

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINA DE ALMEIDA PINTO SCHWARZER
ISIS DANNIELE CURY DA CRUZ

**ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE VIROLOGIA
EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

CURITIBA

2018

ANA CAROLINA DE ALMEIDA PINTO SCHWARZER
ISIS DANNIELE CURY DA CRUZ

**ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE VIROLOGIA
EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito à obtenção do
título de Licenciado, Curso de Ciências
Biológicas, Setor de Ciências Biológicas,
Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a Dr^a Claudia Maria Sallai
Tanhoffer

Co-orientadora: Dr^a Patrícia Barbosa
Pereira

CURITIBA
2018

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às professoras doutoras Claudia Maria Sallai Tanhoffer e Patrícia Barbosa Pereira pela orientação durante o desenvolvimento deste trabalho e por todos os ensinamentos durante o curso.

Às professoras doutoras Flávia Duarte Ferraz Sampaio e Patrícia do Rocio Dalzoto por aceitarem compor a banca avaliadora deste trabalho e pela atenção dedicada ao mesmo.

Às nossas respectivas famílias, amigos, professores, colegas, namorados e pessoas que ajudaram na realização desse trabalho e nos apoiaram durante este período. Somos imensamente gratos pela paciência e incentivo.

RESUMO

No atual cenário educacional brasileiro, os livros didáticos (LDs) ainda se configuram como um dos principais recursos utilizados nos processos de ensino-aprendizagem e na determinação da organização curricular. A análise da qualidade desses materiais é, portanto, de fundamental importância para o aprimoramento desses recursos, a fim de que possam atingir seu objetivo pedagógico de contribuir de maneira efetiva para a educação brasileira, em especial no que se refere às disciplinas de Ciências. O conhecimento produzido pela comunidade científica é inicialmente expresso na forma de leis e teorias que são posteriormente adaptadas para a atividade educativa através do processo de transposição didática (TD). Durante sua transformação em objeto de ensino, o saber científico é adaptado em sua sequência e linguagem, sendo afastado de seu contexto original e posteriormente reestruturado e reorganizado em um novo ambiente epistemológico, objetivando a otimização do aprendizado. As adaptações que o saber científico sofre ao longo do processo de TD podem levar a distorções que interferem na interpretação dos conhecimentos, podendo prejudicar a compreensão dos estudantes. No caso do conteúdo de Virologia, a veiculação de informações corretas através dos LDs é de extrema importância, uma vez que se trata de um tema de grande relevância biológica e social, estando intimamente associado à Saúde Pública e proporcionando conhecimentos básicos e aplicados que interferem diretamente na qualidade de vida da população. Este trabalho teve como objetivo analisar a transposição didática do tema de Virologia presente em LDs de Biologia do Ensino Médio utilizados em escolas públicas de Curitiba (PR), identificando distanciamentos e aproximações em relação ao conhecimento científico de referência. Para tanto, os conhecimentos relativos aos conteúdos de estrutura, multiplicação viral, vírus de plantas e doenças virais apresentados nos LDs foram comparados àqueles veiculados em livros adotados como bibliografia de referência do curso de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo. Os distanciamentos encontrados foram classificados como verticais, decorrentes da transposição do conhecimento científico para determinado nível de ensino, ou horizontais, decorrentes do laxismo em relação ao conhecimento de referência. As distâncias horizontais foram também comparadas quantitativamente entre os LDs analisados. A grande maioria dos distanciamentos encontrados referem-se a simplificações caracterizadas como distâncias verticais, necessários à compreensão dos estudantes da faixa etária à qual os LDs se destinam. A maioria das obras analisadas não apresentou erros graves em relação aos conteúdos de Virologia analisados. Porém, a presença de distanciamentos horizontais e incorreções apresentados nesta pesquisa evidenciam a importância do papel do professor em sala de aula de estar atento às distorções do conhecimento científico nos LDs, sendo capazes de identificar possíveis erros e oferecer aos alunos conhecimentos científicos corretos e mais próximos daqueles veiculados na literatura de referência.

Palavras-chave: Transposição didática, Virologia, Distanciamentos.

ABSTRACT

In the current Brazilian educational scenario, textbooks (TB) are still one of the main resources used in teaching-learning processes and in determining curriculum organization. The analysis of the quality of these materials is therefore of substantial importance for the improvement of these resources, so that they can reach their pedagogical goal of contributing in an effective way to Brazilian education, especially in the scientific disciplines. The knowledge produced by the scientific community is initially expressed as laws and theories that are later adapted to the educational activity through the process of Didactic Transposition (DT). During its transformation into a teaching knowledge, scientific knowledge is adapted in its sequence and language, being removed from its original context, and is later restructured and reorganized in a new epistemological environment, aiming at the optimization of learning. These adaptations can lead to distortions that interfere with the interpretation of knowledge and may detract from students understanding. In the case of the Virology content, the transmission of correct information through TB is extremely important, since it is a subject of considerable biological and social relevance, being closely related with Public Health and providing basic and applied knowledge that directly interferes with the quality of life. This work aimed to analyze the didactic transposition of the topic of Virology present in High School TBs of Biology used in public schools of Curitiba (PR), through the identification of distances and approximations when compared to the scientific knowledge of reference. The knowledge about the contents of structure, viral multiplication, plant viruses and viral diseases presented in TBs were compared to those published in books used as reference bibliography in the course of Biological Sciences of University of São Paulo. The distances found were classified as vertical, when resulting from the transposition of the scientific knowledge to a certain level of education, or horizontal, when resulting from laxism compared to reference knowledge. The horizontal distances were also compared quantitatively among the TBs analyzed. The majority of distances found refer to simplifications characterized as vertical distances, necessary for the understanding of the students of the age range to which the TBs are destined. Most of the TBs did not present any serious mistakes regarding to the analyzed Virology content. However, the presence of horizontal distances and inaccuracies presented in this research emphasizes the importance of the teacher's role in the classroom to be alert to the distortions of the scientific knowledge in TBs, being able to identify possible errors and provide students with scientific knowledge that is correct and closer to that presented in the reference literature.

Keywords: Didactic transposition, Virology, Distances.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E OS PATAMARES DO SABER SEGUNDO CHEVALLARD (1991).....	20
FIGURA 2 – TIPOS DE DISTANCIAMENTO ENCONTRADOS ENTRE OS CONHECIMENTOS ENSINADOS EM DIFERENTES NÍVEIS DE ENSINO E A REFERÊNCIA.....	24
FIGURA 3 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DOS CICLOS DE MULTIPLICAÇÃO DO BACTERÍÓFAGO T2 APRESENTADOS NO LD1.....	37
FIGURA 4 – ESQUEMA DOS CICLOS DE REPLICAÇÃO DE BACTERÍÓFAGOS T APRESENTADOS NO LD2.....	39
FIGURA 5 – ESQUEMA DOS CICLOS DE REPLICAÇÃO DO BACTERÍÓFAGO λ APRESENTADOS NO LD3.....	40
FIGURA 6 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DO TRAJETO DO VÍRUS DA RAIVA APÓS INFECÇÃO HUMANA PELA MORDIDA DE UM ANIMAL INFECTADO APRESENTADO EM LD2.....	63
FIGURA 7 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DA PATOLOGIA DA INFECÇÃO PELA RAIVA APÓS MORDIDA DE UM ANIMAL INFECTADO APRESENTADO NA REFERÊNCIA.....	64

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE ESTRUTURA VIRAL ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	32
QUADRO 2 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS BACTERIÓFAGOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	42
QUADRO 3 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS BACTERIÓFAGOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	43
QUADRO 4 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS DE ANIMAIS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	53
QUADRO 5 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS DE ANIMAIS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	54
QUADRO 6 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE VÍRUS DE PLANTAS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	57
QUADRO 7 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	66

QUADRO 8 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA.....	67
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – LISTA DE LIVROS ANALISADOS.....	22
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. OBJETIVO GERAL	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
4.1. O LIVRO DIDÁTICO NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO... 15	
4.2. A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	17
4.3. A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	20
5. METODOLOGIA	22
5.1. SELEÇÃO DOS LIVROS	22
5.2. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS.....	23
5.3. SELEÇÃO DA BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA.....	23
5.4. FERRAMENTA DE ANÁLISE	24
5.5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS.....	26
5.6. A NATUREZA DA METODOLOGIA UTILIZADA.....	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
6.1. ESTRUTURA VIRAL.....	27
6.1.1. Ácidos nucleicos	27
6.1.2. Capsídeo e envelope.....	28
6.1.3. Morfologia geral.....	30
6.2. MULTIPLICAÇÃO VIRAL.....	33
6.2.1. Multiplicação de vírus bacteriófagos	33
6.2.2. Multiplicação de vírus de animais	45
6.3. VÍRUS DE PLANTAS.....	56
6.4. DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS	58
6.4.1. AIDS	58
6.4.2 Dengue, Zika e Chikungunya.....	60
6.4.3 Febre amarela	61
6.4.4 Gripe e resfriado	61
6.4.5 Raiva.....	62

6.4.6 Poliomielite	64
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE 1 – BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA	75

1. INTRODUÇÃO

No cenário educacional brasileiro, o livro didático (LD) assumiu grande importância ao longo da história, fazendo parte do cotidiano escolar durante várias gerações (SILVA, 2012). Embora atualmente os LDs dividam espaço com diversos outros materiais didático-pedagógicos em várias instituições escolares, esses ainda se configuram como um dos recursos mais utilizados nos processos de ensino-aprendizagem na Educação Básica (SILVA, SOUZA & DUARTE, 2009). O LD possui papel determinante na organização curricular, atuando como guia para os professores na gestão do tempo e seleção do conteúdo a ser lecionado, como modelo de avaliação em sala de aula e como fonte de consulta (OSSAK, 2006; ZAMBON, 2013; PERRELLI et al., 2013).

Os LDs são instrumentos que contêm parte do conhecimento científico ensinado nas escolas. Ao ser produzido, o conhecimento científico é inicialmente expresso na forma de enunciados, leis ou teorias e em seguida transmitido à comunidade científica na forma de artigos e trabalhos científicos publicados em congressos, eventos ou periódicos (DOMINGUINI, 2008). Entretanto, para que este conhecimento possa ser levado à sala de aula, faz-se necessária uma adaptação didática para a atividade educativa, a fim de tornar mais eficaz o processo de ensino-aprendizagem (FRANZOLIN, 2007; DOMINGUINI, 2008). O conjunto de transformações adaptativas que levam um objeto de saber a se transformar em um objeto de ensino é denominado Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991).

A transposição didática propõe a existência de três níveis do saber: o Saber Sábio, o Saber a Ensinar e o Saber Ensinado (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). O Saber Sábio diz respeito ao conhecimento original, construído no interior da comunidade científica por meio do trabalho investigativo realizado pelos cientistas (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). O Saber a ser Ensinado deriva do primeiro processo de adaptação do Saber Sábio para ser transformado em objeto de ensino. Para tanto, o conhecimento científico é “demolido” e subsequentemente reconstituído em um novo contexto epistemológico a fim de facilitar o processo ensino-aprendizagem (CHEVALLARD, 1985; SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). Este nível do saber se materializa principalmente na produção de livros didáticos (SIQUEIRA &

PIETROCOLA, 2009). Por fim, o Saber Ensinado constitui-se no conhecimento que de fato chega aos alunos, sendo originado a partir de um segundo processo de transposição em que o Saber a ser Ensinado é adaptado ao tempo didático visando ao sequenciamento das aulas (CHEVALLARD, 1985; SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009).

Durante os processos de transposição didática, o Saber Sábido é adaptado em sua sequência, linguagem, em exercícios, problemas e atividades, objetivando sempre a otimização do aprendizado (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). Embora a transposição didática não possa ser resumida à simplificação dos conhecimentos, as simplificações podem, sim, ocorrer, assim como outras distorções, durante a trajetória dos saberes da academia à escola, podendo resultar na descaracterização da construção histórica de conceitos, por exemplo (JARDIM, 2015). Assim, faz-se necessário encontrar um processo de adaptação didática que seja mais adequado para ensinar um determinado conteúdo, de modo a minimizar as distorções a fim de manter-se próximo de um bom ensino (CHEVALLARD, 1985 *apud* AGRANIONIH, 2001).

