



VI Seminário Internacional
de Pesquisa e Estudos Qualitativos
22 a 24 de setembro de 2021

Pesquisa Qualitativa

ÉTICA - LÓGICA
EPISTEMOLOGIA

- a) **Área de inscrição:** Ensino de Ciências: Biológicas, Exatas, Sociais, Humanas
- b) **Modalidade de pesquisa:** Outra
- c) **Trabalho a ser apresentado de acordo com:**
 - **Área (escreva a área):** Ensino de Ciências - Biologia
 - **Tema/modalidade de pesquisa (escreva qual):** Transposição Didática

TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EM LIVROS DE BIOLOGIA: ANÁLISE DE CRIAÇÕES DIDÁTICAS DO CONCEITO DE EXPRESSÃO GÊNICA

Kamilla Zabotti¹ Tayonara Georgiane Neppel² Lourdes Aparecida Della Justina³

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel – Paraná*

¹kmizabotti@gmail.com; ²tgneppel@gmail.com; ³ lourdesjustina@gmail.com

Resumo:

O presente estudo objetivou analisar o resultado da transposição didática externa (do saber sábio para o saber a ensinar) tendo como elemento de análise o conceito genético “expressão gênica” em livros didáticos de Biologia. A análise enfoca as mudanças sofridas nas criações didáticas para representação conceitual da hereditariedade em quatorze livros didáticos de 1965 a 2013. De natureza qualitativa a análise dos livros ocorreu sobre a luz da análise de conteúdo de Bardin. Dentre os principais resultados, evidencia-se a demora da transposição didática, no qual em média os avanços conceituais demoraram em média vinte anos para serem transpostos ao saber ensinado.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Transposição Didática; Expressão Gênica; Livro Didático.

Abstract

The present study aimed to analyze the result of the external didactic transposition (from the knowing sage to the learn to teach) having as an element of analysis of the genetic concept "gene expression" in schoolbook on Biology. An analysis focuses on the changes undergone in didactic creations for conceptual representation of heredity in fourteen schoolbook from 1965 to 2013. Of a qualitative nature, the analysis of books that took place in the light of Bardin's content analysis. Among the main results, the delay in the didactic transposition is evident, in which on average the conceptual advances took an average of twenty years to be transposed to the taught saber.

Key words: Biology Teaching; Didactic transposition; Gene expression; Schoolbook.

Introdução

Aprender Biologia na educação básica se constitui cada vez mais essencial para aplicação desse conhecimento no cotidiano e exercício da cidadania de forma consciente. Questões relacionadas à clonagem, células tronco, manipulação gênica, alimentos transgênicos são polêmicas e têm levantado diversos debates na sociedade, o que exige domínio de conceitos centrais da Biologia para tomada de decisões de forma crítica e consciente.

Casagrande (2006), aponta que os conhecimentos biológicos nos auxiliam na descoberta e diagnósticos de doenças, produção de medicamentos e ainda possibilitam o melhoramento genético de plantas e animais. A genética é conhecida como a ciência da hereditariedade, dessa forma, o conteúdo referente à expressão gênica é essencial para o entendimento desse conceito, uma vez que ela aborda a "ação do gene" frente ao organismo expressando suas características nos descendentes.

O conhecimento científico, saber sábio, sofre modificações até ser tornar objeto de ensino, processo denominado de Transposição Didática (CHEVALARD, 1998). O saber a ensinar, descrito por Chevallard (1998) é aquele saber sábio que foi adaptado, transposto ao ambiente escolar, passando agora a integrá-lo. Esse saber faz parte de livros didáticos, manuais de ensino, programas escolares, entre outros, no qual o saber sábio é reestruturado, passando a ser descrito por uma linguagem mais simples de modo a se adequar ao ensino escolar.

Dentre as principais transformações do saber, observa-se determinados pontos, descritos por Chevallard (1998), que norteiam esta transposição. Os principais pontos são: despersonalização, desincretização, descontextualização, publicidade, criações didáticas, relação antigo/novo, programabilidade de aquisição do saber, envelhecimento moral e biológico do saber e a noosfera.

