



ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DA BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR

Scientific and Technological Literacy in the Teaching of Cellular and Molecular Biology

Fernanda Roberta Corrêa Cleto dos Santos¹

Patricia Shigunov²

Leonir Lorenzetti³

Resumo: Neste trabalho busca-se analisar o conhecimento da Biologia Celular e Molecular disposto em dez livros didáticos de Biologia do 1º ano do Ensino Médio do Programa Nacional do Livro Didático 2018, identificando a presença dos indicadores de Alfabetização Científica e Tecnológica por meio de uma investigação documental e exploratória. Os resultados sinalizam que os Indicadores de Alfabetização Científica são instrumentos avaliativos importantes e que o conhecimento de Biologia Celular e Molecular é relevante no cotidiano das pessoas frente às transformações que ocorrem no mundo.

Palavras-chave: Biologia Celular e Molecular. Alfabetização Científica e Tecnológica. Livro Didático.

Abstract: In this work we seek to analyze the knowledge of Cellular and Molecular Biology available in ten textbooks of the 1st year of Biology High School of the National Textbook Program 2018, identifying the presence of indicators of Scientific and Technological Literacy, through a documentary and exploratory. The results indicate that the Scientific Literacy Indicators are important evaluative instruments and that the knowledge of Cellular and Molecular Biology is relevant in people's daily lives in the face of the transformations that occur in the world.

Keywords: Cellular and Molecular Biology. Scientific and Technological Literacy. Textbook.

1 Introdução

O presente artigo, resultante de uma dissertação desenvolvida no âmbito de um Programa de Mestrado Profissional (SANTOS, 2021), objetiva analisar o conhecimento da

¹ Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. <https://orcid.org/0000-0002-3203-0314>. E-mail: fernanda_cleto@hotmail.com.

² Doutora em Biociências e Biotecnologia pelo Instituto Carlos Chagas, pesquisadora em Saúde Pública pelo Instituto Carlos Chagas – FIOCRUZ/PR. <https://orcid.org/0000-0001-6443-1529>, patricia.shigunov@fiocruz.br.

³ Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina, professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná e do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. <https://orcid.org/0000-0002-0208-2965>. E-mail: leonirlorenzetti22@gmail.com.

Biologia Celular e Molecular disposto em dez livros didáticos de Biologia, do 1º ano do Ensino Médio, do Programa Nacional do Livro Didático 2018, identificando a presença dos indicadores de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

A Biologia Celular e Molecular tem por objetivo compreender a vida em seu nível fundamental. Para tal, busca estudar as macromoléculas, as micromoléculas, as interações que controlam as atividades celulares e as características dos organismos vivos. O estudo da Biologia Celular e Molecular é algo complexo para os estudantes, pois eles têm dificuldades de correlacionar as funções celulares e moleculares com os tecidos, bem como associar a um organismo pluricelular. De acordo com Alberts *et al.* (2011), o ensino da Biologia Celular e Molecular precisa ser diferente, pautado no aprimoramento da educação científica e voltado para a compreensão do conhecimento em uma perspectiva que vá além de um ensino dogmático e que permita as pessoas entenderem como é feita a ciência para que elas possam pensar como cientistas, procurando uma evidência científica e, desse modo, apoiar pesquisas científicas. Essa afirmação encoraja a mudança no ensino de Ciência de maneira a melhorar a comunicação para que os estudantes possam compreender o significado dos conhecimentos biológicos. Kitchen *et al.* (2003) afirmam que os estudantes buscam apenas memorizar os conceitos celulares e moleculares, sem conseguir relacionar ou interpretá-los em uma situação real.

Assim, lecionar Biologia Celular e Molecular é desafiador, devido à complexidade que envolve o ensino de Biologia, posto que ele se apresenta descontextualizado, com número de aulas reduzido, com práticas experimentais limitadas ou ausentes, formação continuada insuficiente, desvalorização social do professor, dependência do método expositivo e do livro didático (PEDRISA, 2001). No que se refere ao livro didático, ele é um instrumento que auxilia na aprendizagem do aluno e apresenta conteúdo didatizado, sendo que sua escolha deve ser ordenada com critérios rigorosos avaliando a estética, a consistência teórica, a metodologia, os autores, as atividades sugeridas e os recursos complementares.

Dada a importância da Biologia Celular e Molecular, torna-se relevante investigar suas abordagens nos livros didáticos e averiguar as potencialidades para a promoção da ACT. Hoje sabe-se que a ACT surgiu de uma necessidade de melhoria da educação em Ciências para que o sujeito possa se desenvolver na sua plenitude, como apontam os trabalhos de Jenkins (1994) Bybee (1995), Miller (1998), Lorenzetti (2000), Laugksch (2000), Chassot (2003), Sasseron e Carvalho (2008) e Cachapuz *et al.* (2011). Acrescenta-se que a ACT implica no entendimento da ciência, tecnologia e sociedade de forma crítica e ainda viabiliza uma educação científica com vistas para cidadania, como mostram os estudos de Fourez (1997), Lorenzetti e Delizoicov (2001), Chassot (2003) e Sasseron (2015).

Considerando a importância da ACT, Sasseron e Carvalho (2008), Pizarro (2014), Pizarro e Lopes Júnior (2015) têm chamado a atenção para a necessidade de usar Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) devido a serem instrumentos avaliativos relevantes para o “fazer científico sem perder de vista a função social das Ciências” (PIZARRO, 2014, p. 277). Ao apontar essa característica, Pizarro (2014) sugere que o movimento de agir proporciona o desenvolvimento de habilidades cognitivas, de novas ideias e novos comportamentos criando, com isso, condições favoráveis para a investigação e solução de problemas.

Isso indica que os IAC permitem impulsionar um processo de ensino e aprendizagem que mobilize a reflexão tornando o processo de apreender algo mais significativo e participativo. Tendo por base esses pressupostos, e considerando as relações intrínsecas que estão envolvidas, é preciso ponderar o quão importante é o uso de IAC para o educador.

2 Biologia Celular e Molecular e a Articulação com ACT

O estudo da Biologia Celular e Molecular aliado à ACT pode possibilitar a reflexão crítica e a discussão sobre temas de ciência e tecnologia. Como exemplo, pode-se citar a pandemia do Covid-19 (Coronavírus Sars-CoV-2) em que se discutem técnicas, fármacos e a evolução do vírus. Esse grave momento que a humanidade vive tem servido para explicitar as mazelas dos países e, também, tem evidenciado a pobreza dos debates, o que mostra a urgente necessidade da ACT em Biologia Celular e Molecular. É evidente que as mudanças levam tempo, mas é válido destacar que, sem elas, os problemas civilizacionais profundos ganham novas proporções, prevalecendo a ignorância que acaba colocando a Ciência em ameaça, além de surgirem as ideologias tornando a racionalidade humana algo inerte. Combater isso é urgente.

