frequentemente associadas ao homem. Às mulheres cabe o papel de cuidadoras do lar, da família e das crianças, aparecendo de forma escassa quanto mais o nível educacional avança (GONZÁLEZ GARCÍA; PÉREZ SEDEÑO, 2002; MARTINS; HOFFMANN, 2007). Assim, percebe-se a ausência de representações do gênero feminino como pessoa que construiu e constrói a história da CT, o que pode provocar o desinteresse de meninas que sonham com a profissão.

Quanto à questão da cor, pesquisas (ainda que incipientes) realizadas em LD de História, Língua Portuguesa e Geografia após o início das diretrizes de valorização das pessoas de cor preta e parda nos editais do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) a partir de 2007, evidenciam mais permanências do que mudanças, mantendo-se a tendência de representação dessa população de forma hierarquizada e estereotipada ao colocá-las em situações de desvantagem social, associá-las exclusivamente à escravidão e esporte, não apresentar suas contribuições para a construção do saber científico-tecnológico, silenciar os discursos sobre as desigualdades de cor, sub-representar o gênero feminino, entre outras. Em LD de Ciências, pelo contrário, indicam-se mais mudanças do que permanências quanto a essas questões, como personagens dessa cor retratadas na profissão da medicina e como cientistas, embora ainda haja uma sub-representação dessa população (SILVA; TEIXEIRA; PACÍFICO, 2013).

Para desenvolver os conteúdos propostos em cada fase escolar, desde o ensino fundamental ao médio, professoras, professores e estudantes contam com o auxílio de LD, visto como uma importante ferramenta didática de apoio para preparação de aulas e para o estudo (NETO; FRACALANZA, 2003), sendo este o motivo pelo qual despertou-nos o interesse em analisá-los, tendo como foco o obstáculo epistemológico do Conhecimento unitário e pragmático de Bachelard (1996) e o tema gênero e CT. Dessa forma, a análise do *corpus* foi realizada com base no gênero, mas, para além dessa questão, após a culminância da análise das obras de LD, decidimos contemplar a discussão acerca da cor, em virtude de uma minoria de cor preta e parda ter sido retratada enquanto cientista ou em atividades de caráter científico-tecnológico. Ou seja, a discussão sobre cor é em decorrência da discussão de gênero.

Nesse sentido, esta pesquisa tem por objetivo geral identificar e caracterizar as imagens presentes em LD de Física do EM que representam o gênero feminino e masculino relacionados ao fazer CT, especificamente, observar se há a presença do obstáculo epistemológico do Conhecimento unitário e pragmático na forma como essas imagens são apresentadas. Sendo assim, busca-se responder ao seguinte problema de pesquisa: Como o obstáculo epistemológico do Conhecimento unitário e pragmático sobre o tema gênero e CT pode estar presente nos LD de Física aprovados pelo PNLD 2018?

II. Entre presenças e ausências na CT: as barreiras

A premissa de partida desta pesquisa fundamenta-se no fato de que a construção do conhecimento científico-tecnológico tem sido historicamente considerada de domínio masculino (SCHIEBINGER, 2001). Isso não significa a exclusão completa do gênero feminino nesse processo, mas que resistências relacionadas à sua presença no campo da CT existiram e ainda persistem.

Por meio da educação, as mulheres têm conseguido superar alguns obstáculos e se posicionar em diferentes áreas da sociedade, conquistando seu “empoderamento” (GROSSI *et al.*, 2016), embora ainda se evidenciem desigualdades.

Especificamente na CT, a ausência de mulheres, principalmente nas ciências exatas, como a Física (SILVA, 2020), ocorre devido à predominância de uma ideologia da CT que sustenta a objetividade, a racionalidade e a neutralidade e devido ao número reduzido de mulheres – e menos ainda feministas – para escrever sobre questões de gênero na CT (LOPES; COSTA, 2005).

Quanto ao primeiro motivo, presentes em nossa vida desde que nos inserimos na sociedade, os estereótipos sexuais acabam influenciando e moldando homens e mulheres por meio de características, em que, a objetividade, racionalidade, competitividade, individualidade e frieza são tidas como características masculinas, associadas geralmente aos homens heterossexuais e de expressão masculina, e a subjetividade, irracionalidade, passividade, dependência e emotividade são relacionadas ao gênero feminino (GONZÁLEZ

GARCÍA; PÉREZ SEDEÑO, 2002). Assim, as características associadas ao feminino são tidas como um obstáculo para a consolidação de uma carreira científico-tecnológica, visto que, não se enquadram na ideologia da CT socialmente construída em épocas mais patriarcais.

Tanto nas áreas consideradas de maior predominância feminina, como a Psicologia, quanto nas de frequente inserção masculina, como a Física, ser mulher e cientista não parece ter significados tão desiguais. Em ambos os ambientes, o que ocorre é uma reprodução de discursos dominantes ligados a estereótipos socialmente construídos, fato evidenciado por Ichikawa, Yamamoto e Bonilha (2008). Na Física há um reforço de estereótipos ligados ao masculino, como a alta produtividade e o trabalho em primeiro lugar. Já, na Psicologia, os discursos dominantes reforçam características e comportamentos ligados ao gênero feminino, como a emotividade e a família em primeiro lugar. Ou seja, as mulheres “[...] parecem ainda estar presas nas armadilhas dos discursos de gênero” (p. 14).

Se olharmos para a história da humanidade, entre os considerados grandes filósofos e pensadores, a presença feminina se fez ausente nos discursos filosóficos, históricos, científico-tecnológicos e culturais. As poucas que conseguiram foram parcamente reconhecidas, sendo consideradas como o outro sujeito produtor do conhecimento, invisibilizadas por trás da figura masculina (BANDEIRA, 2008).

Vale destacar que esse processo de inserção em círculos científico-tecnológicos não ocorreu sem a necessidade de o gênero feminino assemelhar-se ao gênero dominante na CT. Mesmo Mary Wollstonecraft, uma grande feminista inglesa que visava a igualdade entre os sexos “[...] encorajava as mulheres a tornarem-se ‘mais masculinas e respeitáveis’” (SCHIEBINGER, 2001, p. 138). Ou seja, impõe-se a sujeitos femininos uma necessidade de adaptação ao “modo masculino” de fazer e pensar CT, abrindo mão de quaisquer valores tradicionais femininos, unicamente para provar sua legitimidade como cientistas (KELLER, 2006).

Neste âmbito, as mulheres pertencentes às áreas da química, biologia, medicina, entre outras, tem sido relegadas a segundo plano na história da CT, embora não poucas e presentes na construção do conhecimento desde a Idade Média são resgatadas, recentemente, por meio de memórias, biografias, como indica Costa (2006), assumindo, por vezes, papéis de “[...] coadjuvantes, ajudantes, quase invisíveis, agindo nas ‘sombras da história’ e do conhecimento [...]” (p. 456), o que implica na invisibilidade das mulheres como pertencentes na construção do conhecimento científico-tecnológico e na visão geral de que elas não tem potencial para se inserir no ramo.

Acerca dessa visão errônea de incapacidade para o ramo, pessoas de cor preta e parda são ainda mais julgadas, sendo que a discriminação ocorre de forma mais intensa quando se trata das mulheres. De certo modo, a sociedade estabeleceu uma branquitude normativa, colocando a pessoa branca, frequentemente, como a representante da espécie humana e como produtora de CT, fato presente em LD (SILVA; TEIXEIRA; PACÍFICO, 2013).