Nos livros didáticos, a transposição didática se manifesta de maneira bastante explícita, uma vez que nestes manuais estão os conhecimentos a serem ensinados nas escolas. No Brasil, a transposição didática foi analisada na didática no âmbito da Física (ALVES FILHO et al., 2001; TEIXEIRA & KRAPAS, 2005; WUO, 2005; RICARDO, 2010; BROCKINGTON & PIETROCOLA, 2016), bem como da Geografia (BOLIGIAN & ALMEIDA, 2003) e da Matemática (MENEZES, 2004), onde foi constatada falta de legitimidade epistemológica, verificando-se a desatualização e deformação dos conhecimentos de ambas as áreas nos LDs.

Na didática da Biologia, foi analisada a transposição didática em diversos tópicos específicos, incluindo Botânica, Zoologia, Ecologia, Histologia e Microbiologia, bem como de conteúdos centrais como fotossíntese, respiração celular e conceitos básicos de genética (FRANZOLIN, 2007). Este processo também foi analisado no âmbito do Ciclo do Nitrogênio (SILVA & FRENEDOZO, 2009), dos experimentos de Griffith (BATISTETI, ARAÚJO & CALUZI, 2010) e do tema “serpentes e acidentes ofídicos” (SANDRIN, PUORTO & NARDI, 2016). No que diz respeito ao tópico de Virologia em LDs

de Biologia, os conceitos e conteúdos desta área foram analisados por Batista, Cunha e Cândido (2010) e por Karas e Hermel (2016), porém com estudos focados apenas na verificação de erros conceituais.

Por apresentar-se intimamente relacionada à Saúde Pública e estando presente no cotidiano da população, sendo um tema atual e com grande veiculação midiática por meio de notícias relacionadas às doenças atuais (gripe, dengue, Zika) e pela produção anual de vacinas, a Virologia torna-se uma disciplina de grande importância dentro das Ciências Biológicas, sendo ressaltada inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Tendo em vista a grande relevância biológica e social deste conteúdo, propomos com este trabalho a análise da transposição didática do conteúdo de Virologia veiculado nos livros didáticos do Ensino Médio utilizados em escolas públicas da cidade de Curitiba, no Paraná. A partir desta análise, pretendemos avaliar o distanciamento entre os conteúdos de Virologia desenvolvidos no ambiente acadêmico e ensinados no ambiente escolar, e dessa forma fornecer informações que contribuam para o aprimoramento do ensino deste conteúdo nas escolas.

2. JUSTIFICATIVA

A análise de livros didáticos é de extrema importância para o aprimoramento desses materiais, uma vez que têm sido apontados como os recursos didáticos mais utilizados nas escolas, exercendo grande influência sobre o trabalho pedagógico e o cotidiano em sala de aula. A análise da transposição didática em particular é de grande relevância, dado que este processo de transformação dos conhecimentos científicos desenvolvidos na academia em conhecimentos escolares pode ocasionar a deformação dos conceitos presentes nos livros didáticos quando comparado aos conceitos científicos originais, prejudicando o aprendizado. Até o momento, poucos estudos foram realizados para avaliar a transposição didática de conteúdos de Biologia, em especial do conteúdo de Virologia, em que este tipo de análise ainda não foi realizada. Tendo em vista a grande relevância não apenas biológica, mas também social, que este assunto apresenta, a análise da

transposição didática do tema Virologia torna-se importante não apenas para a melhor compreensão de como os conceitos inerentes a esse assunto se modificam nos livros didáticos em relação aos conceitos científicos, mas também pelo fato de os conhecimentos de Virologia presentes nesses manuais serem amplamente aplicáveis no dia a dia dos estudantes, impactando em suas atividades, bem como na qualidade de vida das populações.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a transposição didática do conteúdo de Virologia presente em livros didáticos de Biologia destinados ao Ensino Médio, utilizados em escolas públicas de Curitiba (PR).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma análise epistemológica dos principais conhecimentos de Virologia presentes em bibliografias de referência, como artigos científicos e livros destinados ao Ensino Superior;
- Realizar uma análise dos principais conhecimentos de Virologia veiculados em livros didáticos de Biologia destinados Ensino Médio;
- Comparar os conhecimentos apresentados pelos livros didáticos e pelas bibliografias de referência, identificando aproximações e distanciamentos nesses dois tipos de materiais.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. O LIVRO DIDÁTICO NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO

Ao longo da história da educação brasileira, o livro didático (LD) se consolidou como uma parte integrante do cotidiano escolar através de várias gerações de alunos e professores, assumindo grande importância no cenário educacional (SILVA, 2012). Sua incorporação ao sistema educacional brasileiro encontra-se amparada pela aceitação dos mais diversos agentes, como demonstrado pelo Ministério da Educação (MEC):

Para o Estado e algumas escolas particulares, representam um instrumento de controle do sistema escolar, a garantia de certa qualidade de ensino e a difusão de valores. Para o professor, asseguram um modelo de prática, segurança no processo de desenvolvimento do trabalho e eficiência na transmissão de conteúdos exigidos por programas ou currículos. Para as famílias, expressam um sinal de qualidade na educação (Brasil, 1998a, p. 79).

Atualmente, observa-se que em muitas instituições escolares os LDs dividem espaço com diversos outros materiais didático-pedagógicos, tendendo a assumir um *status* de material auxiliar nas salas de aula (MAFFIA et al., 2002). Entretanto, a realidade da maioria das escolas brasileiras mostra que, embora amparados por outros elementos, os livros didáticos se constituem ainda hoje nos recursos mais utilizados para os processos de ensino-aprendizagem na Educação Básica (FERREIRA, 2000; DELIZOICOV, ANGOTTI & PERNAMBUCO, 2002; MAFFIA et al., 2002; CARNEIRO, SANTOS & MÓL, 2005; AMARAL, 2006; SCHROEDER et al., 2008; SILVA, SOUZA & DUARTE, 2009). Estes objetos pedagógicos apresentam papel determinante na organização curricular na medida em que (1) norteiam o planejamento do professor, auxiliando na gestão do tempo das aulas, seleção, sequência e aprofundamento dos conteúdos a serem trabalhados; (2) guiam os modelos de avaliação reproduzidos em sala de aula; e (3) são utilizados como fontes de consulta e atualização do professor e nas ações desenvolvidas pelos estudantes em sala de aula (OSSAK, 2006; ZAMBON, 2013; PERRELLI et al., 2013). O acesso fácil a esses materiais e o custeio através do poder público também são fatores que contribuem para que os LDs ocupem um lugar central nas instituições escolares (SILVA E TRIVELATO, 2000). Ademais, a primazia dos livros didáticos dentre os recursos pedagógicos também é impulsionada pelas inúmeras situações adversas vividas por grande parte dos professores brasileiros, como o número excessivo de alunos por turma e a grande

quantidade de turmas assumidas pelos professores, os quais acabam por torná-lo o principal – ou até mesmo o único – elemento a auxiliar no trabalho nas salas de aula (SILVA, 2012).

Tendo em vista a grande relevância que os livros didáticos apresentam no processo de ensino-aprendizagem nas escolas brasileiras, não há dúvidas de que estes devem ser objetos de constante pesquisa na qualidade de seu serviço à educação (XAVIER et al., 2006). Dessa forma, a análise da qualidade desses materiais, em especial no que se refere aos conteúdos veiculados em suas páginas, é de fundamental importância para o aprimoramento desses recursos didáticos, a fim de que possam atingir seu objetivo pedagógico de contribuir de maneira efetiva para o processo de ensino-aprendizagem.

4.2. A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Os LDs são instrumentos que contêm parte do conhecimento ensinado nas escolas das mais diversas disciplinas, incluindo as disciplinas científicas. Pode-se dizer, portanto, que o conhecimento escolar presente nos LDs deriva, em partes, do conhecimento científico (LOPES, 1999). O conhecimento científico pode ser definido como um saber sistematizado, produzido de forma estruturada, que busca explicar a ordem dos fenômenos naturais ou sociais de forma racional, seguindo um rigoroso método de investigação (DOMINGUINI, 2008). Este conhecimento é inicialmente expresso na forma de enunciados, leis, teorias ou relatos de experiências e subsequentemente transmitido à comunidade científica na forma de artigos e trabalhos científicos publicados em congressos, eventos, revistas ou periódicos destinados a uma comunidade científica específica (DOMINGUINI, 2008). Entretanto, para que o conhecimento científico possa ser levado à sala de aula na forma de conteúdo de ensino, é necessário que este saber sistemático seja adaptado e transformado em conhecimento escolar, tornando-se apropriado para a atividade educativa (FRANZOLIN, 2007; DOMINGUINI, 2008). O conjunto de transformações adaptativas que levam um objeto de saber a se transformar em um objeto de ensino é considerado por Chevallard (1991) como “Transposição Didática”.

O conceito de Transposição Didática originou-se com o sociólogo Michel Verret, em 1975, na França (VERRET, 1975) e foi posteriormente aprimorado por Yves Chevallard (1982). A transposição didática propõe a existência de três níveis ou patamares do saber: o Saber Sábio, o Saber a ser Ensinado e o Saber Ensinado (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009).

O Saber Sábio diz respeito ao saber original, o qual é tomado como referência na definição das disciplinas escolares (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). Este saber é construído no interior da comunidade científica por meio do trabalho investigativo realizado por cientistas e pesquisadores de maneira geral. Já o Saber a ser Ensinado é resultante do primeiro processo de adaptação do Saber Sábio para ser transformado em objeto de ensino. Neste nível do saber, o conhecimento é reestruturado para uma linguagem mais simples para o ensino, sendo “desmontado” e reorganizado novamente de maneira lógica e atemporal (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). O Saber a ser Ensinado se materializa principalmente na produção de livros didáticos. Alguns exemplos de atores desse patamar do saber são os autores de livros didáticos, os especialistas das disciplinas, os professores e também o poder político e a opinião pública em geral (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009), os quais constituem uma instância denominada por Chevallard (1991) de “noosfera”. A noosfera é definida por este autor como “instituições de transposição de saberes” (CHEVALLARD, 1991 *apud* AGRANIONIH, 2001), ou seja, uma esfera onde se pensa o funcionamento didático, constituída por pessoas que estão envolvidas nos processos educativos e que buscam adequações destes frente às necessidades ou exigências sociais (AGRANIONIH, 2001). A noosfera atua como uma intermediadora do fluxo de saberes para o sistema de ensino (AGRANIONIH, 2001) e exerce uma influência significativa na definição dos conteúdos considerados de maior relevância para serem ensinados nas escolas.

A transformação do Saber Sábio a Saber a ser Ensinado é denominada por Chevallard de “Transposição Didática Externa”, por ocorrer fora da sala de aula (CHEVALLARD, 1985). Além do afastamento de seu contexto original (descontextualização), durante esse processo os conhecimentos científicos podem ser alvo de processos como despersonalização, descontemporialização e naturalização do saber. A despersonalização está relacionada à publicidade

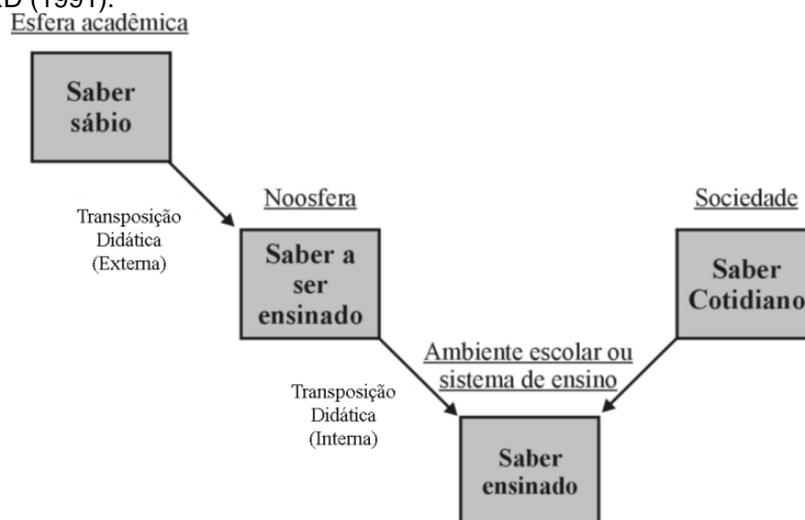
do saber, que promove a despersonalização à medida em que o conhecimento é compartilhado pela comunidade. Já a descontemporialização ocorre quando o saber afasta-se de suas origens, tornando-se desvinculado de algum tempo ou lugar e de sua construção histórica. A naturalização, por sua vez, confere ao saber um caráter de incontestabilidade (BATISTETI et al., 2010). Portanto, devido à transposição didática o saber passa por uma espécie de “demolição” para que depois volte a ser reconstruído, apresentando uma nova estruturação e organização (CHEVALLARD, 1985). Assim, o saber passa a ter uma configuração dogmática, ordenada, cumulativa e linearizada, além de perder sua ligação com o ambiente epistemológico no qual foi criado (Saber Sábio), através de um processo denominado dessincretização, sendo reconstituído em um novo contexto epistemológico (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009).