Criação didática se define por novos objetos didáticos gerados no decorrer da transposição didática. São representações de determinado conceito, podem ser entendidas como motivadas por necessidades do ensino e se configuram como facilitadoras da aprendizagem. É alertado que se a criação for mais estudada que o próprio conceito, torna-



VI Seminário Internacional
de Pesquisa e Estudos Qualitativos
22 a 24 de setembro de 2021

Pesquisa Qualitativa

ÉTICA - LÓGICA
EPISTEMOLOGIA

se um problema. Além disso, a desvinculação dessas criações das finalidades iniciais, podem acarretar prejuízos, pois acabam por serem ensinadas de modo isolado como se fosse um objeto do ensino (CHEVALLARD, 1991).

As criações didáticas se constituem um importante elemento resultante da primeira transformação que o saber sábio sofre. Elas evidenciam o domínio conceitual, a contextualização do saber e, principalmente, a atualização do conceito em relação as novas pesquisas de âmbito científico-acadêmico, e que eventualmente, fazem com que modificações surjam nas criações didáticas (CHEVALLARD, 1991).

Com base nisso, este estudo, buscou analisar o resultado da transposição didática externa (do saber sábio para o saber a ensinar) tendo como elemento de análise o conceito genético “expressão gênica” em livros didáticos de Biologia. Enfoca as criações didáticas para representação conceitual da hereditariedade e suas possíveis relações e consequências para o ensino desse tema.

Metodologia

O presente estudo, de natureza qualitativa, objetiva analisar o conceito genético “expressão gênica”, referente ao saber a ensinar, presente em 14 livros didáticos, publicados entre os anos de 1965 e 2013. O recorte escolhido para análise do saber ensinado referente ao conceito de expressão gênica é o de “criações didáticas”. Dessa forma, a questão norteadora é "O livro utiliza de criações didáticas para desenvolver a compreensão acerca da expressão gênica? Se sim, quais são as criações e suas implicações para compreensão dos conceitos envolvidos."

Selecionamos um total de 14 livros didáticos de Biologia, publicados entre os anos de 1965 e 2013. A relação dos livros analisados podem ser consultado no apêndice A. O critério de escolha para seleção da amostra, foram as obras disponíveis no acervo didático do Laboratório de Ensino de Biologia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste).

Para o tratamento dos dados utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (2010). Compreendendo três etapas, sendo elas: *Apré-análise*, que compreendeu a organização

do material, onde foram levantados os livros didáticos de biologia disponíveis no acervo da Unioeste. Após foram realizadas análises preliminares (análise flutuante) dos capítulos para evidenciar a presença do conteúdo de “expressão gênica”.

Na sequência, foi realizada a *descrição analítica*, onde os livros elencados foram submetidos a um estudo aprofundado norteado por eixos e categorias de análise previamente elencadas. Neste momento foram destacados os fragmentos escritos, imagens, outros que explicitem ideias acerca do conceito chave, expressão gênica.

Por fim, temos a *interpretação inferencial*, que envolveu o aprofundamento da análise buscando desvendar o “conteúdo latente”, indo além do “conteúdo manifesto”, presentes nos fragmentos selecionados dos livros na etapa anterior para análise.

Resultados e Discussões

As criações didáticas são elementos dentro de determinada área do saber que são criadas de modo a facilitar a compreensão de algum conceito. Podem ser figuras, esquemas, fluxogramas ou até mesmo fragmentos textuais que elucidem os conceitos de um modo mais simples. Posto isto, a tabela a seguir (tabela 01), expõe se os livros apresentaram ou não criações didáticas e tem uma breve descrição, caso tenha apresentado. Cada livro analisado recebeu a sigla L seguida do ano de publicação.

Tabela 1 - Relação dos livros analisados e Análise das Criações Didáticas.