Indicadores apontam que a CT ainda é “masculina”, embora, nas últimas décadas, haja uma crescente participação do gênero feminino nas instituições, sendo que, no Brasil, elas são maioria no ensino superior (IDOETA, 2019) e em programas de mestrado e doutorado (RIGHETTI, GAMBA, 2021), mas, entre professores titulares e coordenadores de importantes pesquisas da CT, elas são a minoria (LETA, 2003; RIGHETTI, GAMBA, 2021). Não só no Brasil, mundialmente essa discrepância também é evidenciada. Em Portugal, por exemplo, há a presença de mais mulheres no ensino superior desde 1990 (PORDATA, 2021), porém com menor atuação delas enquanto docentes nesse mesmo nível de ensino (PORDATA, 2020).

Sendo necessário continuar a apontar essa invisibilidade e as barreiras que cerceiam, de diferentes maneiras, explícita e implicitamente, a carreira do gênero feminino na CT, bem como das pessoas de cor preta e parda. E, é isso que buscamos fazer em nossa escrita, nos apoiando no obstáculo epistemológico do Conhecimento unitário e pragmático de Bachelard (1996) e nas imagens que representam o gênero feminino e masculino fazendo CT, presentes nos LD de Física aprovados pelo PNLD 2018.

Para Bachelard (1996, p. 17) “[...] é em termos de obstáculos que o conhecimento científico deve ser colocado”, na constante busca por questionar o que é posto e construir um novo conhecimento a partir de um conhecimento anterior. Nesse sentido, as concepções prévias dos estudantes precisam ser consideradas. Ocorre, dessa forma, a necessidade de ruptura entre esses dois conhecimentos, o comum e o científico-tecnológico, de forma que os obstáculos epistemológicos adquiridos no cotidiano sejam desconstruídos, promovendo a aprendizagem.

A racionalidade do conhecimento científico não é um refinamento da racionalidade do senso comum, mas, ao contrário, rompe com seus princípios, exige uma nova razão que se constrói há medida em que são suplantados os obstáculos epistemológicos. [...] Ao considerarmos que o conhecimento científico apenas amplia o conhecimento comum ou ao negarmos a existência de conceitos prévios sobre os mais diferentes assuntos, não cuidamos para que os preconceitos e os erros das primeiras concepções sejam debelados, entravamos novos conhecimentos e cristalizamos falsos conceitos (LOPES, 1993, p. 325).

Um dos obstáculos a serem desconstruídos, no qual baseamos a escrita deste trabalho, é o do Conhecimento unitário e pragmático e que, relacionado ao tema de pesquisa, questões de gênero na CT, e às evidências referentes à cor das personagens, obtidas ao final do levantamento do *corpus*, permite-nos questionar as generalizações postas no processo de ensino ao se representar a pessoa que faz CT e refletir as consequências disso para o processo de aprendizagem, como a imobilização do pensamento acerca de outras possibilidades de representação. Faremos essa discussão após discorrer sobre o percurso metodológico desta pesquisa.

III. Fontes de pesquisa e o percurso teórico-metodológico

Esta pesquisa de abordagem qualitativa e procedimento documental (GIL, 2008), realizada amparando-se no referencial teórico-metodológico da Análise Textual Discursiva (ATD), segundo Moraes e Galiazzi (2007), contou com a análise de doze coleções de LD de Física aprovadas pelo PNLD do ano de 2018 (Quadro 1).

Quadro 1 – Coleções de Física analisadas.

Coleção	Código			Autores
Ser protagonista: Física	A1	A2	A3	NANI, A. P. S.; FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENÊ.
Física	B1	B2	B3	DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.
Compreendendo a física	C1	C2	C3	GASPAR, A.
Física: contexto e aplicações	D1	D2	D3	LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A.; GUIMARÃES, C. C.
Física	E1	E2	E3	GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W.
Física aula por aula	F1	F2	F3	FILHO, B. B.; SILVA, C. X.
Física para o Ensino Médio	G1	G2	G3	YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F.
Conexões com a Física	H1	H2	H3	MARTINI, G. et al.
Física em Contextos	I1	I2	I3	PIETROCOLA, M. et al.
Física: interação e tecnologia	J1	J2	J3	FILHO, A. G.; TOSCANO, C.
Física	K1	K2	K3	BONJORNIO, J. R. et al.
Física: ciência e tecnologia	L1	L2	L3	TORRES, C. M. A. et al.

Fonte: HENDGES, 2021.

O PNLD 2018 foi escolhido por estar sendo utilizado nas escolas de Educação Básica no momento em que nos propusemos a pesquisar LD de Física. Mas, com a nova política implantada com o PNLD 2021, as escolas com estudantes matriculados no Ensino Médio (EM) escolheram as obras por áreas do conhecimento (Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Ciências da Natureza e suas tecnologias – CNT) e obras didáticas específicas (Língua Portuguesa, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas em diálogo com a Matemática e Língua Inglesa) (BRASIL, 2021). Assim, os conteúdos disciplinares de Física, Química e Biologia, passam a compor uma obra da área de conhecimento de CNT.

No que se refere à escolha por analisar as imagens, compreendemo-las como signos que incorporam códigos a serem conhecidos e decifrados por meio de análises críticas. Elas são uma construção histórica que perpetuam representações sociais de gênero e de cientistas,

entre outras, por meio de LD, televisão, revistas, etc., e que precisam ser problematizadas (SARDELICH, 2006). Considerar as imagens como compostas de diferentes signos equivale considerá-las como uma linguagem e, portanto, um instrumento de comunicação e expressão (JOLY, 2007), cujo qual chega a ocupar metade dos LD (VALLADARES; PALACIOS, 2001), evidenciando a importância da análise.

Com o *corpus* selecionado, iniciamos o processo de análise com a denominada unitarização, compreendida como a primeira etapa da ATD, na qual, em acordo com os objetivos e o problema de pesquisa, selecionamos as unidades de significado (US), que denominamos de núcleos de sentido, compostas por imagens de personagens relacionadas à história da CT ou envolvidas em atividades de caráter científico-tecnológico e que identificamos representar o gênero feminino e masculino ao visualizarmos aspectos como as características físicas (silhueta), tradicionalmente atribuídas ao que se entende por mulher e ao que se entende por homem, ou pela identificação presente na legenda e no texto ao qual a imagem estava relacionada.

Na segunda etapa da ATD, identificada como categorização, submetemos as imagens a leituras e releituras visuais, tendo como aporte teórico as contribuições de Bachelard (1996) acerca dos obstáculos epistemológicos. Esse autor delinea vários obstáculos, todavia, nesta pesquisa, empregamos como análise exclusivamente o obstáculo epistemológico do conhecimento unitário e pragmático. Assim, emergiram as categorias de análise ao agruparmos as US de acordo com suas semelhanças. Essas US foram discutidas e fundamentadas na última etapa da ATD, denominada comunicação, e que delinea as compreensões por nós alcançadas.

Em nossa pesquisa, a partir da análise e compreensão do *corpus*, o processo de unitarização resultou em 752 US, os nossos núcleos de sentido. Na segunda etapa, emergiram 2 categorias, sendo elas denominadas: 1) A Ciência-Tecnologia apresentada como masculina, de cor branca e produzida em séculos passados e 2) Mulheres enfrentando obstáculos quanto à visibilidade como personagens da CT. As mesmas serão discutidas posteriormente aos aspectos iniciais da análise.

IV. Aspectos iniciais da análise: a CT como campo que se constrói no masculino e na cor branca

No transcorrer de nossa investigação nos LD, identificamos 3266 imagens que retratavam alguma pessoa, dessas, 467 consideramos como “não identificáveis”, em vista de não ser possível definir o gênero de nenhuma personagem retratada, sendo que, 25 imagens remetem à CT. Por não ser possível identificar o gênero, levando em consideração os objetivos desta pesquisa, não contemplamos essas US em nossa discussão. Ademais, das 3266 imagens, 113 continham personagens em que era possível fazer a identificação apenas de um dos gêneros, enquadrando os demais personagens como não identificáveis, sendo que em 24 imagens era identificável apenas a mulher e 89 apenas o homem. Dessas imagens, 14

remetem à CT, com a identificação possível do gênero feminino em uma delas, ligada a uma atividade de caráter científico-tecnológico. As outras 13 remetem ao gênero masculino, sendo 10 vinculadas à história da CT e 3 a uma atividade da CT.