O Saber Ensinado constitui-se no conhecimento que de fato chega aos alunos. Este saber origina-se a partir do segundo processo de transformação do saber, em que o Saber a ser Ensinado é adaptado ao tempo didático visando ao sequenciamento das aulas. Por ocorrer no interior do espaço escolar, esse tipo de transposição é denominado por Chevallard “Transposição Didática Interna” (CHEVALLARD, 1985; SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). O professor consiste no principal personagem desta transposição, desempenhando papel central nesse nível do saber na medida em que adequa o conhecimento presente nos LDs ao conhecimento que será efetivamente transmitido aos alunos durante as aulas. Entretanto, outros personagens também participam desse tipo de transposição, a exemplo dos diretores, orientadores, pedagogos, outros membros da administração escolar e até mesmo os próprios alunos, os quais possuem interesses distintos e que devem ser levados em consideração durante o processo de transposição didática realizado pelo professor. Na FIGURA 1 estão esquematizadas as relações entre os três patamares do saber (BOLIGIAN & ALMEIDA, 2003, adaptado).

Durante os processos de transposição didática, são levados em consideração diversos fatores que influenciam no aprendizado dos novos conteúdos pelos estudantes. Para que o conhecimento seja ensinável, é necessário que seja explicitável, operacionalizável, consensual e avaliável (AGRANIONIH, 2001). Para tanto, são realizadas adaptações em sua sequência (que em grande parte dos casos torna-se anacrônica), em sua

linguagem, em exercícios, problemas e atividades, objetivando sempre a otimização do aprendizado (SIQUEIRA & PIETROCOLA, 2009). Essa adaptação do saber para a sala de aula é muitas vezes erroneamente interpretada como uma mera simplificação do conhecimento (ALVES FILHO, 2001). Entretanto, embora a transposição didática não possa ser resumida à simplificação, é certo que as simplificações do conhecimento podem, sim, ocorrer, assim como outras distorções, durante a trajetória dos saberes da academia à escola. Tais distorções podem interferir em eventuais demonstrações, bem como descaracterizar a construção histórica de conceitos, por exemplo (JARDIM, 2015). Assim, faz-se necessária uma vigilância epistemológica, isto é, encontrar um processo de transposição didática que seja mais adequado para ensinar um determinado conteúdo, de modo a minimizar as distorções a fim de manter-se próximo de um bom ensino (CHEVALLARD, 1985 *apud* AGRANIONI, 2001).

FIGURA 1 – A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E OS PATAMARES DO SABER SEGUNDO CHEVALLARD (1991).



FONTE: Adaptado de Boligian & Almeida (2003).

4.3. A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Nos livros didáticos, a transposição didática se manifesta de maneira bastante explícita, uma vez que nestes manuais estão os conhecimentos a serem ensinados nas escolas, o Saber a ser Ensinado (DOMINGUINI, 2008), como anteriormente discutido. Embora a transposição didática tenha sido inicialmente analisada por Chevallard (1991) na área da Matemática, onde esta

teoria foi gerada, este processo tem sido considerado por pesquisadores das mais diversas áreas da ciência como uma ferramenta para a elaboração de propostas de melhorias no ensino.

No Brasil, a transposição didática foi analisada na didática da Física por diversos autores, sendo constatada em muitos desses trabalhos uma deturpação dos conceitos de física quando presentes nos LDs (ALVES FILHO et al., 2001; TEIXEIRA & KRAPAS, 2005; WUO, 2005; RICARDO, 2010; BROCKINGTON & PIETROCOLA, 2016). A falta de legitimidade epistemológica decorrente do processo de transposição didática também foi constatada na área da Geografia e da Matemática, em que verificou-se a desatualização e deformação dos conhecimentos de ambas as áreas nos LDs (BOLIGIAN & ALMEIDA, 2003; MENEZES, 2004).

Na didática da Biologia, foram realizados diversos estudos acerca da transposição didática, incluindo tópicos de Botânica, Zoologia, Ecologia, Histologia e Microbiologia, bem como de conteúdos centrais como fotossíntese, respiração celular e conceitos básicos de genética (FRANZOLIN, 2007). Este processo também foi analisado no âmbito do Ciclo do Nitrogênio (SILVA & FRENEDOZO, 2009), dos experimentos de Griffith (BATISTETI, ARAÚJO & CALUZI, 2010) e do tema “serpentes e acidentes ofídicos” (SANDRIN, PUORTO & NARDI, 2016). No que diz respeito ao tópico de Virologia, os conceitos e conteúdos desta área foram analisados por Batista, Cunha e Cândido (2010) e por Karas e Hermel (2016) em LDs de Biologia do Ensino Médio e de Ciências do Ensino Fundamental, respectivamente. Embora os estudos tenham sido focados na verificação de erros conceituais presentes nestes manuais, os autores em questão não abordaram a transposição didática em suas análises, de modo que este processo ainda não foi analisado no âmbito da Virologia.

A Virologia é uma disciplina de grande importância dentro das Ciências Biológicas por apresentar-se intimamente associada à Saúde Pública, proporcionando conhecimentos básicos e aplicados para serem utilizados no dia a dia das pessoas, visando a uma melhora na qualidade de vida da população (BATISTA, CUNHA & CÂNDIDO, 2010). Sua importância é ressaltada em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, o qual dispõe ser fundamental que o ensino de

Biologia desenvolva temas associados com patógenos microbiológicos, preparando os estudantes para a realização de ações de intervenção (BRASIL, 1999; BATISTA, CUNHA & CÂNDIDO, 2010). Ademais, a Virologia é um tema atual e recorrente na mídia, por meio da veiculação de notícias acerca de doenças como gripe, dengue, Zika e vacinas que são desenvolvidas anualmente. Tendo em vista a grande relevância biológica e social deste conteúdo, propomos com este trabalho a análise da transposição didática do conteúdo de Virologia veiculado nos livros didáticos do Ensino Médio utilizados em escolas públicas da cidade de Curitiba, Paraná. A partir desta análise, pretendemos avaliar o distanciamento entre os conteúdos de Virologia desenvolvidos no ambiente acadêmico e ensinados no ambiente escolar, e dessa forma fornecer informações que contribuam para o aprimoramento do ensino deste conteúdo nas escolas.

5. METODOLOGIA

5.1. SELEÇÃO DOS LIVROS

Foram analisados livros didáticos de Biologia do Ensino Médio que possuem o conteúdo de Virologia, utilizados em escolas públicas da cidade de Curitiba (PR). Os livros selecionados são pertencentes a quatro coleções didáticas distintas, sendo três livros voltados para o segundo ano e um voltado para o terceiro ano do Ensino Médio (TABELA 1). Todos os livros a serem utilizados nesta pesquisa são de autores que tradicionalmente vêm publicando livros para esse nível de ensino.

TABELA 1 – LISTA DE LIVROS ANALISADOS.

Livro	Obra	Autor	Editora	Ano de edição
LD1	Biologia vol. 2	JÚNIOR, C.S.; SASSON, S.; JÚNIOR, N.C.	Saraiva	2010
LD2	Bio vol. 3	LOPES, S.; ROSSO, M.	Saraiva	2010
LD3	Contato Biologia vol. 2	OGO, M.; GODOY, L.	Quinteto	2016
LD4	Biologia Hoje vol. 2	LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, M.	Ática	2017

5.2. SELEÇÃO DOS CONTEÚDOS

O tema Virologia foi escolhido para análise devido à sua grande relevância biológica e social, como anteriormente mencionado. Os conteúdos básicos de Virologia foram selecionados para análise com base nos assuntos abordados no trabalho de Batista, Cunha e Cândido (2010), considerados relevantes à apresentação do tema. Investigou-se como são apresentados os assuntos de estrutura viral, multiplicação de vírus bacteriófagos, multiplicação de vírus de animais, vírus de plantas e doenças virais que acometem humanos (AIDS, dengue, zika, chikungunya, febre amarela, gripe, resfriado, raiva e poliomielite).

5.3. SELEÇÃO DA BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

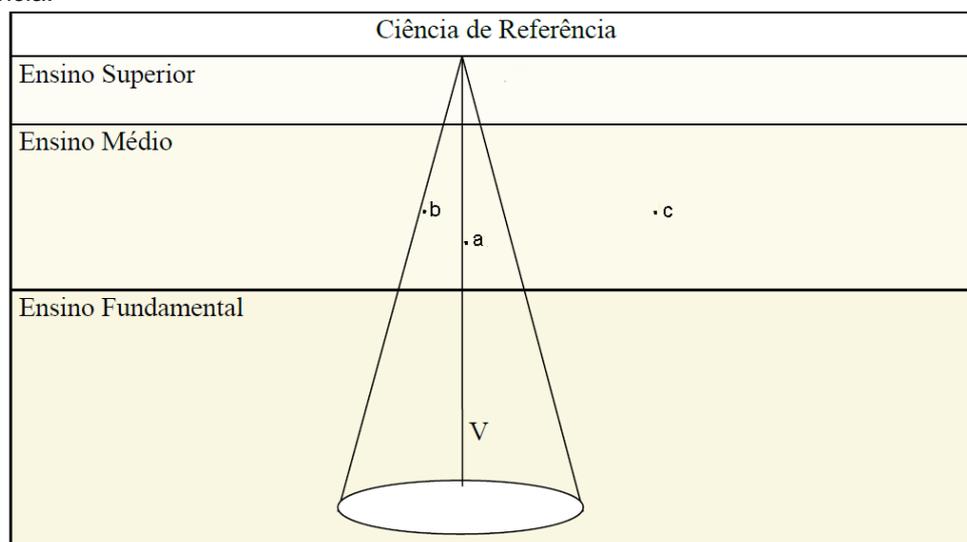
Para análise da transposição didática, foi realizada a comparação da apresentação dos conteúdos definidos no item 5.2 presentes nos livros didáticos selecionados com a bibliografia de referência, a fim de verificar os distanciamentos e aproximações. Utilizou-se como bibliografia de referência aquela adotada pelos cursos de Bacharelado e de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, a qual foi oficialmente aprovada pelo Conselho de Graduação e encontra-se presente na ementa da disciplina de Microbiologia Básica, disponível no *site* <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=BMM0290&codcur=41012&codhab=100>> (Acessos em 13 jul. 2018 e 10 nov. 2018). Deu-se preferência às publicações em língua portuguesa, a fim de evitar interpretações que dificultassem as análises em função das possíveis diferenças de termos utilizados em idiomas diferentes. A relação das referências consultadas está presente no apêndice A. Esta bibliografia foi adotada como referência devido à sua proximidade ao conhecimento científico, bem como por se constituir em uma referência para a formação do professor licenciado em Biologia. Embora acreditemos que tais bibliografias sejam passíveis de controvérsias e/ou erros, não será discutida nesse trabalho a acuidade dessas referências. Confiou-se

na qualidade dessa bibliografia em função de sua aprovação pelo Conselho de Graduação de uma das universidades mais conceituadas do mundo, possuindo portanto certa credibilidade.

5.4. FERRAMENTA DE ANÁLISE

Utilizou-se uma ferramenta de análise elaborada por Franzolin (2007), que permitiu diferenciar os tipos de distanciamentos encontrados entre o saber acadêmico (conhecimento de referência) e o saber escolar (conhecimento presente nos livros didáticos de Ensino Médio) (FIGURA 2).

FIGURA 2 – TIPOS DE DISTANCIAMENTO ENCONTRADOS ENTRE OS CONHECIMENTOS ENSINADOS EM DIFERENTES NÍVEIS DE ENSINO E A REFERÊNCIA. Três faixas são representadas, referentes aos conhecimentos ensinados no Ensino Fundamental, Médio e Superior. Cada ponto representa um conhecimento dentre muitos outros ensinados em cada nível de ensino. O eixo V refere-se ao componente etário acadêmico, onde localizam-se os conhecimentos que apresentam maior rigorismo em relação à referência. O cone que o rodeia abrange todos os conhecimentos que se distanciam verticalmente da referência nos diferentes níveis de ensino, sendo posicionados mais (ponto *a*) ou menos (ponto *b*) próximos do eixo conforme sua exatidão em relação ao conhecimento de referência. Pontos localizados fora do cone, como o ponto *c*, representam conhecimentos que se distanciam horizontalmente da referência, os quais são decorrentes de um laxismo em relação ao conhecimento científico de referência.