Esta compreensão colabora para o desenvolvimento da ideia de Timmis *et al.* (2019) que defendem a importância de a população ser instruída em conhecimentos biológicos, sendo um conhecimento importante para a vida e não apenas como requisito curricular. Finlay e Arrieta (2016) e Gilbert *et al.* (2017) também colocam que uma sociedade instruída em conhecimentos biológicos contribui na educação em saúde e, desse modo, na medicina preventiva que promove práticas de higiene e, assim, reduz os níveis de patógenos do ambiente. Lembra-se que a tomada de decisão do cidadão ocorre por meio de uma conjuntura social, política e de especialistas para evitar decisões errôneas, equivocadas e o surgimento de movimentos que são prejudiciais à saúde coletiva como, por exemplo, o movimento antivacina.

A respeito disso, Timmis *et al.* (2019) ponderam que só é viável uma tomada de decisão correta, ou com menos impacto social, ambiental e biológico, se os cidadãos forem alfabetizados cientificamente e tecnologicamente. A ausência de uma educação científica e tecnológica induz o desenvolvimento de pseudociências, de conhecimentos errôneos e, assim, o retorno de doenças praticamente erradicadas como sarampo, difteria e outras, como explicam Lane *et al.* (2018). No contexto da Biologia Celular e Molecular, Odom e Grossel (2002) afirmam a necessidade de ter um ensino mais contextualizado, com práticas articuladas à ambientes de pesquisa científicas que possibilitem ao aluno problematizar buscando, assim, dar significado ao processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, Woodham *et al.* (2016) defendem um currículo que contemple a ciência, tecnologia e sociedade (CTS) de modo mais ativo proporcionando ao aluno mais inferências a ambientes científicos e tecnológicos para que o aluno consiga desenvolver atividades sociais e, com isso, ser alfabetizado cientificamente e tecnologicamente. A ACT é vista por Timmis *et al.* (2019, p. 1523) como uma solução para a resolução de muitos problemas sociais destacando que “a educação básica deve ser voltada para formar sujeitos que consigam assimilar e discutir temas microbiológicos”. Indo mais além, pode-se entender que além do indivíduo compreender o que são bactérias, vírus, fungos, protozoários e microbiotas, ele precisa ter uma boa noção sobre os mecanismos celulares e moleculares, pois esses conhecimentos são úteis, por exemplo, para a compreensão sobre produtos de saúde, como fármacos e para evitar a propagação de informações incorretas.

Bergey (1916, p. 5) relata que a educação básica e a educação científica devem caminhar juntas e, por isso, o conhecimento biológico e bacteriológico é essencial, uma vez que “a educação moderna é fundamental para atenção individual”. Assim, é preciso garantir que os conhecimentos básicos de Biologia Celular e Molecular sejam ofertados no componente curricular de Biologia com a finalidade de formar sujeitos que sejam habilitados a participarem de modo crítico e reflexivo na sociedade. À vista disso, se houvesse um momento propício para



a valorização da educação científica, com certeza, seria esse frente às mudanças que acontecem no mundo.

3 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa (GIL, 2008; FLICK, 2009), de objetivo exploratório (GIL, 2008) e procedimentos de análise documental (PIMENTA, 2001). O objeto de estudo é o livro didático de Biologia do 1º ano do Ensino Médio do PNL D 2018 que apresenta 10 exemplares, conforme mostra o Quadro 1 que corresponde ao *corpus* de análise.

Quadro 1- Livros Didáticos de Biologia Analisados

Código	Título	Autores	Editora
LD1	Biologia Moderna	Martho e Amabis (2016)	Moderna
LD2	Contato Biologia	Godoy e Ogo (2016)	Quinteto
LD3	Biologia Unidade e Diversidade	Favaretto (2016)	FTD
LD4	Biologia	Mendonça (2016)	AJS
LD5	Biologia Ser Protagonista	Catani et al. (2016)	SM
LD6	BIO	Rosso e Lopes (2017)	Saraiva
LD7	Biologia Hoje	Gewandsznajder, Pacca e Linhares (2017)	Ática
LD8	Conexões Biologia	Rios e Thompson (2017)	Moderna
LD9	Biologia	Caldini Júnior, Silva Júnior e Sasson (2017)	Saraiva
LD10	Integralis – Biologia: Novas Bases	Bizzo (2017)	IBEP

Fonte: Brasil (2018).

O processo iniciou-se com uma leitura sistemática do conteúdo dos livros. Em seguida, foram destacados os capítulos que têm o conhecimento de Biologia Celular e Molecular proeminente. A análise dos dados foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) baseada nos estudos de Moraes e Galiuzzi (2014). A ATD apresenta uma abordagem de análise de dados que possibilita duas maneiras de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso. Segundo Moraes e Galiuzzi (2014), a ATD proporciona investigar as realidades, para serem descritas e interpretadas. É um processo que envolve construções e desconstruções. Cabe destacar que a Análise Textual Discursiva ocorre por meio de três fases: “a unitarização – desconstrução dos textos do corpus; a categorização – estabelecimento de relações entre elementos unitários; e por último o captar de um novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada” (MORAES, 2003, p. 192). Para a análise de materiais constituídos para essa pesquisa foram organizadas unidades e categorias *a priori* sintetizadas no Quadro 2.



Quadro 2 - Categoria e Descrição dos Indicadores

Categoria	Descrição
Articular ideias	Interações que possibilitem a desenvoltura oral e/ou escrita
Investigar	Ato de pesquisar
Argumentar	Capacidade de síntese oral e/ou escrita
Ler em Ciências	Possibilitar a leitura por meio de textos e de imagens
Escrever em Ciências	Atividades que ajudem a desenvolver a produção de textos
Problematizar	Ato de questionar
Criar	Situações que promovam a criatividade
Atuar	Situações que promovam a responsabilidade, autonomia e a criticidade

Fonte: Adaptada de Oliveira (2019, p. 55-56).

Com o intuito de facilitar o processo de busca para a Unidade IAC foram utilizados verbos de ação que pudessem garantir comando estruturando a ação e podendo estar relacionados aos IAC. A identificação dos verbos e termos de ação dentro da unidade de contexto colaboram para a presença dos IAC e como mencionou Matos (2020, p. 75) “o verbo de ação estará conectado ao processo cognitivo envolvido na atividade”.