No que se refere às imagens que continham ou homens ou mulheres, mostrou-se um número expressivo do gênero masculino, com 1909 imagens, comparado a 431 do gênero feminino. Dessa soma, 691 retratam atividades ligadas à CT, sendo 661 com personagens masculinos e 30 femininos. Também, identificamos 344 imagens mistas, ou seja, com a presença de ambos os gêneros, sendo que 47 compõem o *corpus* da pesquisa.

As imagens que se enquadram na pesquisa foram separadas em duas categorias, de acordo com a ação representada, sendo uma referente a personagens ligados à história da CT e outra relativa a sujeitos em atividades de caráter científico-tecnológico. Mais detalhes podem ser verificados no quadro 2. Cabe destacar que esse quadro segue conforme a regra de arredondamento na numeração decimal da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2014.

Quadro 2 – Frequência e percentual das imagens nas categorias por representação de gênero e ação representada.

Coleção	Ações representadas	Imagens								Total
		Femininas		Masculinas		Mistas		Presença de não identificáveis		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
A	HCT	1	2,9	29	85,3	2	5,9	2	5,9	34
	ACT	3	20	11	73,3	1	6,7	-	-	15
B	HCT	-	-	44	93,6	2	4,3	1	2,1	47
	ACT	3	15	15	75	2	10	-	-	20
C	HCT	2	5,7	33	94,3	-	-	-	-	35
	ACT	-	-	2	100	-	-	-	-	2
D	HCT	-	-	40	97,6	1	2,4	-	-	41
	ACT	2	14,3	8	57,1	3	21,4	1	7,1	14
E	HCT	2	2,7	70	93,3	3	4	-	-	75
	ACT	-	-	6	85,7	1	14,3	-	-	7
F	HCT	1	4	22	88	-	-	2	8	25
	ACT	3	9,7	25	80,6	3	9,7	-	-	31
G	HCT	1	2,2	42	93,3	1	2,2	1	2,2	45
	ACT	1	10	4	40	2	20	3	30	10
H	HCT	-	-	8	88,9	1	11,1	-	-	9
	ACT	1	12,5	6	75	1	12,5	-	-	8

I	HCT	2	1,8	105	95,5	2	1,8	1	0,9	110
	ACT	2	6,9	13	44,8	13	44,8	1	3,4	29
J	HCT	-	-	32	100	-	-	-	-	32
	ACT	-	-	6	85,7	1	14,3	-	-	7
K	HCT	-	-	45	93,8	1	2,1	2	4,2	48
	ACT	3	27,3	3	27,3	5	45,5	-	-	11
L	HCT	3	3,4	85	96,6	-	-	-	-	88
	ACT	-	-	7	77,8	2	22,2	-	-	9
Total de imagens		30		661		47		14		752

Fonte: HENDGES, 2021. Notas: n – quantidade em número; ACT – Atividade de CT; HCT – História da CT.

Ao fazermos aproximações entre o obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático de Bachelard (1996) e as imagens de homens e mulheres que remetem à CT, podemos discutir acerca das barreiras ao conhecimento científico-tecnológico porque passam o gênero feminino e as pessoas de cor não branca, sejam homens ou mulheres. O conhecimento unitário desconsidera as particularidades dos fenômenos, levando ao uso de analogias utilitárias ao ser humano e, com isso, ocasionando generalizações. Essas analogias também podem ser observadas na escolha das imagens apresentadas nos LD. Ao escolher certa imagem para inserir nesse material, autoras e autores podem favorecer uma indução na construção do conhecimento por estudantes, uma indução utilitária que, de acordo com Bachelard (1996, p. 114), pode levar a uma “generalização exagerada”.

De forma generalizada, homens brancos são retratados como personagens ligados à história da CT ou atividades de caráter científico-tecnológico. Assim, esse gênero prevalece, bem como, essa cor, tornando-se uma generalização exagerada de quem é ou pode vir a ser uma/um profissional cientista, o que vem ao encontro do obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático, e que pode influenciar na visão de que há incapacidade das pessoas não representadas para se inserir no ramo. Por não possuírem exemplos que provem o contrário, muitas e muitos estudantes não sonham em seguir a profissão.

Também, pode-se observar a predominância de cientistas do século passado, remetendo a uma visão de que atualmente não se produz mais CT de qualidade, já que cientistas não possuem prestígio suficiente para serem abordadas/os nos LD. Por fim, expressões faciais que representam frieza estão constantemente presentes, sendo que, a frieza é uma característica ligada ao gênero masculino, como discutido anteriormente, podendo indicar uma necessidade de adaptação ao modo masculino de pensar e fazer CT. Essas características, observadas a partir da interpretação das imagens, também remetem ao obstáculo epistemológico do Conhecimento unitário e pragmático.

A seguir, buscaremos discorrer mais sobre o assunto, por meio das categorias emergentes, as quais são oriundas das situações mais frequentes da análise, em consonância com o propósito de pesquisa. Dessa forma, na primeira categoria abordamos sobre os aspectos que consideramos marcantes da generalização masculina enquanto pessoa relacionada à história da CT. Já, na segunda categoria discutimos acerca da representatividade de cientistas femininas, ponto central de nossa análise.

V. A Ciência-Tecnologia apresentada como masculina, de cor branca e produzida em séculos passados

Esta categoria contempla um número expressivo de US, 721, e evidencia o que poderia ser entendido como discriminação de gênero, bem como de cor, mesmo que não intencional, em imagens ligadas à CT presentes nos LD. A visão de quem seja um profissional cientista ou de quem venha a fazer uma atividade de caráter científico-tecnológico assume um padrão em todos os LD analisados. Nas palavras de Bachelard (1996, p. 117), “[...] a necessidade de generalização extrema, às vezes por um único conceito, leva a ideias sintéticas que conservam o poder de seduzir”. E, “para o espírito pré-científico, a sedução da unidade de explicação por uma única característica é poderosa”.

O homem branco, de séculos passados, recebe destaque como o produtor de CT, configurando-se como um obstáculo do conhecimento unitário e pragmático, apresentando a ideia de uma baixa probabilidade de sucesso na carreira para quem não se enquadre no perfil, supostamente, assumido como ideal. Assim, com o aporte teórico de Bachelard (1996), é possível indicar o quanto o uso de imagens contribui para unitarizar o pensamento. E, sabendo de sua importância no processo pedagógico, em virtude de chamar a atenção de leitoras e leitores, acreditamos que as mesmas precisam contemplar aspectos que promovam compreensões mais qualificadas acerca da construção do conhecimento científico-tecnológico por estudantes.

Das 721 imagens que se enquadram nesta categoria, 661 (91,7%) representam apenas o gênero masculino, 13 (1,8%) incluem o homem e pessoas de gênero visualmente não identificável e 47 (6,5%) representam ambos os gêneros, feminino e masculino, sendo que, em 5 imagens a mulher aparece apenas como espectadora. Dados no mesmo viés já foram discutidos por Rosa e Silva (2015) e remetem a uma das visões deformadas do desenvolvimento da CT mais frequentes, a visão elitista, aparentando discriminações de natureza sexual (PÉREZ et al, 2001). Tal fato expõe uma discriminação histórica acarretada por uma sociedade androcêntrica e patriarcal, que desvaloriza os pensamentos e ideias associadas ao gênero feminino e coloca o homem como centro na vida privada, social, política e econômica.