FONTE: Adaptado de FRANZOLIN, 2007; SILVA & FRENEDOZO, 2009.

Nesta ferramenta, o eixo V refere-se ao componente etário acadêmico, onde estão localizados os conhecimentos que possuem um maior rigorismo em relação à referência (FRANZOLIN, 2007; SILVA & FRENEDOZO, 2009). O cone que rodeia esta reta central abriga todos os conhecimentos provenientes

de um distanciamento dessa categoria, sendo posicionados conforme seu rigorismo ou exatidão em relação ao conhecimento de referência (FRANZOLIN, 2007). Cada ponto disposto no cone refere-se a um conhecimento dentre muitos outros ensinados (FRANZOLIN, 2007; SILVA & FRENEDOZO, 2009).

Três faixas distintas de conhecimento são representadas, sendo uma correspondente aos conhecimentos ensinados no Ensino Fundamental, outra aos conhecimentos ensinados no Ensino Médio e a terceira, correspondente aos conhecimentos ensinados no Ensino Superior. Observa-se que a base do cone apresenta um maior diâmetro, decorrente da maior necessidade de transposições didáticas necessárias para adaptar o conhecimento científico à capacidade de compreensão própria à faixa etária dos alunos das séries iniciais da escolarização (FRANZOLIN, 2007). Ao longo dos níveis de ensino, o cone se estreita devido à menor necessidade de transposições didáticas, de modo que observamos uma grande aproximação dos conhecimentos ensinados no Ensino Superior com o conhecimento científico de referência.

Todos os pontos localizados dentro do cone em qualquer uma das três faixas representam os conhecimentos que se distanciam verticalmente em relação à referência, a exemplo dos pontos *a* e *b*. O distanciamento vertical é proveniente da transposição didática necessária para adaptar o conhecimento de referência à faixa etária dos estudantes de cada nível de ensino, de modo a facilitar a aprendizagem. Nesse tipo de distanciamento, o rigor científico em relação à referência é mantido; porém, tal rigor varia conforme o componente etário acadêmico, podendo estar mais (ponto *a*) ou menos (ponto *b*) próximo do conhecimento de referência (FRANZOLIN, 2007).

Outro tipo de distanciamento consiste no distanciamento horizontal, o qual se caracteriza por um distanciamento em relação ao eixo determinado pelo rigorismo, gerando conhecimentos fora do cone que o rodeia (FRANZOLIN, 2007), como representado pelo ponto *c*. Esse tipo de distanciamento se caracteriza pelo laxismo, ou seja, pela flexibilidade do conhecimento ensinado em relação ao rigorismo relacionado à referência. Os distanciamentos horizontais podem tratar-se, por exemplo, de artifícios utilizados por quem ensina como uma estratégia didática para facilitar a aprendizagem, mas sem estar relacionado ao componente etário acadêmico. Também podem se constituir em conhecimentos cotidianos ou até mesmo

conhecimentos caracterizados por erros conceituais e incorreções, impedindo que o aluno construa posteriormente um conceito correto (FRANZOLIN, 2007).

5.5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS

Os trechos presentes nos livros didáticos que abrangiam os conteúdos a serem analisados foram comparados com os conhecimentos presentes na bibliografia de referência para a identificação das aproximações e distanciamentos entre ambos. Não está no escopo deste trabalho realizar uma avaliação dos livros em estilo tradicional, classificando conceitos como “corretos” ou “errados”, mas sim avaliar como os conceitos de Virologia ensinados no ambiente escolar se distanciam e/ou se aproximam daqueles desenvolvidos no ambiente acadêmico. Além da análise qualitativa, realizou-se também uma comparação quantitativa dos distanciamentos verticais e horizontais encontrados nos quatro livros analisados, a fim de evidenciar a frequência com que tais distanciamentos estão presentes em cada obra.

5.6. A NATUREZA DA METODOLOGIA UTILIZADA

O presente estudo configura-se como uma pesquisa qualitativa. De acordo com Bodgan e Biklen (1994), pesquisas qualitativas caracterizam-se por apresentar um foco no processo, e não no produto; os dados obtidos são ricos em pormenores descritivos; e as questões de investigação objetivam o estudo dos fenômenos em toda sua complexidade e em seu contexto natural. Assim, não se pretende testar hipóteses. Os dados apresentados neste estudo consistem em descrições comparativas entre os conhecimentos presentes nos livros didáticos e aqueles veiculados na literatura de referência, de modo que o interesse deste trabalho não está centrado no produto (na verificação dos resultados de ensino), mas sim em seu processo. Uma vez que esta pesquisa busca verificar como os conhecimentos presentes nos livros de Ensino Médio se distanciam da referência, não seria possível a formulação de hipóteses anteriores a respeito dos distanciamentos e aproximações presentes nessas

obras, sendo necessária a análise desses conhecimentos em toda sua complexidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. ESTRUTURA VIRAL

No que diz respeito à estrutura viral, a referência (TORTORA, 2012, p. 370) define “vírion” como:

(...) uma partícula viral completa e infecciosa composta por um ácido nucleico envolto por uma cobertura de proteína, que o protege do ambiente e serve como um veículo de transmissão de uma célula hospedeira para a outra (TORTORA, 2012, p. 370).

Na referência, o conteúdo de estrutura viral encontra-se subdividido em três itens: (1) Ácidos nucleicos, (2) Capsídeo e envelope e (3) Morfologia geral. Já os livros didáticos apresentam a descrição desses três assuntos em um único item, denominado “Estrutura Viral”. Neste trabalho optamos por subdividir o conteúdo de estrutura viral em itens conforme apresentado na referência (TORTORA, 2012), a fim de facilitar a comparação das informações presentes nas diferentes obras.

6.1.1. Ácidos nucleicos

Em relação aos ácidos nucleicos, a referência afirma que os vírus podem possuir como material genético tanto o DNA quanto o RNA, mas nunca ambos, e que o ácido nucleico pode apresentar-se como fita simples ou fita dupla, de modo que “existem vírus com DNA de fita dupla, DNA de fita simples, RNA de fita dupla e RNA de fita simples” (TORTORA, 2012, p.371). Além disso, segundo a referência o ácido nucleico pode apresentar-se em diferentes formatos, sendo linear, circular ou até mesmo segmentado, como no vírus da gripe.

Ao comparar esses conhecimentos apresentados pela referência com aqueles apresentados pelos livros didáticos, constatou-se em todas as obras analisadas a presença de distanciamentos verticais caracterizados por simplificações em relação à descrição do material genético do vírus. Tais simplificações não se caracterizam por “erros” conceituais, mas sim por adaptações a fim de facilitar a aprendizagem do estudante e se adequar à faixa etária à qual às obras se destinam, sendo por isso classificadas como distanciamentos verticais.

Dentre os livros analisados, o LD1 apresentou a menor simplificação do assunto, sendo encontrada a descrição

O material genético de um vírus pode ser o DNA **ou** o RNA, mas nunca os dois juntos. Em ambos os casos, a molécula pode ser de fita simples ou dupla (LD1, p. 65, grifo do autor).

Já nos livros LD2, LD3 e LD4, as simplificações mostraram-se mais acentuadas, sendo mencionado somente que os vírus podem possuir como ácido nucleico o DNA ou RNA (LD2, p.34; LD3, p. 30; LD4, p. 21). Em nenhuma dessas três obras foram mencionadas as possibilidades de estruturas dos ácidos nucleicos como fita simples ou dupla fita, bem como os diferentes formatos que essas moléculas podem adquirir dentro da cápsula viral.

6.1.2. Capsídeo e envelope

Quanto ao capsídeo viral, a referência define este como um envoltório proteico que protege o ácido nucleico do vírus. Além disso, afirma com maior detalhamento que

A estrutura do capsídeo é determinada [...] pelo genoma viral e constitui a maior parte da massa viral [...]. Cada capsídeo é composto por subunidades proteicas chamadas de **capsômeros**. Em alguns vírus, as proteínas que compõem os capsômeros são de um único tipo; em outros, vários tipos de proteínas podem estar presentes. [...] A organização dos capsômeros é característica para cada tipo de vírus (TORTORA, 2012, p. 372, grifo do autor).

A referência apresenta o conceito de envelope viral como uma combinação de lipídeos, proteínas e carboidratos que recobre o capsídeo de

alguns vírus (TORTORA, 2012, p. 372). Ademais, possibilita ainda um melhor detalhamento dessa estrutura nos trechos:

Em muitos casos, o envelope contém proteínas codificadas pelo genoma viral juntamente com materiais derivados de componentes normais da célula hospedeira (TORTORA, 2012, p. 372).

Dependendo do vírus, os envelopes podem ou não apresentar **espículas**, constituídas por complexos carboidrato-proteína que se projetam da superfície do envelope. Alguns vírus se ligam à superfície da célula hospedeira através dessas espículas, que são tão características de muitos vírus que são usadas na sua identificação (TORTORA, 2012, p. 372, grifo do autor).

(...) o capsídeo protege o ácido nucleico viral do ataque das nucleases presentes nos fluidos biológicos e promove a ligação da partícula às células suscetíveis (TORTORA, 2012, p. 372).

Na referência, os vírus são ainda classificados em vírus envelopados e não envelopados conforme a presença ou ausência (respectivamente) do envelope viral.

Os livros didáticos analisados apresentam distanciamentos verticais caracterizados por descrições simplificadas do capsídeo, consistindo em adaptações do conhecimento à faixa etária dos estudantes aos quais as obras se destinam, sendo por isso classificadas como distanciamentos verticais.

Nas obras LD2 e LD3, o capsídeo é descrito somente como uma “cápsula proteica que envolve o material genético” (LD2, p. 34). Já os livros LD1 e LD4 aproximam-se um pouco mais da referência ao acrescentarem que o capsídeo viral é composto por subunidades proteicas (LD1, p. 65), sendo inclusive mencionada a nomenclatura “capsômeros” no LD4 (LD4, p. 21).

Quanto ao envelope viral, a descrição dessa estrutura nos livros LD1, LD2 e LD4 apresenta-se de acordo com a referência, como evidenciado no trecho:

(...) algumas espécies de vírus apresentam ainda um **envelope** mais externo, de composição lipoproteica, muitas vezes derivado da membrana plasmática das células infectadas em que o vírus se formou. É comum nesse envelope o acréscimo de proteínas e glicoproteínas características do próprio vírus; em termos funcionais, o envelope é importante por auxiliar a penetração do vírus na célula hospedeira (LD1, p. 66, grifo do autor).

Além da composição do envelope, essas obras também mencionam a importância dessa estrutura para os vírus, o que contribui para o entendimento do aluno acerca da estrutura viral.

Já o LD3 apresenta uma descrição bastante resumida do envelope viral, sendo mencionado somente que “alguns vírus possuem um envoltório lipoproteico conhecido como envelope viral” (LD3, p. 30). Devido à simplificação extrema das informações, a obra não faz menção à origem dos componentes do envelope viral e não discute a importância dessa estrutura para os vírus.

6.1.3. Morfologia geral

A referência também afirma que a arquitetura do capsídeo viral pode ser utilizada para a classificação dos vírus em vários tipos morfológicos distintos, apresentando quatro classificações: vírus helicoidais, poliédricos, envelopados e complexos.

Os vírus helicoidais são classificados como partículas virais que “lembram bastões longos”, e cujo genoma localiza-se no interior de um “capsídeo cilíndrico e oco e com estrutura helicoidal” (TORTORA, 2012, p. 373). Os vírus poliédricos, por sua vez, apresentam o capsídeo “com formato de icosaedro (poliedro regular com 20 faces triangulares e 12 vértices)” e “os capsômeros de cada face formam um triângulo equilátero” (TORTORA, 2012, p. 373). Já os vírus envelopados são classificados como vírus cujo capsídeo é “coberto por um envelope” e “são relativamente esféricos” (TORTORA, 2012, p. 373). Por fim, os vírus complexos são aqueles caracterizados pela referência como vírus que “possuem estruturas complexas”, podendo apresentar “capsídeos com estruturas adicionais aderidas” ou “não possuírem capsídeos claramente definidos” (TORTORA, 2012, p. 373).

Com relação à morfologia viral, observou-se que somente o LD1 apresenta uma descrição sucinta acerca das diferentes formas adotadas pelas partículas virais, como evidenciado no trecho:

O capsídeo dos vírus (...) apresenta formas muito diversificadas. Há vírus que são cilíndricos e alongados [...]; outros são poliédricos; outros, ainda, de formas arredondadas. Os vírus que infectam bactérias [...] apresentam uma “cabeça” e uma “cauda” características (LD1, p. 65).