4 Resultados e Discussão

Após a identificação dos livros e capítulos que abordavam a temática Biologia Celular e Molecular uma leitura cuidadosa foi realizada objetivando analisar a presença dos IAC propostos por Pizarro (2014) que foram adaptados para caracterização da ACT nos livros didáticos conforme mostram as categorias do Quadro 2. Do ponto de vista de Pizarro (2014) os IAC elencados implicam em novas perspectivas de olhares por parte do professor, como explica:

Os indicadores de alfabetização científica não são fáceis de reconhecer e que em muitas situações nas quais pressupomos a manifestação de tais indicadores, em sua maioria, foram aquelas em que os alunos se limitavam a responder positiva ou negativamente à ação docente, concordando ou não com ela. Dessa forma, pudemos notar que as possíveis manifestações de indicadores de alfabetização científica observadas por nós como ‘episódios para debate’ com as professoras, tomaram caráter de ‘acontecimentos’ em sala de aula pelas professoras, ou seja, para as professoras esses episódios demonstraram situações de ação dos alunos que costumam passar despercebidas por elas na correria do dia a dia em sala de aula. (PIZARRO, 2014, p. 280).

Para melhor visualizar o IAC abordado a seguir, convém destacar que se optou por descrever o indicador proposto de modo a enfatizá-lo e, por isso, os exemplos usados são direcionados para clarificar tal indicador. É importante destacar que um exemplo (excerto) pode fazer alusão a outros indicadores, o que é altamente recomendado. A Tabela 1 apresenta a quantidade geral de IAC localizados nos recortes dos livros didáticos.



Tabela 1 - Número de evidências dos IAC presente nos livros analisados

IAC	LD 1	LD2	LD3	LD4	LD 5	LD6	LD 7	LD8	LD9	LD1 0	Tota 1
Articular ideias	0	33	25	46	30	36	25	17	34	16	262
Investigar	0	8	12	27	18	23	1	12	12	10	123
Argumentar	13	37	20	35	22	25	20	11	20	16	219
Ler em Ciências	25	30	30	39	42	36	25	17	34	21	299
Escrever em Ciências	10	10	25	27	15	19	1	10	25	15	157
Problematizar	0	13	0	18	17	23	10	10	10	14	115
Criar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atuar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	48	131	112	192	144	162	82	77	135	92	1175
Total de páginas analisadas	113	93	127	95	136	134	105	116	121	125	1165

Fonte: Os autores

De acordo com Pizarro (2014, p. 92) o IAC Articular Ideias, “surge quando o aluno consegue estabelecer relações, seja oralmente ou por escrito [...]”. Posto isso, entendemos que esse IAC proporciona interação nos conteúdos de modo significativo. Destaca-se que o IAC *Articular Ideias* foi localizado 262 vezes nos exemplares, sendo utilizados os seguintes verbos de ação que pudessem auxiliar para localizar o IAC proposto: comparar dados; explorar, conhecer, observar, olhar, selecionar, apontar, ver e ato de movimentar. As Figuras 1 e 2 exemplificam esse processo.

Figura 1- Exemplo de verbo de ação Figura 2 – Exemplo de recursos tecnológicos



Fonte: Mendonça (2016, p. 25).

Fonte: Mendonça (2016, p. 163).



responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor.

Assim, entende-se que esse IAC será viável quando o livro oferecer ao aluno sugestões de temas que promovam a pesquisa, tanto dentro quanto fora do espaço escolar. Foram localizadas 123 possibilidades para esse IAC nos exemplares analisados. Para representar o IAC *Investigar* selecionaram-se dois exemplos: a) “Consulte o glossário etimológico e escreva em seu caderno o significado de heterofagia, autofagia e autólise” (MENDONÇA, 2016, p. 186) e b) “É frequente a queda de cabelos em pessoas que fazem quimioterapia. Pesquise porque a quimioterapia tem esse efeito colateral e produza um pequeno texto em seu caderno” (FAVARETTO, 2016, p. 177).

Os exemplos possibilitam ao estudante realizar uma investigação para obter entendimento sobre o tema proposto. Esse tipo de atividade oportuniza momentos de pesquisa que são ideais para que o indicador *Investigar* seja desenvolvido. Cabe ao professor mostrar o caminho para que as pesquisas sejam estabelecidas mediante os padrões científicos ou, pelo menos, permitam que os estudantes tenham contato com elas.

O livro de Mendonça (2016) é o que mais propõe o IAC *Investigar*, enquanto o livro de Martho e Amabis (2016) não viabiliza o IAC. Já os demais livros analisados estimulam o aluno a investigar por meio de trabalhos, sejam eles em equipe ou individualmente, com sugestões de temas transversais que vão além do contexto escolar como, por exemplo, a saúde e autocuidado.

Os verbos de ação usados para identificar esse IAC em específico foram: pesquise, procure, analise, busque, encontre e consulte. Para exemplificar esse processo, Mendonça (2016, p. 15) solicita que o estudante “consulte o glossário etimológico e confira o significado da palavra citologia”. Já Catani *et al.* (2016, p. 62) indica uma atividade de pesquisa ao estudante: “faça uma pesquisa em livros ou na internet sobre Rosalind Franklin e dê sua opinião sobre o fato de essa pesquisadora não ter sido indicada ao Prêmio Nobel”. Essas ações impulsionam o estudante a realizar o ato de investigar. Lembra-se que esses verbos de ação identificados se caracterizam como os mais frequentes nos livros didáticos. Ressalta-se que esses exemplos de atividades descritos oferecem ao estudante a possibilidade de investigar não apenas o que é, mas de despertar nele uma curiosidade pelo assunto de modo que o assegure a se aprofundar através da pesquisa desenvolvendo a criticidade e o conhecimento. Acerca disso, Freire (1991, p. 32) pondera que:

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

Sendo assim, o ato de investigar deve ser compreendido como algo prazeroso que possibilita o crescimento, a autonomia e a apropriação de conhecimentos. É nesse contexto que foram analisados os livros didáticos com a finalidade de identificar e investigar o indicador e percebeu-se que os exemplares procuram atender a esse critério, mesmo que sutilmente, principalmente por serem um produto educacional. Outra característica apresentada pelos livros didáticos para estimular o estudante ao ato de investigar são as plataformas digitais, como internet e outros. A atividade proporciona que o estudante realize o ato de investigar e, além disso, coloca o aluno em contato com os recursos tecnológicos que, de acordo com Moran (2007, p. 164), se constituem como:



Pontes que abrem a sala de aula para o mundo, que representam, medeiam o nosso conhecimento do mundo. São diferentes formas de representação da realidade, de forma mais abstrata ou concreta, mais estática ou dinâmica, mais linear ou paralela, mas todas elas, combinadas, integradas, possibilitam uma melhor apreensão da realidade e o desenvolvimento de todas as potencialidades do educando, dos diferentes tipos de inteligência, habilidades e atitudes.