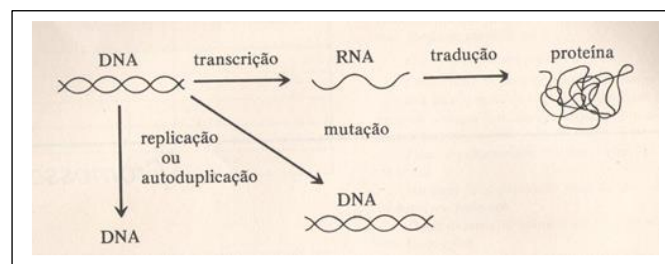
Livro	Sim	Não	Descrição
L1-1965	x		Ao explicar a transmissão de caráter dominante, o livro usa o exemplo da característica cor dos olhos, cruzando “olho escuro” com “olho azul” e solicita que o leitor suponha que esse cruzamento não seja rigorosamente exato.
L2-1968		x	Não identificado.
L3-1972		x	Não identificado.
L4-1978	x		Esquema mostrando os passos da expressão gênica (<i>figura 1</i>).
L5-1984	x		Apresenta uma figura ilustrando o modo que se dá a tradução de um RNAm em proteína (<i>figura 2</i>).
L6-1989	x		Apresenta um modelo de RNAt e da transcrição (<i>figura 3</i>).
L7-1991	x		Uma figura representando a transcrição gênica e tradução (<i>figura 4</i>).
L8-1993	x		Figura ilustrando a transcrição e a tradução (<i>figura 5</i>).

L9-1998	x		Figuras representando aminoácidos, ribossomos, transcrição e tradução (<i>figura 6</i>) e esquemas diferenciando a expressão gênica de eucariotos e procariotos (<i>figura 7</i>).
L10-1999	x		Figuras ilustrando o RNAt e a tradução (<i>figura 8</i>).
L11-2001	x		Figuras abordando transcrição e a tradução (<i>figura 9</i>).
L12-2004	x		Figuras esquematizando a tradução e o RNAt (<i>figura 10</i>).
L13-2009	x		Figuras esquematizando a transcrição, a tradução e o RNAt (<i>figura 11</i>).
L14-2013	x		Várias figuras para representar o conteúdo.

Fonte: As autoras.

É possível perceber que a maioria dos livros apresentou criações didáticas para ilustrar a transcrição/tradução de um gene, algumas figuras foram mais ricas em detalhes, mostrando outros envolvidos no processo, outras foram mais sucintas. A seguir, estão apresentadas as figuras encontradas nos livros. A primeira delas (*figura 1*) foi retirada do L4-1978 e mostra um esquema da expressão gênica, demonstrando que um DNA pode replicar ou duplicar dando origem a outro DNA ou pode ser transcrito em RNA e traduzido em uma proteína. Apesar de abordar no esquema, o livro não cita na parte textual, nada que esteja relacionado à transcrição e tradução.

Figura 1 - Esquema do Livro L4-1978 transcrição e tradução. Fonte: Rodrigues e Morais (1978 p. 52).

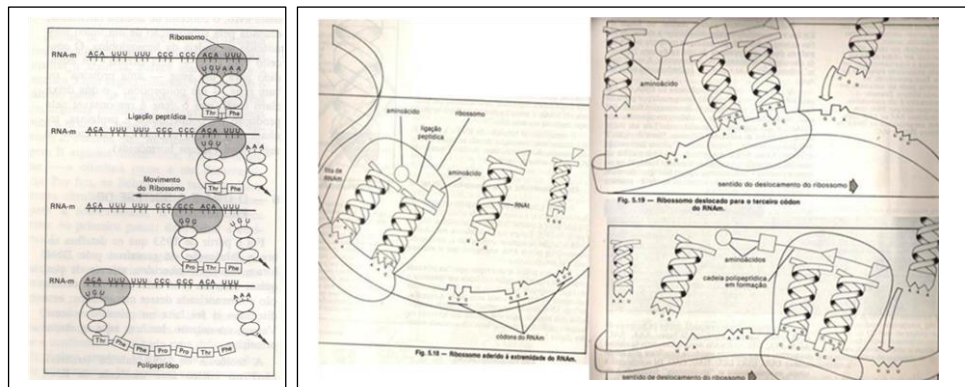


Na sequência temos o esquema da tradução presente em L5-1984 (*figura 2*), é possível identificar o RNA mensageiro, o RNA transportador, as duas subunidades do ribossomo e ainda a cadeia polipeptídica. Também pode perceber que o RNA transportador apresenta uma trinca de nucleotídeos que necessita parear com o RNA