Observa-se na obra o distanciamento vertical caracterizado por uma descrição simplificada da morfologia viral, servindo somente para ilustrar ou como curiosidade para os estudantes. Os livros LD2, LD3 e LD4 não mencionam ao longo do texto as diferentes morfologias adotadas pelas partículas virais.

Os distanciamentos identificados a partir das análises do conteúdo de Estrutura viral e suas respectivas frequências nos livros didáticos encontram-se descritos no Quadro 1.

QUADRO 1 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE ESTRUTURA VIRAL ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Os vírus podem possuir como material genético tanto o DNA ou RNA, mas nunca ambos, e o ácido nucleico pode apresentar-se como fita simples ou fita dupla, de modo que “existem vírus com DNA de fita dupla, DNA de fita simples, RNA de fita dupla e RNA de fita simples”. O ácido nucleico pode apresentar-se em diferentes formatos, sendo linear, circular ou até segmentado. (TORTORA, 2012)	Não menciona as possibilidades de estrutura do DNA e RNA como fita simples ou dupla.	3	4	0,75	LD2 LD3 LD4
	Não menciona a possibilidade do material genético adquirir diferentes formatos (linear, circular, segmentado).	4	4	1,00	LD1 LD2 LD3 LD4
O capsídeo viral é composto por subunidades proteicas de diferentes tipos. Essa estrutura promove a ligação das partículas virais nas células hospedeiras. (TORTORA, 2012)	Definido como uma cápsula proteica que contém o material genético.	2	4	0,50	LD2 LD3
O envelope viral é formado pela combinação de lipídeos, proteínas e carboidratos que recobrem o capsídeo de alguns vírus. Os lipídeos são derivados da membrana da célula hospedeira, enquanto a maioria das proteínas tem origem viral. Nos vírus envelopados, o envelope promove a ligação das partículas às células hospedeiras. (TORTORA, 2012)	Definido como um envoltório lipoproteico.	1	4	0,25	LD3
Vírus helicoidais são partículas formadas por um capsídeo cilíndrico e oco e com estrutura helicoidal. Os vírus poliédricos têm um capsídeo com formato de icosaedro e os capsômeros de cada face formam um triângulo equilátero. Os vírus envelopados possuem capsídeo coberto por um envelope e são esféricos. Já os vírus complexos possuem estruturas complexas, podendo apresentar estruturas adicionais aderidas ou não possuírem capsídeos claramente definidos. (TORTORA, 2012)	Os vírus podem ser cilíndricos e alongados, poliédricos ou arredondados.	1	1	1,00	LD1
Total		11	17	0,65	

6.2. MULTIPLICAÇÃO VIRAL

Na referência (TORTORA, 2012, p.379), o conteúdo de multiplicação viral encontra-se dividido em dois itens: (1) Multiplicação de bacteriófagos e (2) Multiplicação de vírus de animais. Em contrapartida, os livros didáticos apresentam a descrição desses assuntos de maneira variada. Enquanto no LD1, LD2 e LD4 a replicação viral é descrita separadamente para grupos específicos de vírus (bacteriófagos, HIV, vírus de animais), o LD3 apresenta esse conteúdo em um único item denominado “Replicação viral”. Neste trabalho optamos por subdividir o conteúdo de multiplicação viral conforme os itens apresentados na referência (TORTORA, 2012), a fim de facilitar a comparação das informações presentes nas diferentes obras.

6.2.1. Multiplicação de vírus bacteriófagos

A referência adotada (TORTORA, 2012) afirma que, embora a maneira como o vírus penetra e é liberado da célula hospedeira possa variar, o mecanismo básico de multiplicação viral é muito similar para todos os vírus (TORTORA, 2012, p. 379). Os bacteriófagos podem se multiplicar por meio do ciclo lítico, o qual se caracteriza por terminar com a lise e morte da célula, ou por meio do ciclo lisogênico, em que a célula hospedeira permanece viva (TORTORA, 2012, p. 379).

6.2.1.1. Ciclo lítico

Tendo em vista que os bacteriófagos T-pares (T2, T4 e T6) são os mais estudados, a referência descreve a multiplicação desses vírus no hospedeiro *E. coli* como um exemplo de ciclo lítico, o qual ocorre em cinco etapas (TORTORA, 2012, p. 380).

A primeira etapa, denominada etapa de adsorção ou ancoragem, consiste na ligação de um sítio de adsorção nas fibras da cauda do vírus a um sítio receptor complementar situado na parede da célula bacteriana. Essa ligação ocorre após uma colisão ao acaso entre as partículas do fago e as

bactérias e se caracteriza por uma interação química entre os sítios de adsorção e o receptor celular (TORTORA, 2012, p. 380). Na etapa seguinte, denominada de penetração, os bacteriófagos injetam seu material genético (DNA) dentro da bactéria. Para tanto, ocorre a liberação de uma enzima, denominada lisozima, que auxilia na destruição de uma porção da parede celular bacteriana. Durante a penetração, a bainha da cauda do bacteriófago se contrai, o centro da cauda atravessa a parede da célula bacteriana e quando este alcança a membrana plasmática, o DNA da cabeça do fago penetra na bactéria, passando através do lúmen da cauda e da membrana plasmática. O capsídeo permanece do lado de fora da célula bacteriana (TORTORA, 2012, p. 380). Uma vez que o DNA do bacteriófago se encontra no citoplasma da célula hospedeira, tem início a terceira etapa do ciclo, denominada biossíntese. Nessa etapa ocorre a síntese do ácido nucleico e das proteínas virais. Para tanto, a síntese proteica do hospedeiro é interrompida por ação de proteínas virais que degradam o DNA, interferem com a transcrição ou inibem a tradução da célula hospedeira. A referência possibilita um maior detalhamento desse processo nos trechos:

Inicialmente, o fago utiliza várias enzimas e os nucleotídeos da célula hospedeira para sintetizar cópias do seu DNA. Logo a seguir tem início a biossíntese das proteínas virais. Todo o RNA transcrito na célula corresponde a mRNA transcrito a partir do DNA do fago para a síntese de enzimas virais e das proteínas do capsídeo viral. Os ribossomos, as enzimas e os aminoácidos da célula hospedeira são usados na tradução (TORTORA, 2012, p. 380).

Mensagens precoces [do DNA viral] são traduzidas em proteínas virais precoces, que são as enzimas usadas na síntese do DNA do fago. Da mesma forma, mensagens tardias são traduzidas em proteínas tardias, utilizadas na síntese do capsídeo viral (TORTORA, 2012, p. 380).

A quarta etapa, denominada maturação, consiste na etapa em que vírions completos são formados a partir do DNA e dos novos capsídeos (TORTORA, 2012, p. 380). Durante esse processo, as cabeças e caudas dos fagos são montadas separadamente; a cabeça recebe o DNA viral e se liga à cauda para a formação da partícula completa. A referência descreve ainda que os componentes virais se organizam espontaneamente para a formação da partícula viral (TORTORA, 2012, p. 380). Por fim, o estágio final, denominado

liberação, consiste na liberação dos vírions da célula hospedeira. No caso dos bacteriófagos T-pares, essa etapa é caracterizada pela lise (rompimento) da membrana citoplasmática da célula hospedeira. Para tanto, a liozima (codificada por um gene viral) é sintetizada no interior do hospedeiro e participa na destruição da parede celular bacteriana, liberando os novos bacteriófagos produzidos, os quais poderão infectar outras células suscetíveis, iniciando um novo ciclo de multiplicação (TORTORA, 2012, p. 380).

6.2.1.2. Ciclo lisogênico

A referência (TORTORA, 2012) descreve como exemplo o ciclo lisogênico do bacteriófago λ (lambda), um dos mais estudados. Os fagos lisogênicos, também denominados fagos temperados, consistem em vírus que “podem induzir um ciclo lítico, entretanto são capazes de incorporar seu DNA ao DNA da célula hospedeira para iniciar um ciclo lisogênico” (TORTORA, 2012, p. 380), permanecendo latente (inativo), de modo a não causar lise e morte celular. Nesse contexto, “as células bacterianas hospedeiras são conhecidas como *células lisogênicas*” (TORTORA, 2012, p. 380, grifo do autor).

Segundo a referência, durante o ciclo lisogênico, após a penetração em uma célula bacteriana, o DNA do fago, originalmente linear, forma um círculo. Esse círculo pode se multiplicar e ser transcrito, levando à produção de novos fagos e à lise das células (ciclo lítico), ou pode se recombinar ao DNA bacteriano e se tornar parte dele (ciclo lisogênico) (TORTORA, 2012, p. 380). Quando recombinado, o DNA do fago é denominado “profago”. A referência descreve ainda com maior detalhamento que

A maioria dos genes do profago é reprimida por proteínas repressoras codificadas pelo genoma do profago. Esses repressores ligam-se aos operadores e interrompem a transcrição de todos os outros genes do fago. Dessa maneira, os genes do fago que poderiam direcionar a síntese e a liberação de novos vírions são desligados (...) (TORTORA, 2012, p. 380).

A referência também descreve que o DNA do profago será replicado sempre que a maquinaria celular replicar o cromossomo bacteriano, de modo que o profago permanecerá latente na bactéria. Entretanto, um evento

espontâneo ou a ação da luz UV ou de determinadas substâncias químicas pode levar à excisão do DNA do profago e ao início do ciclo lítico (TORTORA, 2012, p. 380).

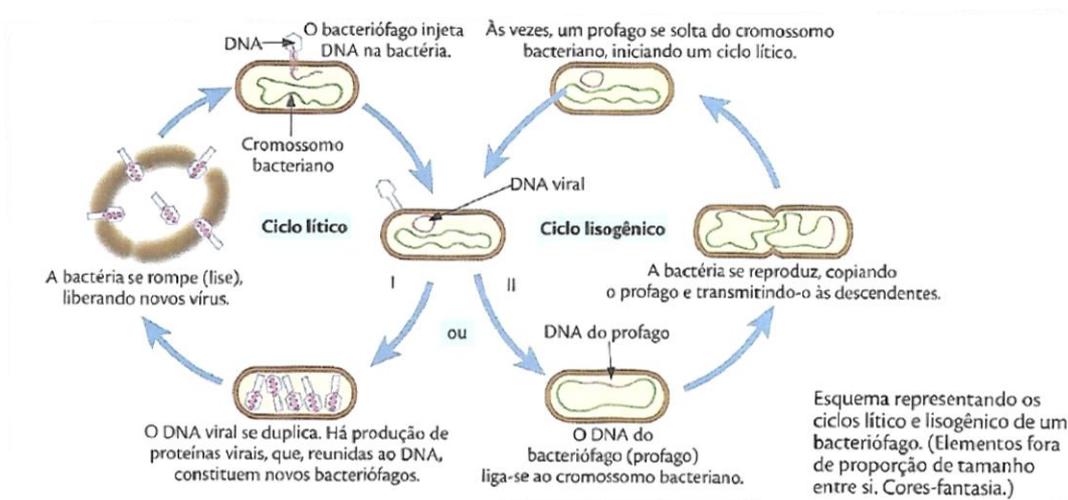
Ao comparar esses conhecimentos apresentados pela referência com aqueles apresentados pelos livros didáticos, constatou-se que todas as obras analisadas apresentam distanciamentos verticais caracterizados por simplificações em relação à descrição dos ciclos de multiplicação viral, a fim de adaptar o conhecimento à faixa etária dos estudantes aos quais as obras se destinam. Além disso, foram também identificados alguns distanciamentos horizontais nas obras LD1 e LD4, que serão detalhados a seguir.

No LD1, para a descrição do ciclo lítico do bacteriófago T2 menciona-se somente que o vírus se multiplica, havendo a duplicação do DNA viral e a síntese das proteínas do capsídeo (LD1, p. 68). Também é descrito que “vários exemplares de bacteriófagos são produzidos no interior da bactéria, que acaba sofrendo lise e soltando os vírus para o ambiente” (LD1, p. 68). Em relação às etapas do ciclo de multiplicação (adsorção, penetração, biossíntese, maturação e liberação), estas não são descritas ao longo do texto, mas somente ilustradas de maneira bastante simplificada em um desenho esquemático (FIGURA 3), sem especificação de cada etapa. Entretanto, o esquema ilustra somente três etapas do ciclo lítico. Não é possível distinguir a primeira etapa, de adsorção, que aparece representada em conjunto com a etapa de penetração, e a etapa de biossíntese também aparece descrita em conjunto com a etapa de maturação. Tais constatações traduzem-se em laxismos do conhecimento veiculado no LD em relação ao conhecimento científico. Não fica claro para o estudante a necessidade de uma etapa inicial de reconhecimento e ancoragem para que em seguida o material genético do vírus possa ser injetado na célula hospedeira, assim como também não fica clara a presença de uma etapa de síntese dos componentes virais anterior à montagem das novas partículas. Nesse caso, tais distanciamentos não são necessários para a adaptação à faixa etária, mas se constituem em uma falta de rigorismo científico, sendo por isso classificados como distanciamentos horizontais.