Mas, isso não resulta aos mesmos privilégios para todos os homens. Quando analisamos esse conjunto de imagens percebemos que ocorrem algumas características marcantes como a frequente presença da cor branca, com apenas 43 imagens que

consideramos desviar do padrão de cor estabelecido pelos LD (Fig. 1 e Fig. 2), apresentando personagens que aparentam ser de cor preta, parda e amarela relacionadas à CT.



Fig. 1 – Cientistas Glashow, Salam e Weinberg, ganhadores do Prêmio Nobel de Física em 1979.

Fonte: E3, 2016, p. 274.



Fig. 2 – Astronauta Koichi Wakata na Estação Espacial Internacional no ano 2009.

Fonte: B1, 2016, p. 143.

Hábitos intelectuais incrustados nos conhecimentos que não são questionados, os quais têm influência das experiências por que passam os indivíduos, geralmente bloqueiam a construção de um novo conhecimento, o que se caracteriza em um obstáculo epistemológico apontado por Bachelard (LOPES, 1993). Dessa forma, a generalização da profissão de cientista enquanto carreira masculina e para pessoas de cor branca, ao ser internalizado nos LD, mesmo que inconscientemente, pode ser encarado como um bloqueio a outras possibilidades de representação e visões de mundo, constituindo-se em um obstáculo epistemológico.

Assim, aponta-se para o cuidado que é preciso ter com a escolha de imagens de profissional cientista apresentadas nos LD, pois as mesmas podem expressar certa analogia, em virtude de oportunizarem às e aos estudantes um conhecimento limitado e equivocado acerca da CT e de cientistas. Porém, nos LD em geral, não há uma preocupação voltada à forma como as analogias são abordadas (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000).

Destacamos que utilizamos o conceito cor pelo fato de, no Brasil, significar mais que a cor da pele, na medida em que incorpora a textura do cabelo, o formato do nariz e dos lábios, além de traços culturais, como elementos importantes na definição da cor preta, parda, amarela e branca (GUIMARÃES, 2011). Ademais, apontamos que grande parte das imagens é apresentada em preto e branco, o que dificulta a identificação visual da cor das personagens, influenciando negativamente tanto em nossa análise quanto para as e os estudantes, que podem não identificar tão facilmente a presença de cientistas de cor preta e parda na história da CT quando aparecerem em imagens.

Apesar de papéis de destaque que pesquisadoras e pesquisadores de cor preta e parda desempenharam na CT, essa parcela da população não possui visibilidade significativa nos LD, um dos propósitos que esta e a categoria posterior buscam evidenciar. Cabe mencionar que, em nossa análise acerca das imagens masculinas foi possível identificar duas imagens

presentes em coleções distintas que retratam uma personagem homem de cor amarela, ligado ao desenvolvimento da história da CT, sendo ele o físico japonês Hideki Yukawa (1907-1981). Embora não seja o foco principal nos termos na cor amarela, esse cientista representa um desvio no padrão de cor branca estabelecido, mesmo que de forma não intencional, pelos LD.

Quanto a pessoas de cor preta ou parda, consta em um dos LD o físico Abdus Salam (1926-1996), possível de identificação na Fig. 1, posta anteriormente. Astronautas (presentes em três imagens) e ilustrações reais e fictícias de pessoas de cor preta e parda se fizeram presentes nas coleções analisadas, desenvolvendo atividades que consideramos ser de caráter científico-tecnológico, como manusear aparatos científico-tecnológicos, realizar experiências de cunho educativo para comprovação de teorias ou leis, entre outras, mas não foram consideradas nessa contagem por não remeterem diretamente à história da CT.

Esse dado mostra que há necessidade de dar uma maior valorização e destaque a essa cor por parte de quem produz os materiais didáticos pois, do modo posto, pode ocasionar que essa parcela da população não se veja como cientista, o que vem em acordo com os resultados de Finson (2003), que realizou o Teste DAST em diferentes grupos étnicos (caucasianos, americanos e afro-americanos) e mostrou que não ocorrem diferenças significativas nas representações de cientistas entre os grupos, com pessoas de cor preta representando o profissional cientista de acordo com o estereótipo vigente. Por não terem um modelo em quem se inspirar para construir sua identidade, o cientista de cor branca acaba sendo interiorizado em sua mente.

Reafirmamos a importância de incluir os que estão praticamente excluídos dos LD, inserindo-os como profissionais da CT. Nesse sentido, a Física apresentada nos LD pode trazer modelos de cientistas de cor preta ou parda como, para além de Abdus Salam, o astrofísico e divulgador da ciência Neil de Grasse Tyson (1958-), o químico e cientista Lloyd Quaterman (1918-1982), personagem essencial na criação do primeiro reator nuclear do mundo, o cientista nigeriano da computação Philip Emeagwali (1954-), que desenvolveu aplicativos da computação de alto desempenho, o astrônomo e inventor Benjamin Banneker (1731-1806), que criou almanaques com informações sobre os movimentos do Sol, da Lua e dos planetas e Arthur Bertram Cuthbert Walker II (1936-2001), físico que estudou o Sol por meio de raios-x e sensores ultravioletas, além de desenvolver telescópios ultravioletas para poder fotografar a coroa solar, dentre outros².

E, ao trazer esses modelos, bem como, ao apresentar os demais cientistas e pessoas em atividade científico-tecnológicas, outro ponto precisa ser levado em consideração na tentativa de remover possíveis obstáculos para as/os estudantes, esse ponto se refere a uma

² Para mais informações acerca de cientistas de cor preta envolvidos na CT pode-se consultar em: <<https://canaltech.com.br/ciencia/negros-que-marcaram-a-historia-da-ciencia-155655/>>; <<https://canaltech.com.br/inovacao/dia-da-consciencia-negra-10-nomes-que-marcaram-o-ramo-da-tecnologia-155445/>>; <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/12/23-cientistas-negros-que-voce-precisa-conhecer.html>>. Acesso: 7 nov. 2021.

expressão facial raramente presente em pessoas desse ramo, demonstradas nas Fig. 1 e 2. A seriedade e a frieza, com possíveis expressões que indicam braveza ou nenhuma demonstração de sentimento estão presentes de forma expressiva em imagens desta categoria, ademais, algumas parecem retratar pessoas com preocupação ou tristeza. A exemplo trazemos a Fig. 3.



Fig. 3 – Isaac Newton com expressão facial que remete às características masculinas.

Fonte: C1, 2016, p. 93.

Essa valorização de características e comportamentos do gênero masculino representa um obstáculo, visto que, mostra a CT como um trabalho não colaborativo, regrado, sem espaço para erros, exigindo de profissionais cientistas muita dedicação e concentração. A escolha majoritária por imagens que contenham essas expressões pode ser comparada ao uso de uma analogia e, conforme Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2000) torna-se um perigo essas analogias serem encaradas como cópias verdadeiras da realidade e se transformarem em esquemas gerais que assumem um papel permanente, podendo afastar estudantes do caminho da CT, cujo qual parece não trazer satisfação a quem exerce.

Outro fato observado se refere à CT que é retratada nos LD, majoritariamente com cientistas dos séculos XVIII, XIX e XX, particularidade também identificada por Engelmann e Cunha (2017) ao analisarem LD de Química, fato que se expande em LD de Física. Das imagens ligadas à CT que retratam pessoas identificadas pelos nomes e com informações de datas, foi possível identificar dez que traziam profissionais que morreram no século XXI, constando os cientistas Claude Edwood Shannon (1916-2001), Hans Bethe (1906-2005), César Lattes (1924-2005) e José Leite Lopes (1918-2006), sendo que os dois últimos constam com maior frequência, sejam juntos ou de forma individual. Ademais, sete imagens retratavam personagens que ainda estavam vivos no momento em que o LD foi produzido, sendo eles: Conrad Keuck (ano de nascimento não encontrado), Allan Penzias (1933-), Robert Woodrow Wilson (1936-), Sheldon Lee Glashow (1932-), Stephen Hawking (1942-2018) e Steven Weinberg (1933-2021). Destes cientistas citados, nenhum de cor preta ou parda e somente dois brasileiros (César Lattes e José Leite Lopes).