mensageiro para poder deixar o seu aminoácido. Um possível problema de compreensão pode surgir desta figura em relação ao RNA mensageiro, pois ele se apresenta com um espaço entre as trincas, que na realidade não existe, pensar em RNA mensageiro com esse espaço impossibilita uma visualização correta dos danos que causariam uma mutação do tipo deleção ou inserção no DNA.

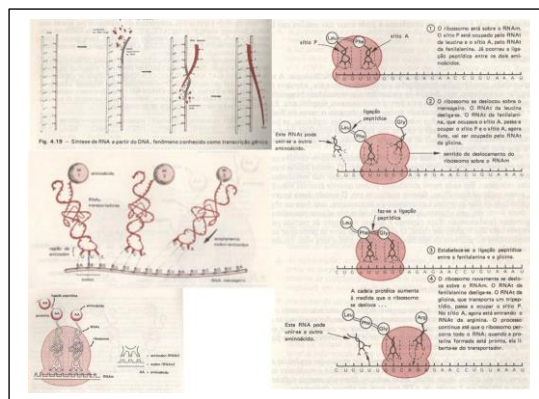
Figura 2 (esquerda) - Esquema da tradução apresentada em L5-1984. Fonte: Junior e Sasson (1984 p. 66).

Figura 3 (direita) - Tradução em L6-1989. Fonte: Paulino (1989, p.106 e p. 107).



A figura (figura 3), foi retirada de L6-1989, fica claro através dos formatos utilizados para representar os aminoácidos que estes são diferentes uns dos outros e novamente, como na figura anterior, o RNA mensageiro possui espaço entre as trincas, informação essa que pode ser um obstáculo para a compreensão do conteúdo. É possível perceber, o deslizar no ribossomo sobre a fita de RNA mensageiro.

Figura 4 - Esquemas de L7-1991. Fonte: Amabis e Martho (1991, p. 100, p. 101, p. 102, p. 103).

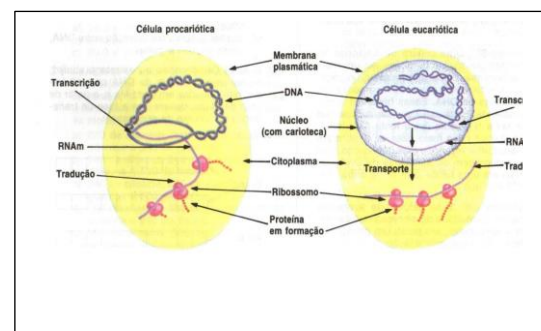
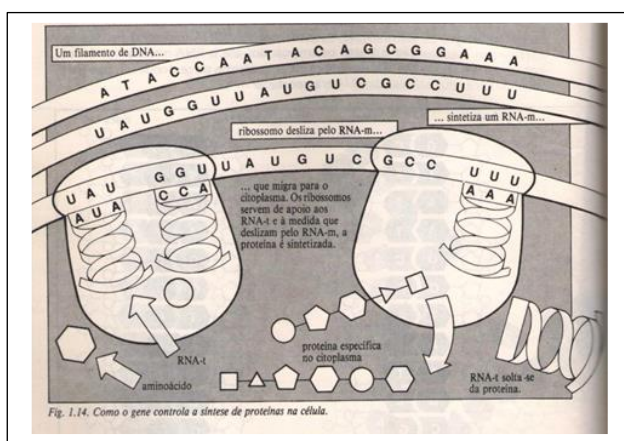


As criações didáticas presentes em L7-1991 (figura 4) mostram desde a

transcrição até a tradução. É possível inferir, por meio do desenho, que o RNAm é sintetizado a partir do DNA. Fica claro também que o RNAt é uma fita de RNA com uma configuração espacial, onde determinada região possui as trincas que serão pareadas com a fita de RNAm e que cada RNAt traz consigo um aminoácido específico. A ligação peptídica, que é a ligação feita entre dois aminoácidos, também é abordada na figura. Além do mais, as figuras demonstram a tradução, com um ribossomo sobre uma fita de RNAm e a formação da cadeia proteica.