Já a descrição do ciclo lisogênico aproxima-se da referência na medida em que a obra menciona em seu texto que “o vírus permanece **dormente** (ou **temperado**), sendo chamado **profago** ou **provírus**, uma vez que não se

multiplica ou destrói a bactéria” (LD1, p. 68, grifos do autor). Constatou-se a presença de distanciamentos verticais na obra em relação ao ciclo lisogênico, ao mencionar que o DNA viral não produz proteínas enquanto ligado ao cromossomo bacteriano, sem descrever os mecanismos moleculares responsáveis pelo silenciamento gênico do vírus, o que se constitui em uma adaptação de modo a adequar o conteúdo à faixa etária do estudante. Ademais, a obra simplifica a explicação acerca da mudança do ciclo lisogênico para o ciclo lítico, descrevendo apenas que “às vezes, um profago se solta do cromossomo bacteriano, iniciando um ciclo lítico” (LD1, p. 68).

FIGURA 3 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DOS CICLOS DE MULTIPLICAÇÃO DO BACTERIÓFAGO T2 APRESENTADOS NO LD1.



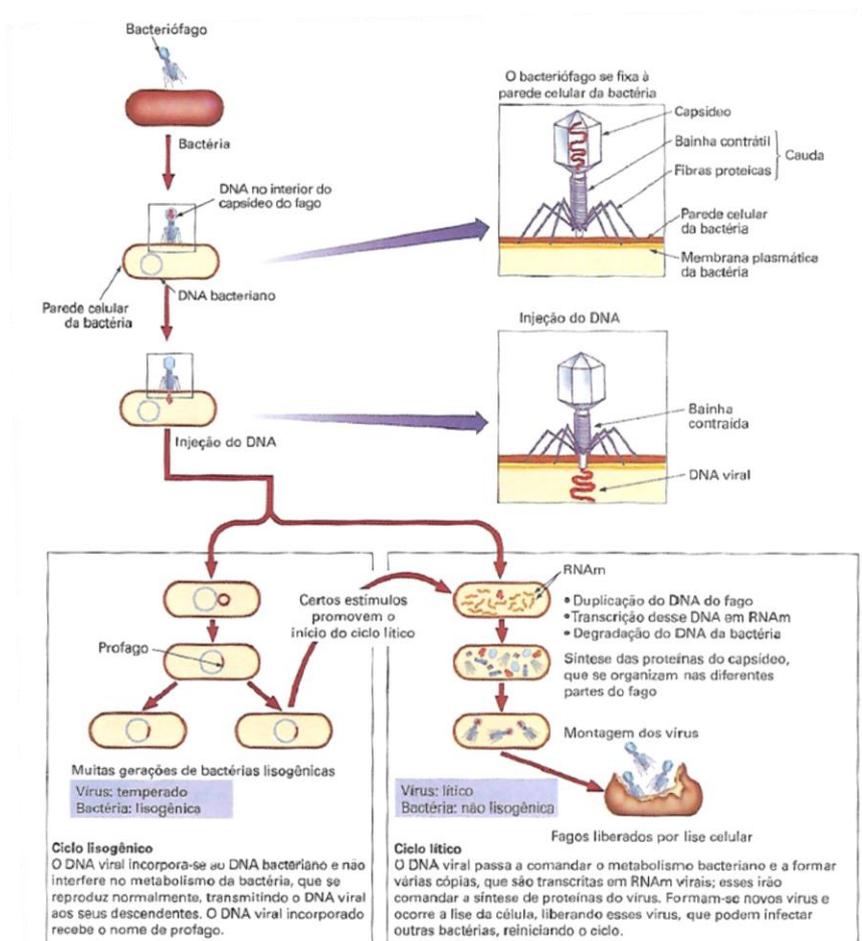
FONTE: LD1, p. 68.

Assim como no LD1, no LD2 os ciclos de multiplicação são apresentados na forma de um esquema ilustrativo (Figura 4). Embora não haja uma descrição detalhada das etapas do ciclo lítico, no desenho esquemático são demonstradas algumas estruturas virais envolvidas no processo de interação entre o vírus e a bactéria hospedeira, podendo ser associada à etapa de adsorção descrita na referência. Além disso, a obra menciona que “o vírus adere à superfície da célula hospedeira e introduz nela o material genético viral” (LD2, p. 36), aproximando-se novamente da referência. O mecanismo de penetração também não é mencionado em detalhes, mas é demonstrado de maneira sucinta no esquema ilustrativo, incluindo informações importantes para sua compreensão, como a passagem da estrutura do capsídeo pela parede

celular e membrana plasmática da bactéria para que ocorra a injeção do DNA viral (Figura 4). As etapas de biossíntese, maturação e lise também são apontadas na ilustração. A obra também menciona que “o DNA viral passa a comandar o metabolismo bacteriano e a formar várias cópias, que são transcritas em RNAm virais; esses irão comandar a síntese de proteínas dos vírus” (LD2, p. 36). Esse trecho indica que o metabolismo bacteriano será governado pelo DNA viral e que a maquinaria celular passará a atuar em função das informações contidas no material genético do vírus, sem dar mais detalhes acerca dos componentes celulares ou aspectos moleculares envolvidos nesse processo. Assim, observa-se nessa passagem uma adaptação do conhecimento presente na referência (TORTORA, 2012, p. 380), de modo a adequá-lo para a faixa etária dos estudantes aos quais a obra se destina.

O ciclo lisogênico também é demonstrado na ilustração de maneira condizente com o conhecimento científico veiculado na referência; entretanto, foram observadas simplificações dos mecanismos moleculares envolvidos na manutenção do profago (Figura 4), as quais são necessárias para a adequação do conteúdo à faixa etária do estudante. A explicação acerca da mudança entre os ciclos lisogênico e lítico também encontra-se simplificada, assim como no LD1 (FIGURA 4).

FIGURA 4 – ESQUEMA DOS CICLOS DE REPLICAÇÃO DE BACTERÍOFAGOS T APRESENTADOS NO LD2.



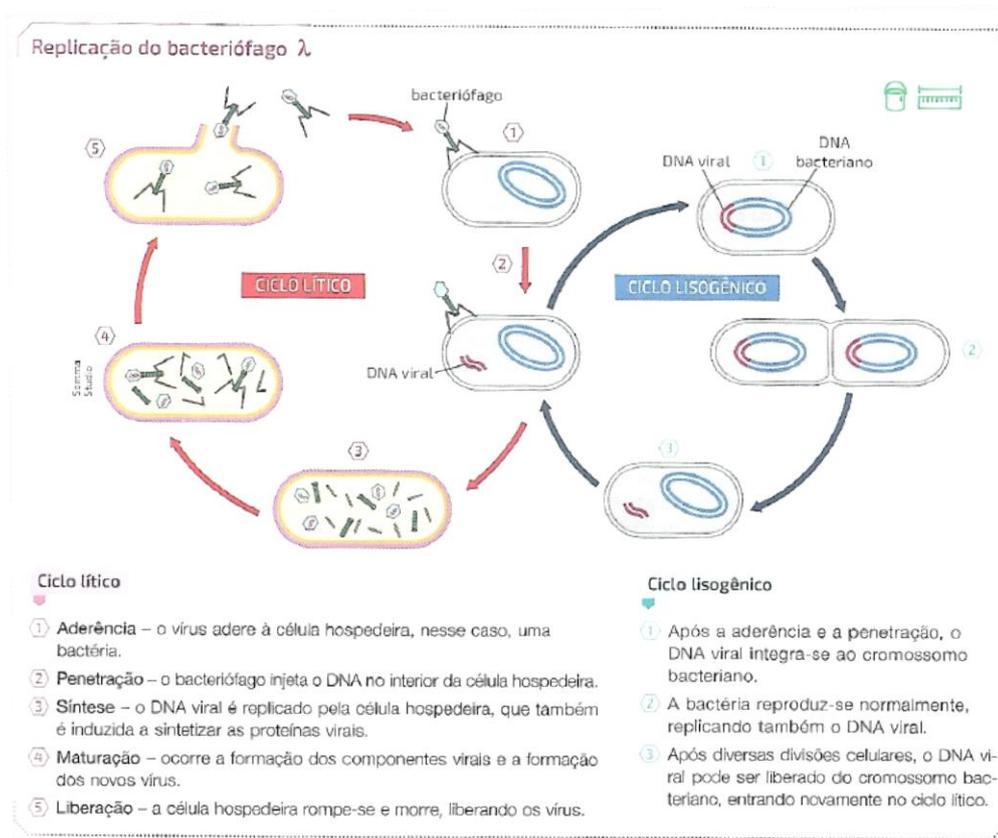
FONTE: LD2, p. 36.

No LD3, o ciclo de replicação do bacteriófago λ é descrito como exemplo e ilustrado na forma de um desenho esquemático (Figura 5). A obra define o ciclo lítico como um ciclo “no qual várias partículas virais são produzidas, e a célula é destruída” (LD3, p. 31). A obra também aproxima-se da referência na medida em que descreve as cinco etapas que constituem a replicação viral, “aderência, penetração, síntese, maturação e liberação” (LD3, p. 31), sendo todas demonstradas de forma simplificada no esquema ilustrativo. Dentre as simplificações, encontram-se as descrições da aderência como uma etapa em que “o vírus adere à célula hospedeira” e da penetração como uma etapa em que “o bacteriófago injeta o DNA no interior da célula hospedeira”. Embora as etapas sejam mencionadas de maneira bastante sucinta na legenda, as descrições contêm as informações adequadas para a compreensão dos estudantes da faixa etária à qual o livro se destina, sendo portanto classificadas

como distanciamentos verticais. A obra também menciona que os vírus “precisam utilizar a maquinaria das células para realizar sua replicação”, simplificando o conhecimento científico presente na referência (TORTORA, 2012, p. 380).

A replicação viral por meio do ciclo lisogênico também é descrita de maneira adaptada à faixa etária dos estudantes aos quais a obra se destina, sem muitos detalhes acerca dos mecanismos moleculares envolvidos (FIGURA 5). A mudança do ciclo lisogênico para o ciclo lítico também é descrita de maneira bastante sucinta e sem maiores explicações acerca dos motivos que podem ocasionar essa mudança.

FIGURA 5 – ESQUEMA DOS CICLOS DE REPLICAÇÃO DO BACTERÍOFAGO λ APRESENTADOS NO LD3.



FONTE: LD3, p. 31.

Diferentemente das demais obras, o LD4 não menciona a possibilidade de dois ciclos de replicação dos bacteriófagos. A obra descreve somente o ciclo lítico e não menciona sua denominação. Tal fato pode suscitar interpretações erradas pelos estudantes, levando-os a acreditar que este é a

única forma pela qual o vírus se multiplica, o que se caracteriza como uma falta de rigorismo em relação ao conhecimento científico, sendo portanto considerada como um distanciamento horizontal. Em relação ao ciclo descrito (ciclo lítico), observa-se uma simplificação dos conhecimentos acerca das etapas do ciclo. Embora o nome das etapas não seja mencionado, todas são descritas de maneira sucinta ao longo do texto, como exemplificado nos trechos a seguir:

O processo de infecção começa com o encaixe das fibras da cauda do vírus na membrana da célula bacteriana. A cauda se contrai e injeta o DNA viral na bactéria. A cápsula, vazia, fica do lado de fora (LD4, p. 21).

(...) o DNA do vírus comanda a produção de uma enzima que inativa o DNA da bactéria e assume o comando do metabolismo celular. Assim, ele utiliza os nucleotídeos e as enzimas da célula para fabricar cópias de seu DNA, além de comandar a síntese de proteínas da cápsula viral (LD4, p. 21).

As novas cápsulas [virais] se associam às cópias de DNA, e (...) novos vírus são formados (LD4, p. 21).