Para Pizarro (2014) o indicador *Investigar* carece da ação docente, visto a dificuldade que os alunos possam apresentar em dominar essa habilidade posto que o estudante passa a ser o principal ator no processo de ensino e aprendizagem. Assim sendo, acredita-se que, apesar dos livros didáticos apresentarem espaços limitados que assegurem o desenvolvimento do indicador *Investigar*, ele só será pleno com a intervenção do professor. Cabe, nessa discussão, enfatizar que o IAC *Investigar* deve ser mais explorado no ambiente escolar, posto as implicações que isso representa para a sociedade. O ato de investigar precisa ser ancorado em conhecimento científico que oportunize ao estudante a reflexão, a criticidade e o raciocínio lógico que, na compreensão de Sasseron (2008), está diretamente associado à exposição e à difusão de ideias.

De acordo com Pizarro (2014, p. 92) o IAC *Argumentar*:

Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo.

Assim, pensando no livro didático, ele pode ser entendido como a capacidade de sintetizar desenvolvendo raciocínio lógico. Identificaram-se 219 possibilidades para o desenvolvimento desse indicador. Para representar esse processo, selecionaram-se os seguintes exemplos: “De que são feitos os seres vivos?” (MATHO; AMABIS, 2016, p. 66). “Você conhece outro exemplo de ser vivo unicelular? E de um ser pluricelular?” (GODOY; OGO, 2016, p. 46). Essas representações evidenciam a presença do IAC *Argumentar*. Observando a Tabela 1, constata-se que o livro didático que mais favorece o desenvolvimento do indicador *Argumentar* foi escrito por Godoy e Ogo (2016). Ressalta-se que todos os exemplares apresentam mecanismos que possibilitam esse IAC. Para facilitar a busca por esse IAC utilizaram-se verbos de ação como: explique, dê sua opinião, responda, justifique e converse.

Segundo Sasseron e Carvalho (2008, p. 336) “argumentação é todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando os resultados alcançados”. Neste mesmo contexto, Pizarro e Lopes Júnior (2015) afirmam que o indicador *Argumentar* só aparece quando o aluno tem a oportunidade de expressar sua opinião de conhecimento de forma oral ou escrita. Ao analisar os livros, constatou-se que eles propiciam o desenvolvimento da argumentação, pois eles trazem questionamentos, como por exemplo: Como podemos observar as células? Qual o papel das membranas? Por que precisamos praticar atividade física? Como ocorre a desidratação nos alimentos? De que somos feitos? Qual é o parentesco evolutivo que nós, da espécie humana, podemos ter com uma bactéria, por exemplo? O que aconteceria se antes da divisão celular não ocorresse a duplicação do DNA?

Ao pedir que o estudante explique determinado processo biológico ele tem a oportunidade de apresentar seus conhecimentos. Sendo assim, Pizarro (2014) afirma ser viável, pois é dada a oportunidade para o aluno estabelecer seus conhecimentos de modo argumentativo. Contudo, isso não significa que ele irá despontar por si só. Como já apontado

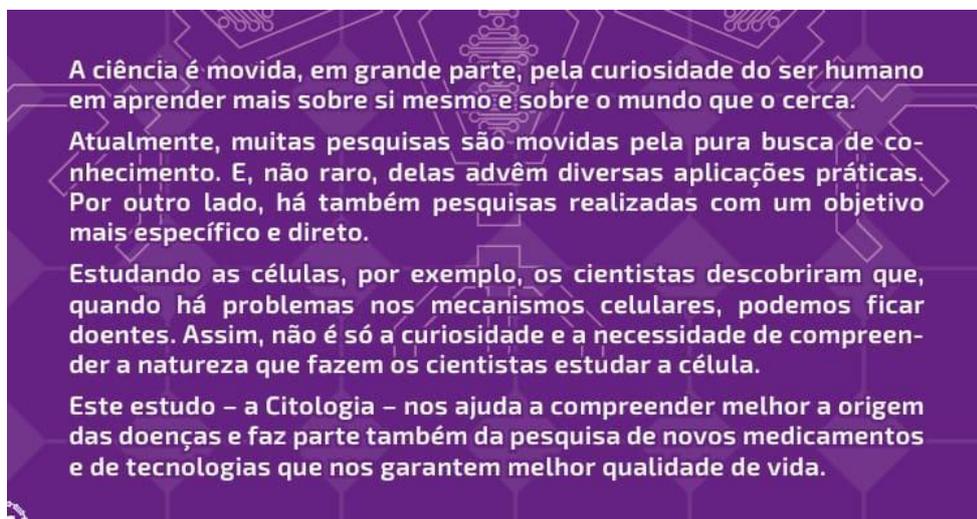


anteriormente, ele é dependente da mediação do professor, inclusive é importante refletir que o papel do professor, para Freire (1991, p. 52), “não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

Nesta perspectiva, a intervenção do professor consiste em apontar caminhos para que o aluno consiga, ao dialogar, tecer seus argumentos de modo a se aproximar do falar científico. Ao pensar sobre o falar científico é preciso reconhecer que a concepção científica que os autores de materiais didáticos detêm influenciará a produção dela.

Nesta lógica, Cachapuz *et al.* (2011) declaram que os livros didáticos podem influenciar os estudantes e professores na concepção de ciência, sendo assim, os argumentos irão incutir tal concepção. Como exemplo prático, a Figura 3 introduz o conteúdo com uma reflexão de concepção de ciência positivista, salvacionista e deformada, que precisa ser problematizada, com argumentos que rompem com essa visão ingênua de ciência.

Figura 3 - Exemplo de atividade que promove o IAC Argumentar



Fonte: Gewandsznajder, Pacca e Linhares (2017, p. 66).

Entende-se que, no processo de argumentação, o desenvolvimento do raciocínio lógico contribui significativamente para a aprendizagem dos estudantes. Para construir um argumento o estudante precisa se valer de uma construção lógica respaldada em seu conhecimento prévio para poder responder o questionamento. Cabe ao professor conferir o quão longe, ou perto, seus argumentos estão do conhecimento científico e orientá-lo para que possa alcançar o esperado. A esse respeito, percebe-se que o livro didático, ao oferecer um questionamento ao estudante como, por exemplo, “*O que é câncer?*” (MARTHO; AMABIS, 2016, p. 116) possibilita um momento de discussão em que o estudante pode expor seus argumentos.