A seguir temos o esquema apresentado em L8-1993 (*figura 5*), qual mostra um filamento de DNA, próximo a ele tem um filamento de RNA e logo abaixo este mesmo filamento com ribossomos. A figura ficou sobrecarregada de informações, dando a entender que acontece tudo ao mesmo tempo e em um mesmo local, o autor fez comentários na figura o que facilitou um tanto a compreensão, pois quando falou de RNA escreveu “que migra para o citoplasma”. Os espaçamentos descontínuos entre as trincas podem gerar certa dificuldade de entender que as bases estão dispostas lado a lado com uma distância padrão entre elas.

Figura 5 (esquerda) - Abordagem da Expressão Gênica L8-1993. Fonte: Linhares e Gewandszajder (1993, p. 36). Figura 6 (direita) - Esquema da transcrição e tradução em procariotos e eucariotos no L9-1998. Fonte: Lopes (1998, p. 122).

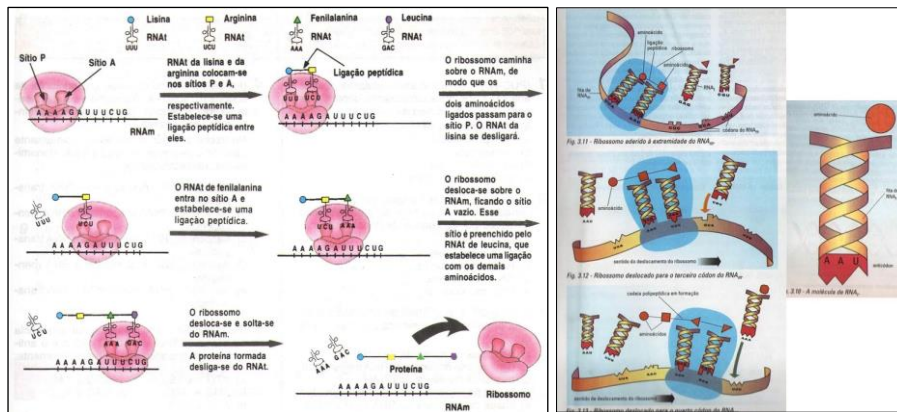


Na sequência, o livro analisado foi o L9-1998, o primeiro a apresentar uma figura ilustrando a diferença na transcrição e tradução entre procariotos e eucariotos (*figura 6*), que só voltou a aparecer em L14-2013. Com a figura fica clara a presença do núcleo na

célula eucariótica impossibilitando que a tradução ocorra ali, ao mesmo tempo.

Outra figura ilustrando o mecanismo de tradução trazida em L9-1998 (*figura 7*), apresenta uma preocupação pelos autores em fazer um esquema mais próximo ao real, o formato do RNA transportador em muito se assemelha ao que se conhece hoje, as bases estão dispostas lado a lado, há alguns RNAs transportadores na parte superior demonstrando que existem vários tipos, cada um com uma trinca diferente e um aminoácido correspondente, também dá pra perceber que os aminoácidos são diferentes e que ao final da tradução se desligam todos os elementos, apenas ficou faltando uma imagem do ribossomo “desmontado”, pois ao final da tradução as duas subunidades se separam.