Um dos genes do vírus produz então uma enzima que digere a parede bacteriana. Isso provoca a ruptura e a morte da célula, liberando os novos vírus formados (LD4, p. 21).

Observam-se nesses trechos descrições sintéticas das etapas de adsorção e penetração, biossíntese, maturação, e liberação (respectivamente), sendo inclusive utilizada uma linguagem mais simplificada a fim de facilitar a compreensão do estudante da faixa etária à qual a obra se destina. Não há, entretanto, perda do rigor científico das informações veiculadas, o que caracteriza os distanciamentos como verticais.

Os distanciamentos identificados a partir das análises do conteúdo de Multiplicação de vírus bacteriófagos e suas respectivas frequências nos livros didáticos encontram-se descritos nos Quadros 2 e 3.

QUADRO 2 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS BACTERIÓFAGOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Na adsorção, um sítio de adsorção do vírus se liga através de uma interação química a um sítio receptor complementar localizado na parede celular bacteriana. (TORTORA, 2012)	O bacteriófago se fixa à parede celular da célula hospedeira.	3	3	1,00	LD2 LD3 LD4
Na penetração, ocorre a destruição de uma porção da parede celular bacteriana, por onde os fagos injetam seu material genético na bactéria. A bainha da cauda do bacteriófago se contrai, o centro da cauda atravessa a parede da celular e alcança a membrana plasmática e o DNA da cabeça do fago penetra na bactéria. O capsídeo permanece do lado de fora da célula bacteriana. (TORTORA, 2012)	O bacteriófago injeta o DNA na bactéria.	3	4	0,75	LD1 LD3 LD4
Na biossíntese, o ácido nucleico e as proteínas virais são produzidos, utilizando os nucleotídeos e as enzimas do hospedeiro. A síntese proteica do hospedeiro é interrompida por ação de proteínas virais que degradam o DNA, interferem com a transcrição ou inibem a tradução da célula hospedeira. (TORTORA, 2012)	Novas partículas virais são produzidas no interior da célula hospedeira.	1	4	0,25	LD1
	Ocorre a duplicação do DNA do fago, sua transcrição em RNAm e a degradação do DNA da bactéria. A bactéria é induzida a produzir as proteínas virais.	3	4	0,75	LD2 LD3 LD4
Na maturação, novos vírions completos são formados. As cabeças e caudas dos novos fagos são montadas separadamente; a cabeça recebe o DNA viral e se liga à cauda para a formação da partícula completa. (TORTORA, 2012)	As proteínas do capsídeo se organizam nas diferentes partes do fago para a montagem dos vírus.	4	4	1,00	LD1 LD2 LD3 LD4
Para a liberação dos novos vírions no ciclo lítico, a membrana citoplasmática do hospedeiro é rompida por ação da lisozima, uma enzima viral que destrói a parede celular bacteriana. (TORTORA, 2012)	Os fagos são liberados através da lise celular.	3	4	0,75	LD1 LD2 LD3

Conclusão. QUADRO 2 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS BACTERIÓFAGOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
No ciclo lisogênico, os genes do profago são reprimidos por proteínas virais que se ligam nos operadores e interrompem a transcrição de todos os outros genes do fago. (TORTORA, 2012)	O DNA viral não produz proteínas enquanto ligado ao cromossomo bacteriano.	3	3	1,00	LD1 LD2 LD3
Eventos espontâneos, a ação da luz UV ou de determinadas substâncias químicas pode levar à excisão do profago e ao início do ciclo lítico. (TORTORA, 2012)	O profago pode se soltar do cromossomo bacteriano, iniciando um ciclo lítico.	3	3	1,00	LD1 LD2 LD3
Total		23	29	0,79	

QUADRO 3 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS BACTERIÓFAGOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Horizontal		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Na adsorção, um sítio de adsorção do vírus se liga através de uma interação química a um sítio receptor complementar localizado na parede celular bacteriana. Em seguida, na penetração, o vírus injeta seu material genético na bactéria. (TORTORA, 2012)	Representa no esquema ilustrativo as etapas de adsorção e penetração como uma etapa única.	1	4	0,25	LD1
Na biossíntese, o ácido nucleico e as proteínas virais são produzidos, utilizando os nucleotídeos e as enzimas do hospedeiro. Em seguida, novos vírions completos são formados durante a etapa de maturação. (TORTORA, 2012)	Representa no esquema ilustrativo as etapas de biossíntese e maturação como uma etapa única.	1	4	0,25	LD1

Conclusão. QUADRO 3 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS BACTERIÓFAGOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Horizontal		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Os bacteriófagos podem se multiplicar por meio do ciclo lítico, caracterizado por terminar na lise e morte da célula, ou lisogênico, em que a célula hospedeira permanece viva. (TORTORA, 2012)	Descreve somente o ciclo lítico e não menciona a possibilidade de um ciclo alternativo (lisogênico).	1	4	0,25	LD4
Total		3	12	0,25	

6.2.2. Multiplicação de vírus de animais

Segundo a referência adotada (TORTORA, 2012), a multiplicação dos vírus de animais segue o mesmo padrão básico da multiplicação dos bacteriófagos, porém com algumas diferenças durante as etapas.

Assim como os bacteriófagos, os vírus de animais passam por uma etapa de ancoragem em que seus sítios de adsorção se ligam a receptores na superfície da célula hospedeira. Entretanto, os vírus de animais não possuem apêndices como as fibras da cauda de alguns bacteriófagos, e os receptores nas células animais consistem em proteínas e glicoproteínas da membrana plasmática, não havendo a presença de uma parede celular (TORTORA, 2012, p. 383). Quanto à penetração, em células eucarióticas os vírus em geral penetram por meio do processo de pinocitose, caracterizado por invaginações da membrana plasmática que levam à formação de vesículas, as quais contêm elementos originados do exterior da célula que são levados ao interior para serem digeridos (TORTORA, 2012, p. 383). Um processo alternativo de penetração consiste na fusão, em que o envelope viral se funde à membrana plasmática e libera o capsídeo no citoplasma, como no caso do vírus HIV (TORTORA, 2012, p. 383). Assim, ao contrário dos bacteriófagos, em que somente o material genético é injetado na célula, nos vírus de animais o capsídeo completo é internalizado, de modo que é necessária uma etapa de desnudamento. O desnudamento consiste na separação do ácido nucleico viral de seu envoltório proteico (TORTORA, 2012, p. 384). Quando o vírion se encontra dentro de uma vesícula endocítica, o capsídeo é digerido quando a célula tenta digerir o conteúdo vesicular, em geral por ação de enzimas lisossomais da célula hospedeira (TORTORA, 2012, p. 384).

A etapa de biossíntese também apresenta diversas diferenças em relação aos bacteriófagos, em parte devido às diferenças entre as células procarióticas e eucarióticas (TORTORA, 2012, p. 383). No caso dos vírus de DNA, a replicação do seu genoma ocorre no núcleo da célula hospedeira. Após o DNA viral ser liberado no núcleo da célula, ocorre a transcrição no citoplasma de uma porção que codifica os “genes precoces” para a produção de enzimas necessárias à produção de novas moléculas de DNA viral. Algum tempo

depois, ocorre a transcrição dos “genes tardios” para a produção das proteínas do capsídeo e proteínas estruturais. As proteínas do capsídeo então migram para o núcleo celular, onde ocorre a maturação, em que o DNA e as proteínas virais se arranjam para a montagem dos vírus completos, que são posteriormente liberados da célula hospedeira (TORTORA, 2012, p. 385). Alguns exemplos de vírus que utilizam esse mecanismo são a família Poxviridae e Herpesviridae, que incluem os vírus causadores da varíola humana e herpes, respectivamente (TORTORA, 2012, p. 385). Já os vírus da família Hepadnaviridae (que inclui os vírus causadores da hepatite) diferem dos outros vírus de DNA por sintetizarem seu DNA a partir de moléculas de RNA, utilizando a enzima transcriptase reversa viral, também presente nos retrovírus (MADIGAN et al., 2010, p. 272; TORTORA, 2012, p. 385).

A referência afirma que a multiplicação dos vírus de RNA ocorre no citoplasma da célula hospedeira; entretanto, vários grupos de vírus de RNA utilizam diferentes mecanismos de síntese do RNA mensageiro (mRNA) para sua replicação (TORTORA, 2012, p. 387). No caso dos vírus de RNA de fita simples, como os Picornaviridae, o RNA viral sintetiza uma enzima denominada RNA-polimerase dependente de RNA, a qual catalisa a síntese de uma nova fita de RNA, complementar à sequência de bases da fita infectiva original. A nova fita, denominada “fita antissenso” ou “fita negativa”, serve então como molde para a produção de fitas positivas adicionais, as quais podem ser utilizadas como mRNA para a produção de proteínas do capsídeo, incorporadas ao capsídeo para a formação de novos vírus ou servir como molde para continuar a multiplicação do RNA viral (TORTORA, 2012, p. 387). Alternativamente, outros vírus de RNA de fita simples, como os Rhabdoviridae (que inclui o vírus causador da raiva), contêm uma fita simples negativa de RNA que é utilizada como molde para a síntese de fitas positivas, as quais servirão como mRNA e como molde para a síntese de novas moléculas de RNA viral (TORTORA, 2012, p. 387). Já os Reoviridae sintetizam fitas positivas e negativas de mRNA, as quais formam uma fita dupla que é posteriormente envolta pelo capsídeo para a produção de novas partículas virais (TORTORA, 2012, p. 387).

Os vírus de RNA da família Retroviridae, por sua vez, possuem um genoma de RNA que é replicado através de um intermediário de DNA, por ação

da enzima transcriptase reversa (MADIGAN et al., 2010, p. 272). Essa família inclui os vírus HIV causadores da AIDS. Após a entrada na célula e a remoção do envelope e capsídeo viral no citoplasma, o genoma de RNA desses vírus é transcrito em um DNA de fita simples complementar, o qual é subsequentemente convertido pela transcriptase reversa em um DNA de fita dupla que penetra no núcleo e é integrado no genoma do hospedeiro (MADIGAN et al., 2010, p. 272). O DNA viral é integrado ao cromossomo da célula hospedeira como um provírus, o qual nunca é removido do cromossomo, diferentemente do profago nos vírus bacteriófagos (TORTORA, 2012, p. 389). O provírus pode permanecer latente se replicar somente quando o DNA do hospedeiro é replicado, ou ainda pode ter sua expressão induzida por ação de agentes como a radiação gama e algumas substâncias químicas, levando à produção de novos vírus que podem infectar células adjacentes (TORTORA, 2012, p. 389).

Na etapa de maturação, a montagem das novas partículas virais ocorre de maneira espontânea (TORTORA, 2012, p. 389), assim como descrito para os bacteriófagos (TORTORA, 2012, p. 380). Para a formação do envelope lipoproteico que alguns vírus possuem, as proteínas virais são incorporadas à membrana plasmática da célula hospedeira e, quando o vírus é liberado da célula pelo processo de brotamento, o capsídeo viral adquire o envelope (TORTORA, 2012, p. 389). Esse processo de liberação não mata a célula imediatamente, e, em alguns casos, a célula sobrevive (TORTORA, 2012, p. 389). Alternativamente, os vírus não envelopados são liberados através de rupturas na membrana plasmática, o que geralmente resulta na morte da célula hospedeira, assim como descrito para os bacteriófagos no ciclo lítico (TORTORA, 2012, p. 389).

Ao comparar esses conhecimentos apresentados pelas referências com aqueles apresentados pelos livros didáticos, observou-se a presença de simplificações em todas as obras analisadas.

O LD1 menciona que os vírus de DNA e RNA apresentam diferenças em seu ciclo de multiplicação nas células parasitadas. No caso dos vírus de DNA, o material genético “se duplica normalmente e fabrica moléculas de RNA mensageiro, que, por sua vez, produzem as proteínas do capsídeo” (LD1, p. 67). Observa-se nesse trecho um distanciamento horizontal na medida em que

generaliza-se o mecanismo de duplicação do material genético de todos os vírus de DNA. A referência afirma que algumas famílias de vírus duplicam seu DNA, enquanto outras famílias, como os Hepadnaviridae, sintetizam seu DNA a partir de moléculas de RNA, utilizando a enzima transcriptase reversa viral (MADIGAN et al., 2010, p. 272; TORTORA, 2012, p. 385). Entretanto, tais distinções parecem ter sido omitidas da obra e substituídas por uma descrição mais simples, que, nesse caso, resultou na perda do rigor científico em relação às informações veiculadas na referência.