Outra abordagem que os livros exploram com frequência é apresentar perguntas associadas a leituras de texto ou ilustrações que exigem que o aluno pense além do texto ou ilustração proposta. Este tipo de atividade, como afirma Pizarro (2014), é um exercício árduo para o estudante, pois demanda de habilidades que precisam ser trabalhadas para que o processo de argumentar seja natural como ler ou escrever. Em contraponto, o professor precisa explorar este tipo de atividade ofertado pelos livros didáticos de modo a garantir espaços para que o estudante se expresse, caso contrário, será apenas uma repetição de informação de um tópico específico do livro didático. De modo geral, os livros didáticos possibilitam condições para o



desenvolvimento do indicador *Argumentar* via debate entre alunos e professor em sala de aula, como sugere a Figura 4.

Figura 4 - Exemplo de atividade que promove o IAC Argumentar

■ Discuta com seus colegas:

1. Em sua opinião, os vírus podem ser considerados seres vivos? Apresentem os argumentos favoráveis e os contrários a essa classificação.
2. Os vírus poderiam existir na Terra antes mesmo do surgimento dos organismos vivos? Justifiquem sua resposta.
3. O fato de os vírus serem acelulares enfraquece a teoria celular? Justifiquem sua resposta.

Fonte: Rios e Thompson (2017, p. 266).

Observa-se que na atividade proposta pelos autores há um convite para que o estudante discorra com seus colegas sobre o vírus, colaborando para que o indicador *Argumentar* ocorra por meio da oralidade ou escrita.

Conforme descreveu Pizarro (2014, p. 92) o IAC Ler em Ciências consiste em “realizar leituras de textos, imagens e demais suportes reconhecendo-se características típicas do gênero científico e articulando-se essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela”. Ao analisar a Tabela 1, percebe-se que todos os exemplares ofertam esse indicador, mas é o livro Catani *et al.* (2016) que mais explora esse indicador. Outro apontamento, pertinente nesta discussão, é que o indicador *Ler em Ciências*, é o mais frequente nos livros, totalizando 299 evidências. Os verbos de ação usados para identificar esse IAC foram: leia, percorra, consulte, interprete e analise. Do ponto de vista de Oliveira (2019) os elementos que caracterizam a presença desse indicador só podem ser percebidos quando o livro propuser leituras de textos, imagens etc. Diferentes gêneros textuais estão presentes, com destaque para textos escritos, tirinhas e histórias em quadrinhos, conforme Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Exemplo de atividade que promove o IAC Ler em Ciências

● Guia de leitura Responda em seu caderno

- 1 Leia o primeiro parágrafo do quadro. Como você responderia a alguém que não considere importante conhecer os distúrbios digestivos das células?
- 2 O segundo parágrafo apresenta a doença de Tay-Sachs. Qual é a relação dessa doença com os lisossomos?
- 3 Leia os parágrafos 3, 4 e 5 do quadro, que descrevem duas outras doenças: a silicose e a asbestose. Qual é a relação de cada uma delas com os lisossomos?
- 4 Nos parágrafos 6, 7 e 8 fala-se do uso de materiais que contêm amianto (caixas-d'água, telhas etc.), das recomendações para o seu uso e da proibição desse produto em alguns países. Você já ouviu falar nesse assunto? Pesquise a situação do uso do amianto no Brasil e informe-se sobre os riscos do uso desse material para a saúde das pessoas.
- 5 Com base na leitura do nono e do décimo parágrafos do quadro, responda: o que é a “doença da vaca louca”?
- 6 Leia o parágrafo de número 11, que comenta sobre a disseminação da “doença da vaca louca” na Inglaterra. Por que, segundo o texto, o Brasil está aparentemente livre da doença?
- 7 No décimo segundo parágrafo, é apresentado o kuru, doença também causada por um príon. De acordo com o texto, como se dá a disseminação dessa doença?
- 8 No último parágrafo do quadro (13º), é estabelecida a relação entre doenças causadas por príons (“doença da vaca louca” e kuru) e os lisossomos. Qual é ela?

Fonte: Martho e Amabis (2016, p. 92).



Figura 6 - Exemplo de atividade que promove o IAC Ler em Ciências

CLONE

NOSSA EU FUI REALMENTE CLONADO!
ME DIGA AGORA DE ONDE VOCÊ VEIO!
E NÃO ME IGNORE!

ESBOCAIS.COM.BR

EI, ISSO É UM ESPELHO.
AH, NÃO É UM CLONE MUDO?

Digo Freitas

FREITAS, Digo. Diário de ideias gráficas (quase) originais. Disponível em: <http://digofreitas.com/hq/ml-33-clone/>. Acesso em: 25 fev. 2016.

- Que tipo de clonagem é retratada na tirinha acima?
- Relacione a tirinha com o assunto tratado nesta seção.

Fonte: Godoy e Ogo (2016, p. 151).

Observa-se que as Figuras 5 e 6 incentivam o estudante a desenvolver uma atividade que está condicionada ao ato de ler. Assim, compreende-se que a leitura influencia o desenvolvimento intelectual do estudante, sendo uma rica fonte de aprendizagem para a vida. Considerando a afirmação de Vigotski (2008, p. 62) de que “o desenvolvimento do pensamento é determinado pela linguagem, ou seja, pelos instrumentos linguísticos do pensamento e pela experiência sociocultural” a construção do pensamento está diretamente ligada à aquisição de vocabulário uma vez que a linguagem tem papel crucial no aprender a pensar. Desse modo, o ato de ler é importantíssimo.

Neste contexto, é relevante considerar que os livros didáticos se caracterizam por apresentarem uma linguagem figurada, técnico-científica e implícita (JOTTA, 2008). A linguagem figurada se caracteriza pelo uso de metáforas e analogias. Observando esse critério nos livros didáticos identificam-se exemplos que comparam a “estrutura molecular do DNA com uma escada em espiral”, “chave-fechadura” para determinar enzima e seu substrato, “o ATP como moeda energética”, o funcionamento celular comparado à uma “fábrica, a cidade”, as analogias do formato celular como “bloco construtor” e comparam “as mitocôndrias com usinas de energia”.

Esses exemplos apontam a necessidade de intervenção do professor para fazer a transposição didática dos conhecimentos, pois quando os alunos realizarem a leitura podem construir uma representação errônea da função celular e molecular resultando em uma visão deformada. Considera-se que o uso de metáforas e analogias no ensino de Biologia Celular e Molecular é importante pelo fato de facilitar o estudo. Contudo, é preciso cautela, pois pode inculcar o efeito contrário, tornando o estudo celular e molecular complexo e dificultando o processo de ensino e aprendizado do estudante. Pacheco (2008, p. 21) afirma que é importante que “os componentes das metáforas precisam guardar uma relação que ofereça sentido para quem lê”, portanto, deve ser explorada de maneira a aproximar o leitor do assunto.