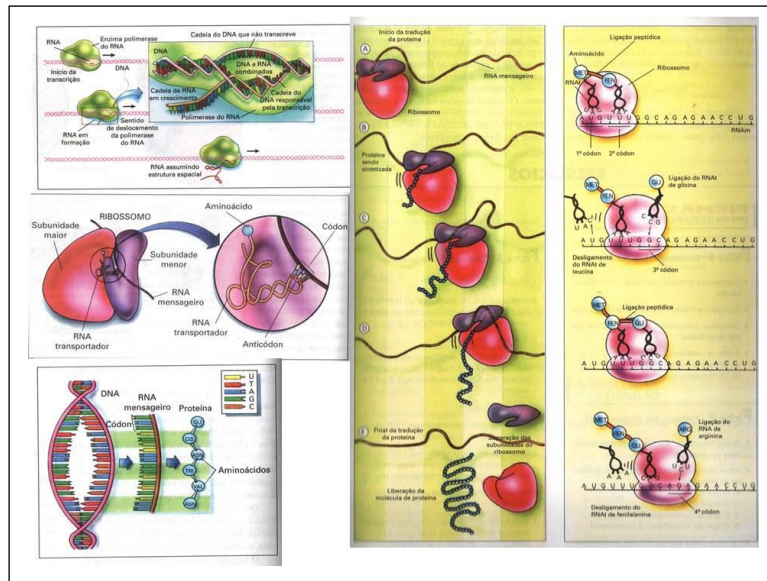
Figura 7 (esquerda) – A tradução no L9-1998. Fonte: Lopes (1998, p. 125). Figura 8 (direita) – Tradução no L10-1999. Fonte: Paulino (1999, p. 47)



A *figura 8*, foi retirada de L10-1999. A representação do RNAm pode provocar uma outra interpretação da tradução gênica no leitor. O modo que está representado o RNAt próximo a fita de RNAm causa uma falsa impressão de que o RNAt se liga ao RNAm antes da passagem do ribossomo, não levando em consideração que o ribossomo contém sítios específicos para a aderência do RNAt. Quanto a representação da fita de RNAm, algumas características não ficaram muito claras, dá a entender que as bases nitrogenadas estão apenas em algumas regiões da molécula e não em toda a sua extensão, como realmente é proposto.

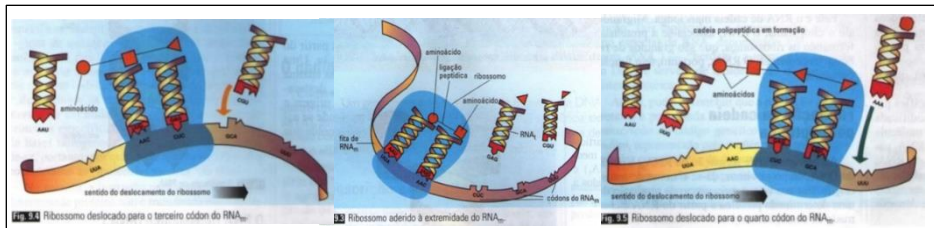
Na sequência temos as figuras de L11-2001 (*figura 9*) demonstrando a passagem da enzima RNA polimerase sobre a molécula de DNA, sintetizando a fita de RNAm. A ligação códon-anticódon entre o RNAt e a fita de RNAm também está representada. Há também uma figura mostrando que, de uma molécula de DNA se produz uma molécula de RNAm e desta sintetiza-se uma proteína. Além destas, o livro também elucida duas diferentes visões acerca da tradução, em uma delas o processo todo é descrito de modo gradual, do início até a liberação da molécula de proteína, ao lado desta, a outra imagem representa a tradução de um modo mais “molecular”, representando as bases nitrogenadas, o RNAt e a ligação peptídica.

Figura 1 - Transcrição e tradução em L11-2001. Fonte: Amabis e Martho (2001, p. 156, p. 157) (adaptado).