Esse fato pode remeter, a nós professoras, professores e estudantes, a seguinte pergunta: há CT atual? Por que a CT do séc. XXI não é apresentada nos LD? O Brasil produz CT? Um dos motivos para a ausência de referências de cientistas atuais nos LD pode estar relacionada aos conteúdos programáticos apresentados no material e o “tipo de CT” estudada na escola (ENGELMANN; CUNHA, 2017), a qual remete a grandes “descobertas” científico-tecnológicas passadas.

Pelo fato de consistir em uma representação de cientista quase que única e direta, sem proporcionar relação com outros contextos, o obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático proposto por Bachelard (1996) pode ser observado nas imagens dos LD analisados. Assim, mudanças quanto à representatividade de mulheres e pessoas de outras cores para além da branca precisam acontecer, pois a educação deve propiciar a formação de cidadãs/aos críticas/os e reflexivas/os, que consigam perceber que a CT é feita pela raça humana, homens e mulheres, de todas as cores, mas que discriminações e/ou preconceitos sempre permearam esse meio e precisam ser problematizados e combatidos nos LD.

Ademais, cientistas fizeram e continuam fazendo CT, embora poucos pesquisadores atuais, e menos ainda pesquisadoras, recebam destaque nos LD, o que pode remeter a uma visão de decadência da pesquisa científico-tecnológica e mais recentemente, as e os anti-ciências e manifestando, situações que carecem de severa contestação.

VI. Mulheres enfrentando obstáculos quanto à visibilidade como personagens da CT

Esta categoria contempla 73 US que abordam a presença de mulheres ligadas à CT nos LD, indicando sua baixa ocorrência e observando sua situação de representação como um fator de desestímulo às jovens inseridas nas escolas.

As imagens tendem a influenciar na composição de identidades, construídas a partir de distanciamentos ou aproximações com determinados grupos ou objetos. Apontamos a ocorrência de generalizações por meio do uso de imagens que direcionam a construção do pensamento para um reducionismo do que é CT ou de quem faz CT. Nesse sentido, o governo e a educação, por meio dos LD, por exemplo, assumem um papel importante na produção da identidade das crianças e adolescentes. Porém, há um prosseguimento de certas visões de mundo que valorizam interesses de grupos específicos, nos quais as mulheres não estão incluídas.

Das 73 imagens, 30 (41,1%) representam apenas o gênero feminino, 42 (57,5%) apresentam ambos os gêneros e 1 (1,4%) trata do gênero feminino juntamente com outro não identificável. Nas representações, aparecem como cientistas que contribuíram para a história da CT com suas teorias, invenções e/ou experimentos (28,8%), como astronautas (13,7%) e manuseando aparatos científico-tecnológicos ou realizando experiências (57,5%). Quanto ao padrão de cor, o branco se faz presente com grande frequência, com o total de 15 imagens que retratam mulheres de cor preta ou parda, sendo 2 localizadas na coleção B, 2 na coleção F, 10 na coleção I e 1 na coleção K. Dessas imagens, uma se refere a uma astronauta, sem fazer

menção ao seu nome. As demais tratam ou da realização de algum experimento ou demonstração científico-tecnológica ou da utilização de algum instrumento da CT, como o microscópio.

Ademais, duas cientistas de cor branca da atualidade aparecem, sendo uma delas Lisa Randall (1962-), citada no LD como uma estadunidense conhecida por suas pesquisas em cosmologia e física das partículas (I1, 2016). Juntamente a imagem, suas pesquisas não recebem destaque, tornando-se vago de informações no momento (possíveis aparições posteriores por meio de menções não foram consideradas). Ao lado de outras duas imagens de homens brancos ligados à história da CT, Stephen Wawking (1942-) e Albert Einstein (1879-1955), propõe-se a seguinte pergunta no LD: “Qual é a sua ideia de cientista?”. A pergunta não é problematizada no LD, cabendo à professora ou ao professor utilizá-la para desencadear uma discussão em sala de aula acerca de quem e do que vem a ser um cientista para as/os estudantes, problematizando estereótipos e preconceitos de gênero e cor que acabam por consolidar barreiras para a inserção, permanência e ascensão de mulheres e pessoas de cor preta e parda no ramo.

A outra cientista se trata da brasileira Joana Meneguzzo Pasquali (Fig. 4), ganhadora da primeira colocação no Prêmio Jovem Cientista de 2015, na categoria estudante de EM. O Prêmio, instituído em 1981, é uma iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e visa revelar talentos, impulsionar a pesquisa no Brasil e investir em estudantes e jovens pesquisadoras/es que buscam por soluções inovadoras para os desafios da nossa sociedade³.



Fig. 4 – Fotografia da cientista Joana Meneguzzo Pasquali.

Fonte: L1, 2016, p. 29.

A cientista Joana Meneguzzo Pasquali, estudante do EM e residente no estado do Rio Grande do Sul, na busca por auxiliar consumidoras e consumidores a detectar fraudes no leite UHT (ultra-high-temperature), que quer dizer que o leite foi processado em temperatura ultra

³ Informações sobre o regulamento, inscrições, notícias, esclarecimento de dúvidas, publicações de pesquisas premiadas entre outros estão disponíveis na internet. Disponível em: <<http://www.jovemcientista.cnpq.br/>>. Acesso em: 18 jan. 2022.

alta, desenvolveu o Detectox. Trata-se de um *kit* capaz de detectar possíveis substâncias tóxicas presentes no leite UHT. Com esse protótipo, é possível identificar a adição de formol, amido, hidróxido de sódio ou demais substâncias que alterem o pH do leite, desencorajando, assim, que empresas venham a realizar adulterações (L1, 2016). O destaque recebido por essa cientista no LD foi por meio de uma reportagem da mídia de autoria de Everton Lopes, intitulada “Alimentação segura e com qualidade”⁴ e oferece a oportunidade de estudantes conhecerem a iniciativa do CNPq, visualizarem a CT produzida atualmente e acreditarem no potencial de jovens cientistas, e por que não no seu? Afinal, jovens podem fazer sim CT.

A personagem mulher da história da CT que, frequentemente, recebe algum destaque nas coleções de LD é Marie Curie (1867-1934), aparecendo ao menos uma vez em grande parte das coleções, exceto na J, que não traz nenhuma cientista mulher da história da CT, seja de forma individual ou mista. Referente a essa cientista, doze imagens a representam, sendo que em uma não é citado seu nome, embora apareça como a única mulher entre 28 homens (Fig. 5).

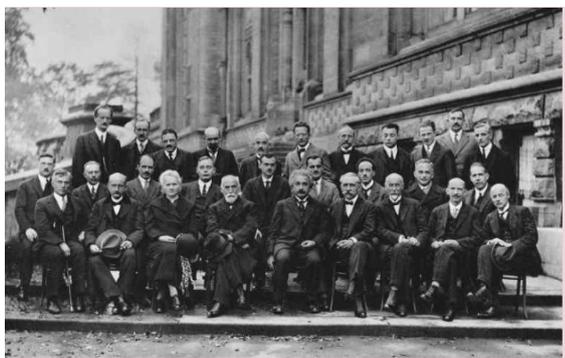


Fig. 5 – Participantes da 5ª Conferência de 1927.