A linguagem técnica-científica se caracteriza por ser uma linguagem comum a profissionais da área biológica, popularmente conhecidos como especialistas. Essa é a parte do ensino de Biologia Celular e Molecular considerada complicada pelos estudantes, visto a distância que existe da comunidade escolar com a científica. O estudante vivencia o indicador Ler em Ciências no livro didático, quando entram em contato com a linguagem, como exemplo citam-se: “fermentação”, “respiração celular”, “osmose”, “tradução”, “replicação”,



transcrição”, “cultura”, “cadeia”, “duplicação semiconservativa”, “apoptose”, “eucarionte”, “procarionte”, “unicelular”, “multicelular”, “célula”, “diferenciação celular”, “microrganismos”, “clonagem” e “genes”, entre outros. Esses exemplos no âmbito da Biologia Celular e Molecular apresentam significados complexos por estarem associados a processos bioquímicos. Para Miller (1986), é fundamental explicar os termos técnicos-científicos para os alunos para que eles possam ter afinidade, propiciando o entendimento. Sendo assim, destacamos a importância do papel do professor como mediador de conhecimento.

Já a linguagem implícita indica o sentido real; como exemplo nos livros didáticos, destacamos as “doenças metabólicas”, as “doenças celulares”, “nosso corpo é formado por células”, “as células eucarióticas são maiores que as procarióticas”, “peroxissomos e doenças”, “lisossomos e doenças humanas”, “o retículo endoplasmático e a tolerância ao álcool”, “vírus seres acelulares”, “tecnologia no diagnóstico de doenças”, entre outros.

Esses aspectos abordados apontam que o indicador *Ler em Ciências* corresponde a descrição de Pizarro (2014, p. 92) que afirma ser importante se valer de “suportes reconhecendo-se características típicas do gênero científico e articulando-se essas leituras com conhecimentos prévios e novos[...]”. De acordo com Bargalló (2005) *Ler em Ciências* é algo contínuo que se aperfeiçoa com o tempo sendo um processo que consiste em buscar informações adicionais de modo reflexivo e crítico, como exemplifica a Figura 7.

Figura 7 - Exemplo de sugestões de leitura

Sugestões de aprofundamento

Para acessar:

- Instituto Oncoguia: <www.oncoguia.org.br/direitos-dos-pacientes>
- Uma célula, um ser vivo: <www.ib.usp.br/md>
- Museu In Vivo, Fundação Oswaldo Cruz – a célula: <www.invivo.fiocruz.br/celula>

- Projeto Célula Interativa 3D: <<http://3d.d3ver.com/11VrPc>> Acesso em: 17 mar. 2016.

Para assistir:

- Colegas. Marcelo Galvão. Brasil, 2012. 99 minutos. Comédia que aborda coisas simples da vida através do olhar de três jovens com síndrome de Down apaixonados por cinema.

Fonte: Gewandsznajder, Pacca e Linhares (2017, p. 153).

Assim sendo, considera-se que os exemplares investigados possuem elementos que colaboram para o desenvolvimento dos IAC, em especial do *Ler em Ciências*, visto preencher as condições estabelecidas por Pizarro e Lopes Júnior (2015). Salienta-se que o *Ler em Ciências* apresenta peculiaridades que exigem do estudante um raciocínio lógico para que ele possa adquirir significado e, dessa forma, desenvolver a criticidade.

De acordo com Pizarro (2014, p. 92) o IAC Escrever em Ciências:

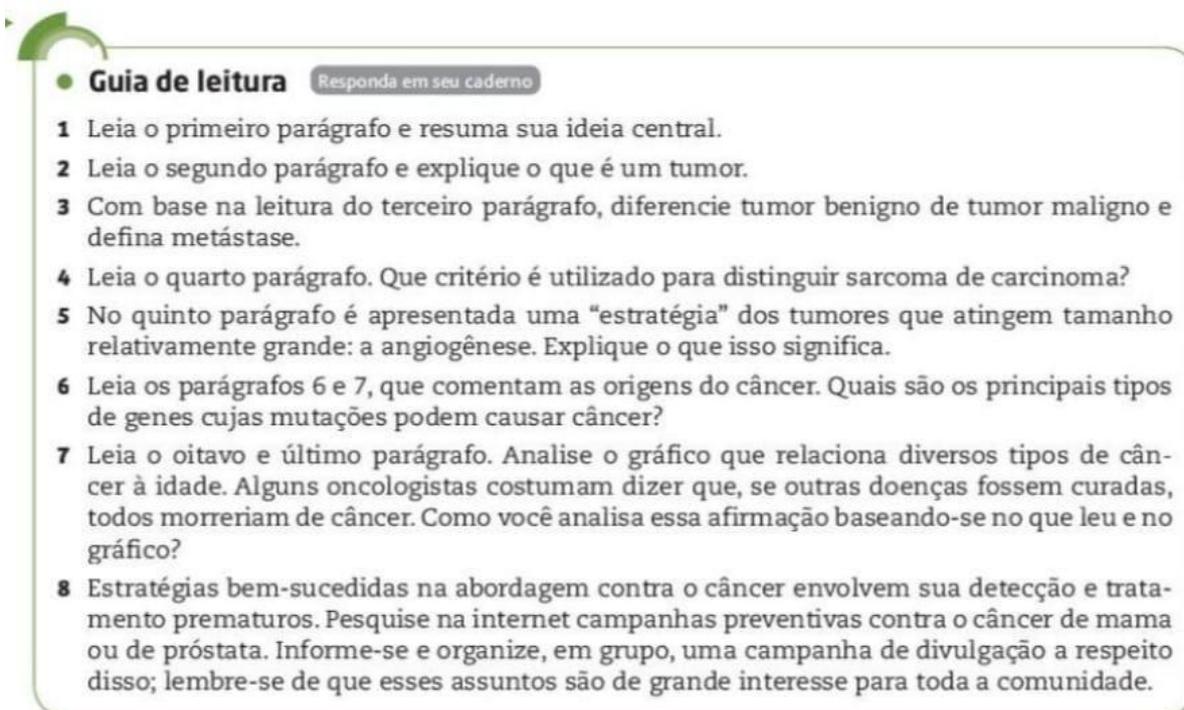
Envolve a produção de textos pelos alunos que leva em conta não apenas as características típicas de um texto científico, mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.