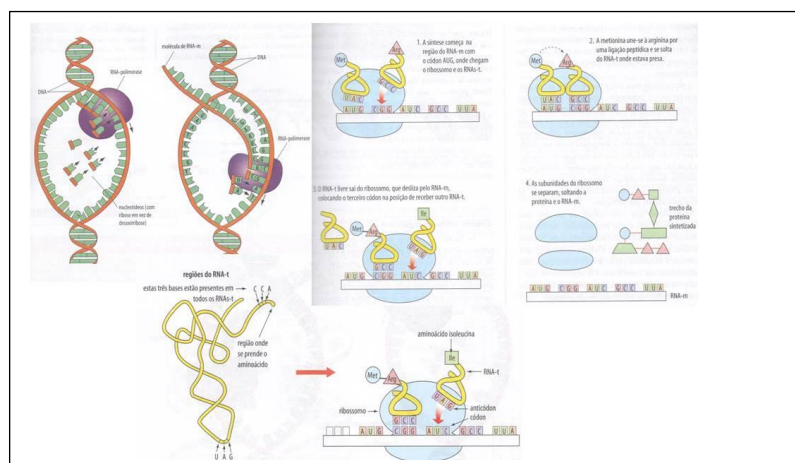
A representação da transcrição e da tradução em L12-2004 está na figura abaixo (*figura 10*) o autor utiliza a mesma figura utilizada em L10-1999, que também foi de sua autoria. Continuando a representar o RNAm com espaços entre as trincas.

Figura 2 - Tradução no L12-2004. Fonte: Paulino (2004, p. 44).



A seguir temos as imagens utilizadas por L13-2009 (*figura 11*), para facilitar a compreensão da transcrição e da tradução. Os autores representam a RNA polimerase, fazendo a síntese da molécula de RNAm, porém a fita de RNAm que está sendo formada se assemelha muito a fita de DNA, o que pode levar a compreensão de que as duas são iguais, uma sugestão seria trocar a cor da fita que une as bases. No RNAt representado há uma indicação para o local onde se prende o aminoácido, no processo de tradução, o RNAm possui espaço entre as trincas, como foi visto em livros anteriores e no último desenho da tradução é possível ver que as subunidades do ribossomo se soltam, assim como foi representado em L11-2001.

Figura 3 - Transcrição e tradução em L13-2009. Fonte: Linhares e Gewandszajder (2009, p. 89. p. 90, p. 91) (adaptado).



Considerações Finais

Dentre as principais considerações pela análise das criações didáticas nos livros, foi possível notar a demora na transposição didática, evidenciada nas criações didáticas.



VI Seminário Internacional
de Pesquisa e Estudos Qualitativos
22 a 24 de setembro de 2021

Pesquisa Qualitativa

ÉTICA - LÓGICA
EPISTEMOLOGIA

Os livros – L1-1965, L2-1968, L3-1972 – foram publicados após a década de 50, década marcada pela identificação da molécula de DNA como sendo uma dupla fita no ano de 1953 por Watson e Crick, e também nos anos finais da década a demonstração feita por Crick e Sidney Brenner, de que a combinação de três nucleotídeos (códon) corresponde a um aminoácido. Essas informações não foram apresentadas nos livros. Nenhuma das obras apresentou a imagem da dupla fita e com exceção do L3-1972, os estudos de Watson e Crick não foram nem citados. Essa demora da transposição é justificada, de acordo com Quessada (2008), no qual novos conteúdos devem primeiramente ser aceitos pela comunidade científica, depois devem fazer parte dos programas educacionais para aí então, serem incorporados pelos materiais didáticos.

O primeiro esquema de transcrição, dentre os livros analisados, apareceu no L7-1991, onde os autores explicam de modo detalhado como ocorre a transcrição do DNA em RNA,. Também é a primeira vez que fala-se de enzimas, os autores citam a enzima *RNA-polimerase*. Não abordam a regulação da expressão gênica, nem modelos como o do *Operon lac*, porém o livro já cita que o complexo de golgi atua na maturação das proteínas.

Outro conceito importante, a nosso ver, que apareceu em apenas dois livros, L4-1978 e L6-1989, foi a explicação do mecanismo *operon*, O modelo *operon* foi proposto em 1961 por François Jacob e Jacques Monod e explica alguns mecanismos de regulação da expressão gênica, demonstrando que os genes não são lidos de modo constitutivo. Um exemplo comum de *operon* é o *Operon Lac* onde a enzima que degrada lactose só é transcrita na presença deste carboidrato (FREIRE, 2014).