Fonte: D3, 2016, p. 264.

Cientistas como Emmy Noether (1882-1935), na coleção C, IrèneJoliot-Curie (1897-1956), na coleção E e F, Lise Meitner (1878-1968), na coleção E e L, Lisa Randall (1962-) e Annie Jump Cannon (1863-1941), na coleção I e Joana Meneguzzo Pasquali (1997?-), na coleção L, também constam. Como podemos observar, o número de exemplos é reduzido nas coleções e pode evidenciar para as meninas que apenas mulheres geniais conseguem fazer CT.

Dessa forma, cientistas mulheres vêm sendo apagadas e invisibilizadas nos LD, vivas ou não, de todas as cores, seu papel na história da CT não é reconhecido e valorizado. Assim, estudantes tendem a aprender desde cedo onde não deve ser o “lugar de mulher”, o que acaba

⁴ A reportagem na íntegra está disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/alimentacao-segura-e-com-qualidade/>>. Acesso em: 18 jan. 22.

se constituindo em um conhecimento do senso comum, tido como obstáculo epistemológico ao que realmente se deveria saber (que mulheres também fazem CT).

O gênero feminino fez e faz CT em todas as áreas do conhecimento, enfrentando diferentes barreiras conforme a cultura e a sociedade em que se insere. Na Física, por exemplo, podemos citar cientistas como: Sonia Guimarães (1957-), primeira mulher brasileira de cor preta doutora em Física; Katherine Johnson (1918-2020), matemática e física responsável por cálculos essenciais que levaram os Estados Unidos da América a explorar o espaço; Chien-Shiung Wu (1912-1997), física que ajudou a criar o processo de separação do urânio em urânio-235 e urânio-238; Neusa Amato (1926-2015), uma das físicas brasileiras pioneira no estudo de física de partículas no Brasil; Annie J. Easley (1933-2011), matemática, cientista da computação americana e de foguetes; Vera Rubin (1928-2016), astrofísica norte-americana que coletou as principais evidências da existência da matéria escura; Donna Theo Strickland (1959-), física que contribuiu com invenções inovadoras no campo da física do laser, dentre outras.

Não podemos deixar de citar, embora não sejam da área da Física, mas considerando o momento de excepcionalidade que vivemos com a pandemia da COVID-19, a cientista Ester Sabino (1989-), uma médica e pesquisadora brasileira que coordenou a equipe responsável pelo sequenciamento do genoma do vírus SARS-CoV-2 em apenas 48 horas após a confirmação do primeiro caso de COVID-19 no Brasil, outra mulher, a biomédica Jaqueline Goes de Jesus (1960-), também fez parte da equipe coordenada por Ester⁵, ambas mulheres brasileiras, da atualidade e que aparentam ter cor preta ou parda.

Se nos remetermos ao obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático veremos que ele tem por característica provocar a desconfiança diante de qualquer diversificação: “Essa desconfiança das variações, essa preguiça da diferenciação, são marcas do conceito esclerosado!” (BACHELARD, 1996, p. 79). Dessa forma, ao ter-se uma generalização na representação da pessoa cientista, apresentada quase em sua totalidade pelo gênero masculino, quando uma mulher assume esse papel é propenso que ocorra a desconfiança por parte de homens e das próprias mulheres acerca da capacidade dessa profissional. E, se essa mulher for de cor preta ou parda, a desconfiança é dobrada, visto que, sua presença como personagem que participa da construção da história da CT está ausente em todas as coleções analisadas, não oportunizando modelos que desconstruam essa ideia.

Quando se trata das relações sociais entre os gêneros, com frequência se tem a perspectiva da vida das mulheres de cor branca, ou seja, pouco se escuta o que as mulheres de cor preta e parda têm a dizer sobre suas vidas (HARDING, 2016). Essa universalização excessiva faz desaparecer histórias de mulheres de cor diferente da branca.

⁵ Para mais informações: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/orgaos-governamentais/secretaria-de-desenvolvimento-economico-ciencia-tecnologia-e-inovacao/secretaria-de-desenvolvimento-cria-premio-em-homenagem-a-professora-ester-sabino/>> Acesso em: 18 nov. 2021.

Refletindo sobre o porquê das mulheres não se interessarem ou não progredirem na área da CT, acreditamos decorrer de um conjunto de condições que passa o gênero feminino, desde a infância até a vida adulta. Na infância, os artefatos culturais como brinquedos e as brincadeiras levam as mulheres a acreditar que necessitam ser boas mães e donas de casa. Não são estimuladas a serem cientistas, nem na família e nem na escola, sendo consideradas naturalmente desprovidas de conhecimentos e habilidades matemáticas pela sociedade em geral, inclusive nas universidades. Seu caminhar no ramo da Física é, assim, uma trajetória repleta de obstáculos.

Por vezes, numa tentativa de permanecer na área, mulheres acabam adquirindo comportamentos e características socialmente ditas masculinas, como a individualidade e a frieza, que pode ser observada na expressão facial da personagem Marie Curie (Fig. 6), e em outras imagens que mostram mulheres. Ademais, a pouca vaidade e a expressão de cansaço que aparecem em imagens femininas, o que pode remeter a horas concentração nas pesquisas, também indicam que constantemente mulheres necessitam adotar o modo masculino de pensar e fazer CT. Importa destacar que, em uma sociedade preconceituosa, mulheres de cor preta e parda, principalmente, possuem negado até mesmo o grau de feminilidade que é concedido às mulheres de cor branca (HARDING, 2016).



Fig. 6 – Retrato da cientista Marie Curie.

Fonte: E3, 2016, p. 245.

A construção do conhecimento científico-tecnológico por meio de imagens que possuem esses obstáculos epistemológicos referentes ao gênero, a cor, ao modo de pensar e fazer CT faz prevalecer uma ideia que não é real, em virtude de ser tomada como uma cópia fiel da realidade (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000), constituindo-se como uma barreira que pode desestimular mulheres e pessoas de cor não branca a prosseguirem no ramo.

Em nossas análises, também, foi possível observar a presença de imagens mistas relacionadas à CT, em que mulheres apareciam de maneira desequilibrada em 18 das 42 imagens, ou seja, ocorria uma maior presença do gênero masculino, e em 2 a mulher aparecia

em maior número. Mulher no papel de auxiliar do homem (Fig. 7) ou no que parecia indicar serem cobaias de uma experiência (Fig. 8) constam em duas imagens.



Figura 10.15 Retrato de Otto Hahn (1879-1968) e Lise Meitner (1878-1968).

Fig. 7 – Retrato de Lise Meitner e Otto Hahn em um laboratório.

Fonte: E3, 2016, p. 235.



No século XVIII, as primeiras experiências com a recém-descoberta eletricidade já demonstravam que o corpo humano é um condutor elétrico. Nesta ilustração, de R. Brunet de Blaise Nicolas Le Sueur, uma jovem suspensa por cordas isolantes é eletricamente carregada por meio de um bastão eletrizado, passando a atrair papel com a mão.

Fig. 8 – Experiência sobre a eletricidade.

Fonte: A3, 2016, p. 64.

Sobre o contexto histórico das imagens, é importante registrar que não existiam muitas expectativas de sucesso feminino na CT sem o amparo do gênero masculino, visto que, a sociedade científico-tecnológica assumia o homem como quem conduzia e organizava uma pesquisa, considerando a mulher como auxiliar, a força muscular e não o cérebro pensante (FARIAS, 2018).