Compreende-se que atividades que ajudem a desenvolver textos podem promover esse indicador. Para facilitar o processo de análise, usaram-se verbos de ação para esse indicador como registrar, anotar, elaborar, formular, produzir, escrever e desenhar. Identificaram-se 127 evidências desse IAC nos exemplares analisados, sendo que o livro de Mendonça (2016) é o exemplar que mais possibilita o indicador. No livro de Gewandsznajder, Pacca e Linhares (2017) foi identificado apenas uma situação que permite esse indicador. Outra consideração



relevante é que o indicador *Escrever em Ciências*, assim como o *Ler em Ciências*, são os mais frequentes nos livros, pois há um estímulo para o desenvolvimento de atividades que propiciam a escrita, como evidencia a Figura 8. Importante destacar que a atividade pode promover o desenvolvimento de mais que um indicador científico.

Figura 8 - Exemplo de atividade que promove o IAC Escrever em Ciências



Guia de leitura Responda em seu caderno

- 1 Leia o primeiro parágrafo e resuma sua ideia central.
- 2 Leia o segundo parágrafo e explique o que é um tumor.
- 3 Com base na leitura do terceiro parágrafo, diferencie tumor benigno de tumor maligno e defina metástase.
- 4 Leia o quarto parágrafo. Que critério é utilizado para distinguir sarcoma de carcinoma?
- 5 No quinto parágrafo é apresentada uma "estratégia" dos tumores que atingem tamanho relativamente grande: a angiogênese. Explique o que isso significa.
- 6 Leia os parágrafos 6 e 7, que comentam as origens do câncer. Quais são os principais tipos de genes cujas mutações podem causar câncer?
- 7 Leia o oitavo e último parágrafo. Analise o gráfico que relaciona diversos tipos de câncer à idade. Alguns oncologistas costumam dizer que, se outras doenças fossem curadas, todos morreriam de câncer. Como você analisa essa afirmação baseando-se no que leu e no gráfico?
- 8 Estratégias bem-sucedidas na abordagem contra o câncer envolvem sua detecção e tratamento precoces. Pesquise na internet campanhas preventivas contra o câncer de mama ou de próstata. Informe-se e organize, em grupo, uma campanha de divulgação a respeito disso; lembre-se de que esses assuntos são de grande interesse para toda a comunidade.

Fonte: Martho e Amabis (2016, p.118).

A orientação do livro didático é para o estudante escrever no caderno. Essa sinalização de imediato o conduz para a escrita. Outro aspecto que pode ser visualizado ainda é que as atividades se concentram na produção de texto. As atividades que podem propiciar o indicador de *Escrever em Ciências* são constituídas além da linguagem verbal, como aponta Carvalho (2013, p. 7-8):

As ciências necessitam de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções. Portanto, temos de prestar atenção nas outras linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico. Temas de integrar, de maneira coerente, todas as linguagens, introduzindo os alunos nos diferentes modos de comunicação que cada disciplina utiliza, além da linguagem verbal, para construção de seu conhecimento.

Para exemplificar esse assunto, Godoy e Ogom (2016, p. 59) solicitam que o aluno “calcule a quantidade aproximada de água em seu corpo, baseando-se na sua massa em kg. Anote no caderno”. Observa-se que a ordem é para calcular, termo explorado pelos livros em geral que vem da linguagem matemática. Diante do exposto, entende-se ser possível o indicador *Escrever em Ciências* nos livros didáticos, visto oferecer práticas significativas. Apesar de a escrita ser um recurso cognitivo importante, ela é um exercício que consiste em organizar ideias de modo claro, portanto, deve ser bem explorada para que os estudantes venham a ter facilidade em redigir artigos científicos futuramente.

Para Pizarro (2014, p. 93) o indicador *Problematizar* será evidenciado quando for “dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.” Neste mesmo caminho, Oliveira (2019) afirma que o indicador *Problematizar* só será viável no livro quando o mesmo oferecer momentos que oportunizem o uso de outras fontes de pesquisa como *internet*, livros e outros. Segundo Gasparin (2012, p. 33) “a problematização é um desafio, ou seja, é a criação de uma necessidade para que ele, através de sua ação, busque o conhecimento”. Além disso, é importante redefinir a problematização frente às situações significativas que possam ser vivenciadas pelos estudantes, conforme foram comentadas por Freire (1994), para aumentar o escopo de conceitos científicos. Partindo desse apontamento, o indicador *Problematizar* pode levar o estudante ao desenvolvimento de questionamentos que são importantes na ciência como formular hipóteses e realizar análises e reflexões críticas superando as evidências de senso comum.

Com intuito de facilitar o processo de busca por esse indicador nos livros didáticos, usaram-se os seguintes verbos de ação: indagar, questionar e interrogar. Observando a Tabela 1 identificaram-se 115 evidências desse IAC. Para clarificar esse processo, Godoy e Ogo (2016, p. 63) questionam: “Se as fibras de celulose presentes nos vegetais não são digeridas pelo corpo humano, porque a alimentação deve ser rica em fibras?”. Analisando os resultados, é perceptível que no livro de Rosso e Lopes (2017) evidencia-se o maior número de possibilidades do IAC *Problematizar*. Em compensação, em Martho e Amabis (2016) e em Favarettto (2016) não foi identificado nenhum momento específico para tal. Os demais livros apresentam o IAC *Problematizar* recomendando o uso das plataformas digitais como instrumentos possíveis de investigação. Além disso, indicam *sites* seguros para que o estudante tenha uma direção do caminho a trilhar.

No decorrer da investigação, considerando o recorte da pesquisa, não foram identificadas situações que promovessem os IAC Criar e Atuar, que são apontados por Pizarro e Lopes Junior (2015) como essenciais para que o aluno desenvolva criatividade e a cidadania.

5 Considerações finais

Ao finalizar este estudo, identificaram-se alguns elementos essenciais para a abordagem do conhecimento de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio, bem como para a promoção da ACT dos estudantes.

Inicialmente, deve-se considerar que o livro didático apresenta um papel importante como fonte de informação complementar, tanto para os alunos como para o professor. Ocorre que muitos professores utilizam o livro didático como única fonte e direcionador de toda a atividade docente, podendo ser um limitador para a Educação em Ciências, bem como a promoção da ACT. Esse apontamento mostra o quão importante é o livro didático e, também, denuncia sua limitação como fonte exclusiva de conhecimento.

Outro fator relevante é que os livros didáticos apresentam atividades que permitem a ocorrência dos IAC, contudo, em sua grande maioria, são dependentes da intervenção do professor para que possam ser promovidos em sala de aula, o que exige professores com conhecimentos teóricos e metodológicos para a sua implementação. A reflexão sobre os livros didáticos deve ser algo permanente, uma vez que é necessário fazê-lo para problematizar a qualidade das políticas públicas implementadas e, também, para avaliar a necessidade de atualização de conteúdos.