Nenhum dos livros analisados abordou a transcrição reversa, que é o observado no vírus da AIDS, onde o RNA viral é lido dentro da célula hospedeira pela enzima *transcriptase reversa*, dando origem a um DNA viral. Refletimos que a ausência desse enfoque, e criação didática, se constitui como uma lacuna para o conceito de expressão gênica. Isso porquê, o entendimento da *transcriptase reversa* é de extrema relevância para o entendimento da ação viral no organismo infectado, de como ocorre o contágio e



VI Seminário Internacional
de Pesquisa e Estudos Qualitativos
22 a 24 de setembro de 2021

Pesquisa Qualitativa

ÉTICA - LÓGICA
EPISTEMOLOGIA

disseminação de doenças virais na população humana, bem como o entendimento sobre as mutações em decorrências das altas taxas de replicação (FOGLE, 1990).

Concluimos que a vigilância epistemológica e atualização do professor quanto ao saber sábio é fundamental para ensino dos conceitos biológicos, em especial “expressão gênica” que é atualizado constantemente comunidade científica. Ademais, a perspectiva de DNA centrista, tendo o conceito clássico de gene, se limita as ações do gene e exclui o papel do ambiente e o entendimento do organismo como um todo, ficando a cargo do professor ir além do apresentado nos livros didáticos.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições70, 2010.
- BRASIL, 1996. **Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da educação nacional. Legislação, Brasília, DF, dez. 1996.
- CASAGRANDE, G. L. **A Genética Humana no Livro Didático de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné**. Grenoble: La pensée Sauvage, 1991.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. Aique Grupo Editor, 1998.
- FOGLE, T. **Are Genes Units of Inheritance?** Biology and Philosophy.v.5, p.349-371, 1990.
- FREIRE, R.D. **Animação Didática do Operon lac**. 62 f. Monografia (Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio) Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 2014.
- MELZER, E. E. M. **Do Saber Sábio ao Saber a Ensinar: A Transposição Didática do Conteúdo Modelo Atômico de Livros de Química(1931 – 2012)**. Dissertação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- QUESSADA, M.P. **L’enseignement des origines d’Homo sapiens, hier et aujourd’hui, en France et ailleurs: programmes, manuels scolaires, conceptions des enseignants**. Tese de doutorado. Montpellier, Universidade de Montpellier II, 2008.

Apêndices:

Apêndice A – Relação de livros analisados

Quadro 1 - Relação dos livros analisados.

Título do Livro	Autor(es)	Ano de Publicação	Editora	Cidade
Biologia	BOLSANELLO, Aurélio.	1965	Educacional	São Paulo
Biologia – Botânica, Zoologia, e Biologia Geral.	JUNIOR, Antônio Antunes; ANTUNES, José.	1968	Companhia Editora Nacional	São Paulo
Biologia – As Moléculas do Homem.	KRASILCHIK, Myriam; CLEFFI, Norma Maria.	1972	Edart	São Paulo
Biociências – Genética, Evolução, Ecologia.	RODRIGUES, José Manuel Costa; MORAIS, Wladimir Teobaldo de.	1978	Companhia Editora Nacional	São Paulo
Biologia 3 – Genética, Evolução, Ecologia, Embriologia.	JUNIOR, Cesar da Silva; SASSON, Sezar.	1984	Atual	São Paulo
Biologia Atual – Citologia e Histologia.	PAULINO, Wilson Roberto.	1989	Ática	São Paulo
Curso Básico de Biologia.	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues.	1991	Moderna	São Paulo
Biologia Hoje	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando.	1993	Ática	São Paulo
Bio	LOPES, Sônia.	1998	Saraiva	São Paulo
Biologia	PAULINO, Wilson Roberto.	1999	Ática	São Paulo
Biologia Moderna	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues.	2001	Moderna	São Paulo
Biologia	PAULINO, Wilson Roberto.	2004	Ática	São Paulo
Biologia	LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando.	2009	Ática	São Paulo
Biologia em Contexto	AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues.	2013	Moderna	São Paulo

Fonte: As autoras.