A CT contemporânea, que se instrui sobre sistemas isolados e afirma que quantidades desprezíveis devem ser desprezadas, acaba generalizando conhecimentos, levando a ideias sintéticas, provocando um ocultamento de outras formas de pensamento (BACHELARD, 1996). Nessa perspectiva, estudantes adquirem um saber estático e fechado, que só será modificado se houverem razões que obriguem a mudar sua razão, de forma a substituir o saber estático e fechado por um saber mais aberto e dinâmico (LOPES, 1993). Nesse sentido, os LD necessitam mostrar a CT como um caminho possível para as mulheres e pessoas de cor preta e parda para, então, possibilitar a libertação de mentes fechadas quando se trata de mulher e pessoas não brancas na CT.

É assim que, na medida em que se generaliza o gênero masculino e a cor branca como cientista, submete-se a mulher aos padrões masculinos de pensar e fazer CT e ao papel de auxiliar de laboratório, ou até mesmo cobaia, ou não se fornece explicações significativas quando a apresentam, ocorre a presença de um possível obstáculo para a inserção de meninas e pessoas de cor preta e parda na carreira.

Identificar a pouca representação do gênero feminino na CT em LD, e nenhuma referência de mulheres cientistas de cor preta e parda relacionada à história da CT, é trazer um dado relevante sobre a cultura da educação em ciências no Brasil. Numa sociedade

preconceituosa com relação à cor o “ser mulher”, o “ser homem”, a “feminilidade” e a “masculinidade” são sempre categorias raciais e de gênero, pois há diferenças que são criadas pelos contextos sociais correspondentes a ser de cor preta ou branca e que não são respeitadas em uma sociedade carregada de preconceito (HARDING, 2016).

Com essa discussão, professoras e professores podem refletir sobre a representatividade feminina, buscar conhecer as cientistas, podendo trazê-las em suas aulas e discutir acerca dos estereótipos e preconceitos de gênero e de cor porque passam as mulheres.

VII. Caminhos para a igualdade de gênero na CT: mirando para o futuro

Apesar da leitura de imagens ser, por vezes, menosprezada, está há tempos presentes em nossa vida cotidiana, sendo atualmente frequentes em meios digitais, revistas, jornais e nos mais variados recursos educacionais, perpetuando representações sociais de meninas, meninos, mulheres, homens, cientistas, dentre tantas outras (SARDELICH, 2006). Ou seja, podemos considerar que as imagens têm um importante papel no processo educacional e as mesmas chegam a ocupar metade dos LD (VALLADARES; PALACIOS, 2001).

Na busca por compreender as mensagens que as imagens que representavam pessoas relacionadas à CT podiam apresentar, especificamente, as relacionadas à história da CT, imaginamos o que nelas poderia ter de diferente. “Por exemplo, o simples fato de notar, em publicidade, no jornalismo, na política ou outra atividade, que determinado argumento é apresentado por um homem (e não por uma mulher) é necessariamente significativo e deve ser interpretado.” (JOLY, 2007, p. 58-59). Nesse viés, devemos nos atentar para que não haja uma generalização extrema, fantasiosa, sendo necessário nos apoiar em um número significativo de dados verificáveis para, então, expormos nossa compreensão acerca das mensagens (JOLY, 2007).

Ao analisarmos imagens com a presença masculina e feminina em categorias distintas, podemos perceber que um perfil de cientista é posto, sendo ele de gênero masculino e de cor branca. Para mulheres pouco espaço é concedido, sendo que as de cor preta e parda relacionadas à história da CT estão completamente ausentes nos LD analisados. O que nossos resultados mostram também podem nos levar a pensar: produzimos CT no século XXI? É possível ser uma/um cientista na atualidade? Afinal, são poucos profissionais deste século que são divulgados no material analisado, encontrando apenas uma personagem feminina.

Pensamos que uma consideração explícita de tais obstáculos pode ajudar a questionar concepções assumidas de forma acrítica e aproximar-se de concepções mais adequadas que podem ter incidência positiva sobre o ensino. Essa reflexão crítica proporcionou resultados para se conhecer possíveis deformações da área de ensino de Física e do trabalho científico-tecnológico, sobre as quais se necessitaria prestar mais atenção, como o caso da CT apresentada como masculina, para pessoas brancas e praticada em séculos passados.

Uma imagem ingênua, afastada do que é e vem sendo a construção do conhecimento da CT, se consolidou até se tornar um estereótipo socialmente difundido e aceito e que vem

sendo propagada na educação, tendo um dos meios os LD. Com isso, não estamos afirmando que as autoras e os autores das coleções de LD, bem como, as editoras, foram discriminatórios ou preconceituosos, mas sim, descuidados em relação a questões de gênero e cor. Esperamos que, ao apontarmos esse tipo de situação, esses comecem a prestar mais atenção ao que as imagens selecionadas para compor suas obras representam para quem as vê ao abrir o LD em uma sala de aula de qualquer canto do país, de qualquer classe social, gênero ou etnia.

É necessária a implantação de políticas públicas para estimular a participação do gênero feminino em carreiras científico-tecnológicas. Nesse sentido, os LD assumem um papel importante. Aqui cabe trazer a discussão levantada por Harding (2016), a qual reconhece que, em culturas que são estratificadas por gênero e cor, o gênero constitui sempre uma categoria racial e a cor uma categoria de gênero. Assim, políticas de gênero, como por exemplo, as políticas públicas para inserção e permanência de mulheres na CT, são diferentes para pessoas do mesmo gênero, mas de cor distinta, bem como, as políticas de cor são diferentes para mulheres e homens de mesma cor, necessitando um olhar mais atento das políticas públicas para essa questão.

Ademais, desejamos, para além do olhar crítico sob os LD, que as Instituições de Ensino Superior (IES) proponham a criação de mais grupos de estudo com professoras e professores em formação inicial e continuada sobre as defasagens que se apresentam nos LD, incluindo aqui as questões de gênero, cor e CT, para então, discutir a elaboração de materiais que possam complementar os LD.

Também, cabe levantar a questão de como essas discussões vem ocorrendo nas IES, afinal, como estão sendo formados possíveis formadoras e formadores? Têm-se o cuidado com a escolha das bibliografias? Há um cuidado da professora e do professor quanto a essas questões? As IES se preocupam em trazer autoras e autores de cor preta ou parda nas ementas de seus cursos? Ou seja, será que as IES não estão formando professoras e professores para pensar exatamente o que está nos LD? Pensamos que a resposta à última questão é não, e entendemos que é necessário produzir material em contraponto e formar educadoras e educadores para pensar para além do que está posto.

Os dados da pesquisa mostram que a CT ao longo do tempo não está imune, mesmo que de forma não intencional, à discriminação e ao preconceito. Na medida em que irmos contra ao que pode ser considerado um obstáculo do Conhecimento unitário e pragmático nas imagens que representam pessoas fazendo CT nos LD, proporcionando que mulheres de cor preta, parda e branca e homens de cor preta e parda, da sociedade passada e, principalmente, da atual, sejam representadas e representados como cientistas, estaremos contribuindo para que mais jovens queiram ser as e os cientistas do amanhã.

Assim como Bachelard, defendemos que é a partir da superação de tais obstáculos que o espírito científico-tecnológico se desenvolve. Com isso, reforçamos a importância de tomarmos consciência de tais obstáculos, em especial os que unitarizam o conhecimento.

Referências bibliográficas

ANDRADE, B. L. de; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 1-11, dez. 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172000020207>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5891**: Regras de arredondamento na numeração decimal. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

AGRELLO, D. A.; GARG, R. Mulheres na Física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1305-6, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/311305.pdf>>. Acesso em: 8 nov. 2021

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

BANDEIRA, L. A contribuição da crítica feminista à ciência. **Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 16, n.1, p. 207-228, jan./abr. 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-026X2008000100020>>. Acesso em: 5 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **PNL D 2021**: Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Guia de Livros Didáticos Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica, 2021. 83 p.