Os dados numéricos revelam o quanto os livros didáticos se apoiam em IAC que podem favorecer atividades mais passivas ou individuais por parte dos estudantes (articular ideias, investigar, argumentar, ler em ciências, escrever em ciências e problematizar). Somente com ação do professor é que os IAC criar e atuar podem ganhar visibilidade. A partir do levantamento, constatou-se que, referente aos IAC, os livros não apresentam uniformidade, porém, isso não inviabiliza sua utilização em sala de aula, pois há outros fatores envolvidos como a práxis docente. Assim sendo, o papel do professor é fundamental, não apenas para mediar o conhecimento, mas para oportunizar o desenvolvimento dos IAC. Ao propormos a investigação da unidade dos IAC, reconhecemos que as categorias: *Articular Ideias, Investigar, Argumentar, Ler em Ciências, Escrever em Ciências, Problematizar, Criar e Atuar* são de grande valia no processo formativo do estudante para a promoção da ACT.

Compreende-se que a ACT exerce um papel essencial no ensino de Biologia Celular e Molecular. Neste contexto, os IAC descritos por Pizarro (2014) são instrumentos avaliativos significativos para o fazer científico e, também, são de grande valia para o Ensino Médio, visto eles terem sido desenvolvidos para os anos iniciais. Ressalta-se que a construção do conhecimento de Biologia Celular e Molecular articulada com ACT é pautada nas relações CTS. Assim, entende-se que articulação do conhecimento de Biologia Celular e Molecular com a ACT é um caminho possível, favorável e desvelador que depende de um esforço conjunto para ser viável.

Referências

- ALBERTS, B. B. D. *et al.* **Fundamentos da Biologia Celular**. Porto Alegre: Artmed. 2011.
- BARGALLÓ, C. M. Aprender ciências a través del lenguaje. **Educar**, Guadalajara, n. 33, p. 27-38, 2005.
- BERGEY, D. H. The pedagogics of bacteriology. **JBacteriol.** v.1, p. 5–14, 1916.
- BIZZO, N. **Integralis: Biologia novas bases**. São Paulo: IBEP, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de Livros Didáticos: PNLD 2018. Biologia: Ensino Médio**. Brasília:MEC, 2018.
- BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. **The Science Teacher**, Arlington, v. 62, n. 7, p. 28-33, 1995.
- CACHAPUZ, A. *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CALDINI JÚNIOR, N.; SILVA JÚNIOR, C. DA; SASSON, S. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 2017.
- CARVALHO, M. C. V de M. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO A. M. P (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-20.
- CATANI, A. *et al.* **Biologia Ser Protagonista**. São Paulo: SM, 2016.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Rev. Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2021.

FAVARETTO, J. A. **Biologia Unidade e Diversidade**. São Paulo: FTD, 2016.

FINLAY, B. B.; ARRIETA, M. C. **Let them Eat Dirt**. Vancouver: Greystone Books. 2016.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1991.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1994.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, Coleção Educação Contemporânea, 2012.

GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H.; LINHARES, S. **Biologia Hoje**. São Paulo: Ática, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILBERT, J. A.; KNIGHT, R; BLAKESLEE, S. **Dirt is Good**. New York: St Martin's Press. 2017.

GODOY, L.; OGO, M. **Contato Biologia**. Belo Horizonte: Quinteto, 2016.

JENKINS, E. W. Scientific literacy. *In*: HUSEN, T.; POSTLETHWAITE, T. N. (ed.). **The international encyclopedia of education**. v. 9. Oxford: Pergamon, 1994, p. 5345-5350.

JOTTA, V. C. A. L. A linguagem verbal em livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, Canoas, v.10, n.1, p. 119-133, 2008. Disponível em: <https://sumarios.org/artigo/linguagem-verbal-em-livros-did%C3%A1ticos-de-biologia>. Acesso em: 16 nov. 2021.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: um novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2012.

KITCHEN, E. *et al.* Teaching Cell Biology in the Large-Enrollment Classroom: Methods to Promote Analytical Thinking and Assessment of Their Effectiveness. **CBELife Sciences Education**, v. 2, p. 180-194, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14506506/>. Acesso em: 22 nov. 2021.

LANE, S. *et al.* Vaccine hesitancy around the globe: analysis of three years of WHO/UNICEF joint reporting form data-2015–2017. **Vaccine**. v. 36, p. 3861–3867, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29605516/>. Acesso em: 22 nov. 2021.



LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education**, Hoboken, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/200772545_Scientific_Literacy_A_Conceptual_Overview. Acesso em: 16 nov. 2021.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica nas séries iniciais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/79312/161264.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 16 nov. 2021.

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. Alfabetização científica nas séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 45-61. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2021.

MARTHO, G. R.; AMABIS, J. M. **Biologia Moderna**. São Paulo: Moderna, 2016.

MATOS, C. F. **O conhecimento químico nos livros didáticos de ciência dos anos iniciais: uma análise das práticas científicas e epistêmicas**. 2020. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/67670>. Acesso em: 4 nov. 2021.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. São Paulo: AJS, 2016.

MILLER, J. D. The measurement of civic scientific literacy. **Public Understand of Science**, v. 7, n. 3, p. 203-223, 1998. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1088/0963-6625/7/3/001?journalCode=pusa>. Acesso em: 04 out. 2021.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, 191–211, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHykhL5pM5tXzdj/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 04-05-2022.

MORAN, J. M. **Tecnologias na educação**. 2. ed. Campinas: Papirus, 2007.

ODOM, D. P.; GROSSEL, M. J. Using the two-hybrid screen in the classroom laboratory. **Cell Biol. Educ.** n. 1, p. 43–62. 2002. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC118369/>. Acesso em: 04 out. 2021.

OLIVEIRA, A. F. **Os indicadores de alfabetização científica: uma análise do tema água no livro didático de ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação na área Educação e Ciência) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5659>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PACHECO, C. G. As metáforas no jornalismo científico – análise das revistas Superinteressante e Galileu. **Revista Eletrônica Temática**, Unijuí, n. 8, p. 1- 32, 2008.

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25673/1/biologiacelularmolecularlivros.pdf>.
Acesso em: 20 nov. 2021.

TIMMIS, K, *et al.* The urgent need for microbiology literacy in society. *Environmental Microbiology* published by Society for **Applied Microbiology** and John Wiley & Sons Ltd. v. 21, n.5. p. 1513–1528, 2019. Disponível em:
<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1462-2920.14611>. Acesso em: 12 out. 2021.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WOODHAM, H. *et al.* Enhancing Scientific Literacy in the Undergraduate Cell Biology Laboratory Classroom. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v.17, 3. ed, p. 458-465, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28101274/>. Acesso em: 12 out. 2021.

Recebido em dezembro de 2021.

Aprovado em maio de 2022.