CAVALLI, M. B. **A mulher na ciência**: investigação do desenvolvimento de uma sequência didática com alunos da educação básica. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

CHAMBERS, D. W. Stereotypic images of the scientist: The Draw- A – Scientist Test. **Science Education**, v. 67, n. 2, p. 255-265, 1983. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229689208_Stereotypic_images_of_the_scientist_The_Draw-A-Scientist_Test_Science_Education_672_255-265>. Acesso em: 17 out. 2021.

CHASSOT, A. A Ciência é masculina? É, sim senhora! **Contexto e Educação**. Editora UNIJUÍ, Ano 19, n. 71/72, p. 9-28, jan./dez. 2004. Disponível em:

<<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/1130>>. Acesso em: 17 out. 2021.

COSTA, M. C. Ainda somos poucas: exclusão e invisibilidade na ciência. **Cadernos Pagu**, n. 27, p. 455-459, julh./dez. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-83332006000200018>>. Acesso em: 17 out. 21.

ENGELMANN, G. L.; CUNHA, M. B. da. Algumas percepções sobre cientistas em livros didáticos de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI, 2017, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1671-1.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2021.

FARIAS, R. M. da S. **O legado científico de Marie Curie: Desafios e perspectivas da mulher na ciência.** 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

FINSON, K. D. Applicability of the DAST-C to the images of scientists drawn by students of different racial groups. **Journal of Elementary Science Education**, v. 15, n. 1, p. 15-26, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/225851876_Applicability_of_the_DAST-C_to_the_images_of_scientists_drawn_by_students_of_different_racial_groups>. Acesso em: 1 nov. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220p.

GONZÁLEZ GARCÍA; M. I.; PÉREZ SEDEÑO, E. Ciencia, Tecnología y Género. **Revista Iberoamericana CTS-I**, n. 2, p. 1-19, jan./abr. 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/28064562_Ciencia_Tecnologia_y_Genero>. Acesso em: 5 set. 2021.

GROSSI, M. G. R. *et al.* As mulheres praticando ciência no Brasil. **Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 11-30, jan.-abr./2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1805-9584-2016v24n1p11>>. Acesso em: 7 nov. 2021.

GUIMARÃES, A. S. A. Raça, cor, cor da pele e etnia. **Cadernos de Campo**, São Paulo, n. 20, p. 265-271, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9133.v20i20p265-271>>. Acesso em: 5 dez. 2021.

HARDING, S. G. *Ciência y feminismo*. Traducción: Pablo Manzano. 5. ed. Madrid, Ediciones Morata, 2016. Disponível em: <<https://vdoc.pub/documents/ciencia-y-feminismo-bc3507js39q0>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

ICHIKAWA, E.; YAMAMOTO, J.; BONILHA, M. *Ciência, Tecnologia e Gênero: desvelando o significado de ser mulher e cientista*. **Serviço Social em Revista (Online)**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2008. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/ssrevista/pdf/2008/18%20Artigo%20Genero_%20ciencia_tecnologia%20corrigidos.pdf>. Acesso em: 1 nov. 21.

IDOETA, P. A. *Mulheres são maioria nas universidades brasileiras, mas têm mais dificuldades em encontrar emprego*. **BBC News Brasil**, 10 set. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-49639664>>. Acesso em: 7 nov. 21.

JESUS, J. G. de. *Orientações sobre Identidade de Gênero: Conceitos e Termos*. 1. ed. Goiânia: Ser-Tão - Núcleo de estudos e pesquisas em gênero e sexualidade / UFG, v. 1, 2012. 42p. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/16/o/ORIENTA%C3%87%C3%95ES_POPULA%C3%87%C3%83O_TRANS.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2022.

JOLY, M. **Introdução à Análise da Imagem**. Tradução: José Eduardo Rodil. Lisboa, Ed.70, 2007. Disponível em: <<https://doczz.com.br/doc/122215/introducao-a-analise-da-imagem-martine-joly>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

KELLER, E. F. *Qual foi o impacto do feminismo na ciência?* **Cadernos Pagu**, n. 27, p. 13-34, julh./dez. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-83332006000200003>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

LETA, J. *As mulheres na ciência brasileira: crescimento, contrastes e um perfil de sucesso*. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 49, p. 271-284, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142003000300016>>. Acesso em: 28 out. 2021.

LOPES, A. R. C. *Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências*. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/e001xc0>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

LOPES, A. R. C. *Bachelard: filósofo da desilusão*. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 248-273, dez. 1996. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7049#:~:text=Assim%2C%20enquanto%20um%20fil%C3%B3sofo%20da,base%20na%20tradi%C3%A7%C3%A3o%20do%20pensamento>>. Acesso em: 5 dez. 2021.

LOPES, M. M.; COSTA, M. C. Problematizando ausências: mulheres, gênero e indicadores na História das Ciências. In: QUARTIM DE MORAES, M. L. (Org.) **Gênero nas fronteiras do Sul**. Campinas-SP, Núcleo de Estudos de Gênero - Pagu/Unicamp, Coleção Encontros, p. 85-96, 2005.

MARTINS, E. de F.; HOFFMANN, Z. Os papéis de gênero nos livros didáticos de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n.1, p. 132-151, jan./jun. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172007090109>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí, RS: Editora UNIJUÍ, 2007, 224 p.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200001>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

PÉREZ, D. G.; *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>>. Acesso em: 7 nov. 2021.

PORDATA. Base de Dados de Portugal. Docentes do ensino superior: total e por sexo. Portugal: DGEEC/ME-MCTES; Pordata, 2020. Disponível em: <<https://www.pordata.pt/Portugal/Docentes+do+ensino+superior+total+e+por+sexo-666>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

PORDATA. Alunos matriculados no ensino superior: por tipo de ensino e sexo. Portugal: DGEEC/ME-MCTES, Pordata, 2021. Disponível em: <<https://www.pordata.pt/Portugal/Alunos+matriculados+no+ensino+superior+por+tipo+de+ensino+e+por+sexo-1044>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

RIGHETTI, S.; GAMBA, E. Na pós-graduação, mulheres são maioria entre estudantes, mas minoria entre docentes. **Folha de São Paulo**, 12 mar. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2021/03/na-pos-graduacao-mulheres-sao-maioria-entre-estudantes-mas-minoria-entre-docentes.shtml>>. Acesso em: 7 nov. 2021.

RODRIGUES, H. W.; GRUBBA, L. S. Bachelard e os obstáculos epistemológicos à pesquisa científica do Direito. **Sequência**, n. 64, p. 307-333, jul. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2012v33n64p307>>. Acesso em: 17 out. 2021.

ROSA, K.; SILVA, M. R. G. da. Feminismos e ensino de ciências: análises de imagens de livros didáticos de Física. **Gêneros**: Niterói, v. 16, n. 1, p. 83-104, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/revistagenero/article/view/31226>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

SARDELICH, M. E. Leitura de imagens, cultura visual e prática educativa. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 128, p. 451-472, maio/ago. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-15742006000200009>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

SCHIEBINGER, L. **O feminismo mudou a ciência?** Tradução: Raul Fiker. Bauru, SP: EDUSC, 2001, 384 p.

SILVA, F. V. de J. da. **Entre números e saias**: a trajetória de mulheres professoras de Ciências Exatas da Universidade Federal do Maranhão. 2020. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Maranhão, São Luis. Disponível em: <<https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/3251/2/FERNANDA-SILVA.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2021

SILVA, P. V. B. da; TEIXEIRA, R.; PACÍFICO, T. M. Políticas de promoção de igualdade racial e programas de distribuição de livros didáticos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 127-143, jan./mar. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-97022013000100009>>. Acesso em: 6 dez. 2021.

VALLADARES, J.; PALACIOS, F. J. Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 1, 2001.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)