No caso dos vírus de RNA, o LD1 menciona somente a existência dos retrovírus, como evidenciado no trecho:

No caso de alguns vírus com RNA, uma enzima especial, chamada **transcriptase reversa**, permite a produção de um DNA a partir do RNA viral. Daí por diante, a partir desse DNA, que funciona como um molde, cópias dos RNAs virais são produzidas, além do RNA mensageiro necessário à produção das proteínas. (...) eles são chamados de retrovírus (...) (LD1, p. 67, grifo do autor).

Nesse trecho, os autores da obra dão destaque aos retrovírus, uma das famílias que compõe o grupo dos vírus de RNA; entretanto, a presença do termo “no caso de **alguns** vírus de RNA” (LD1, p. 67, grifo nosso) dá a entender que existem outros mecanismos de multiplicação de outros vírus de RNA que não foram mencionados na obra, como no caso dos vírus de RNA que multiplicam seu material genético por meio da síntese de novas moléculas de RNA, descritos na referência (TORTORA, 2012, p. 387). Assim, constata-se nessa passagem mais um distanciamento vertical, na medida em que há uma simplificação na descrição dos mecanismos de multiplicação dos vírus de RNA.

Ainda no LD1, o ciclo de multiplicação do vírus HIV é descrito como um exemplo de vírus de RNA do tipo retrovírus. Constatou-se a presença de um distanciamento horizontal no trecho

Pelo fato de se tratar de um retrovírus, o ciclo do HIV nos linfócitos é mais complexo do que o já estudado para os bacteriófagos, que têm DNA. Como já vimos, a novidade aqui é a existência de uma transcriptase reversa, que dá início à transcrição do RNA viral (LD1, p. 68).

Esse trecho dá a entender que a presença da transcriptase reversa é uma característica nova que está presente somente nos retrovírus, mas não

em vírus de DNA, como os bacteriófagos. Embora os bacteriófagos realmente não possuam a transcriptase reversa, a referência afirma que outros vírus de DNA, como os Hepadnaviridae, também possuem essa enzima para a síntese do DNA viral a partir de RNA (TORTORA, 2012, p. 385). Portanto, no trecho destacado do LD1 observa-se um laxismo em relação ao conhecimento científico veiculado na referência, sendo por isso classificado como distanciamento horizontal.

Ao longo da descrição acerca do ciclo do vírus HIV, observou-se um distanciamento vertical na medida em que a obra simplifica o processo de penetração ao mencionar que “o material genético do vírus, envolvido pelo capsídeo, penetra no linfócito” (LD1, p. 69), sem entretanto especificar se ocorre o mecanismo de fusão ou de endocitose. A obra também não menciona que o provírus pode permanecer latente na célula infectada, sendo afirmado somente que “o provírus incorporado produz moléculas de RNA” (LD1, p. 69). Em relação à etapa de liberação por brotamento, observa-se outra simplificação na medida em que a obra descreve somente que “novos HIVs brotam da membrana plasmática do linfócito (...) e estão prontos para parasitar outras células” (LD1, p. 69), sem mencionar que as proteínas virais devem ser integradas à membrana plasmática do hospedeiro e que essa porção da membrana constituirá o envelope dos novos vírions formados.

O LD2 aproxima-se da referência ao mencionar que os vírus de DNA e RNA apresentam mecanismos de replicação diferenciados e também que a penetração dos vírus nas células animais pode ocorrer por meio da fusão ou da endocitose. Entretanto, foram constatados alguns distanciamentos com relação aos mecanismos de replicação. A obra menciona que “quando o ácido nucleico é o DNA, o processo de transcrição e tradução é o tradicional”, referindo-se à sequência “DNA-RNA-síntese proteica”, e acrescenta que “é o caso (...) dos vírus da varíola, do herpes e da hepatite” (LD2, p. 37). Observa-se nesse trecho a presença de um distanciamento horizontal, na medida em que os vírus da hepatite, pertencentes à família Hepadnaviridae, são inclusos como vírus que realizam os mesmos mecanismos de duplicação do material genético que os vírus das famílias Poxviridae e Herpesviridae. Entretanto, a referência afirma que nessas duas últimas famílias de vírus as novas moléculas de DNA são sintetizadas a partir de outras moléculas de DNA viral, enquanto nos

Hepadnaviridae a síntese do novo DNA se dá a partir de moléculas de RNA viral (TORTORA, 2012, p. 385). Há, portanto, uma falta de rigor científico nessa passagem do livro didático.

No caso dos vírus de RNA, o LD2 agrupa os mecanismos de replicação em duas situações distintas, como evidenciado nos trechos:

a) o RNA é transcrito em várias outras moléculas de RNA, que passarão a comandar a síntese proteica. É o caso do vírus da gripe, da raiva, da encefalite e da poliomielite (LD2, p. 37).

b) o RNA é inicialmente transcrito em DNA por meio de uma enzima especial denominada **transcriptase reversa** (...). As moléculas de DNA recém-formadas incorporam-se ao DNA da célula e podem ser transcritas em moléculas de RNA, que passarão a comandar a síntese proteica. Esse são os retrovírus, como é o caso do vírus da AIDS (LD2, p. 37, grifo do autor).

A descrição dessas duas estratégias de maneira generalizada, sem discriminar a síntese de fitas positivas e/ou negativas e de fita simples ou dupla, pode ser considerada uma simplificação para adequar o conhecimento científico à faixa etária dos estudantes aos quais a obra se destina, sendo por isso considerada como um distanciamento vertical.

Os mecanismos envolvidos na multiplicação dos vírus de RNA em animais são descritos com mais detalhes especificamente para o vírus HIV e para o vírus da gripe. Em ambas as descrições, o livro se aproxima da referência ao especificar as etapas de adsorção e penetração, com a distinção entre os processos de fusão ou endocitose. Um único distanciamento vertical foi identificado no caso da descrição do vírus HIV, em que a ação da transcriptase reversa é descrita de maneira simplificada. Menciona-se somente que “a transcriptase reversa transcreve o RNA viral em moléculas de DNA viral denominadas provírus” (LD2, p. 40), sem especificar a produção de uma molécula de fita simples e em seguida de fita dupla, como descrito na referência. As demais etapas de multiplicação de ambos os vírus são descritas em conformidade com as referências consultadas.

O LD3 contempla somente a replicação viral dos bacteriófagos, não sendo mencionado em nenhum momento os aspectos de multiplicação de vírus de animais.

No LD4, são descritos somente os mecanismos de multiplicação dos vírus animais de RNA. Assim como no LD2, nessa obra também são descritas duas estratégias generalizadas para a replicação dos vírus de RNA, como evidenciado nos trechos:

Alguns tipos de vírus, como os vírus da gripe, do sarampo, da raiva e da poliomielite, apresentam RNA como material genético. Nesses vírus, o ácido nucleico orienta (...) a produção de uma molécula de RNA. Essa molécula comanda a síntese de proteínas da cápsula e de novas moléculas de RNA (LD4, p. 22).

Já em um grupo de vírus de RNA, os **retrovírus** (...), esse ácido sintetiza uma molécula de DNA. (...) O DNA, por sua vez, orienta a produção de novas moléculas de RNA virais e das proteínas da cápsula. (...) a enzima que permite esse processo é chamada de **transcriptase reversa**. O vírus HIV, por exemplo, é um retrovírus (...) (LD4, p. 22, grifos do autor).

Uma vez que essas duas estratégias encontram-se descritas de maneira generalizada, sem discriminação da síntese de fitas positivas e/ou negativas e de fita simples ou dupla, como mencionado na referência (TORTORA, 2012, p. 387), esses trechos podem ser considerados distanciamentos verticais na medida em que a simplificação desses conhecimentos é necessária para sua adequação à faixa etária dos estudantes, sem haver, entretanto, perda do rigor científico das informações.

Assim como no LD1 e no LD2, as etapas do ciclo de multiplicação do vírus HIV também são descritas no LD4. A obra aproxima-se da referência na medida em que especifica as etapas de adsorção e penetração (por meio da fusão), além de descrever que na transcrição reversa

Com o auxílio da enzima transcriptase reversa, o RNA sintetiza uma molécula de DNA, que lhe é complementar (...). Essa molécula de DNA produz outra de DNA, complementar, e as duas se unem, formando uma dupla cadeia, que migra para o núcleo e se incorpora ao material genético da célula (LD4, p. 25).

Entretanto, a obra simplifica a etapa de integração do material genético viral no genoma do hospedeiro ao não mencionar a nomenclatura “provírus” e nem que o vírus pode permanecer no cromossomo do hospedeiro de maneira latente, sem originar novos vírus. Tais adaptações não são necessárias à faixa etária dos estudantes e podem levá-los ao entendimento de que, uma vez que

infectaram as células, os vírus logo em seguida produzirão novas partículas virais – o que não necessariamente ocorre em todos os casos. Logo, tal distanciamento se caracteriza como um distanciamento horizontal. As demais etapas da multiplicação viral são descritas em conformidade com a referência.

Os distanciamentos identificados a partir das análises do conteúdo de Multiplicação de vírus de animais e suas respectivas frequências nos livros didáticos encontram-se descritos nos Quadros 4 e 5.

QUADRO 4 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS DE ANIMAIS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Alguns vírus de RNA de fita simples positiva podem sintetizar uma fita de RNA complementar (fita negativa) que serve como molde para a produção de novas fitas positivas. Outros vírus contêm uma fita simples negativa que servem como molde para a síntese de fitas positivas, que serão utilizadas para a produção de novas fitas negativas. Algumas famílias de vírus podem sintetizar fitas positivas e negativas, que formam uma fita dupla para constituir as novas cápsulas virais. Nos retrovírus, o genoma de RNA é usado como molde para a produção de um intermediário de DNA (por ação da transcriptase reversa), que será usado como molde para a produção de novas fitas de RNA. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	Menciona somente a replicação dos retrovírus.	1	3	0,33	LD1
	A replicação dos vírus de RNA pode ocorrer de duas maneiras: o RNA pode ser transcrito em várias outras moléculas de RNA, ou pode ser inicialmente transcrito em moléculas de DNA (por ação da transcriptase reversa) que depois será utilizado para a produção de novas moléculas de RNA.	2	3	0,67	LD2 LD4
A penetração do vírus na célula hospedeira pode ocorrer através da fusão do envelope viral com a membrana plasmática do hospedeiro ou por meio de endocitose das partículas virais. (TORTORA, 2012)	O material genético do vírus penetra na célula hospedeira.	1	3	0,33	LD1
Após ser integrado ao cromossomo da célula hospedeira, o provírus pode permanecer latente e se replicar somente quando o DNA do hospedeiro é replicado, ou pode ser expresso e levar à produção de novas partículas virais. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	O provírus incorporado produz moléculas de RNA que comandam a síntese proteica.	2	3	0,67	LD1 LD4
Para a formação do novo envelope lipoproteico, as proteínas virais são incorporadas à membrana da célula hospedeira e, quando o vírus é liberado da célula por meio do brotamento, o capsídeo viral adquire o envelope, formado pela membrana da célula. (TORTORA, 2012)	Os novos vírus brotam da célula hospedeira.	1	3	0,33	LD1

Conclusão. QUADRO 4 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS DE ANIMAIS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Na família Retroviridae, o genoma de RNA é transcrito em um DNA de fita simples complementar, o qual é em seguida convertido pela transcriptase reversa em um DNA de fita dupla que penetra no núcleo e é integrado ao genoma do hospedeiro. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	A transcriptase reversa transcreve o RNA viral em moléculas de DNA viral.	2	3	0,67	LD1 LD2
Total		9	18	0,50	

QUADRO 5 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS DE ANIMAIS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Horizontal		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Na replicação dos vírus de DNA, alguns vírus duplicam seu material genético por meio da síntese de novas moléculas de DNA a partir de moléculas de DNA viral preexistentes. Outras famílias, como os Hepadnaviridae, sintetizam seu DNA a partir de moléculas de RNA, utilizando a enzima transcriptase reversa viral. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	O material genético dos vírus de DNA se duplica normalmente (isto é, a partir de moléculas de DNA preexistentes).	2	2	1,00	LD1 LD2
A transcriptase reversa é uma enzima viral presente nas famílias Hepadnaviridae e Retroviridae, que possibilita a síntese de DNA a partir do RNA viral. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	A transcriptase reversa é uma enzima presente nos retrovírus.	1	3	0,33	LD1

Conclusão. QUADRO 5 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE MULTIPLICAÇÃO DE VÍRUS DE ANIMAIS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Horizontal		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Na replicação dos vírus de DNA, alguns vírus duplicam seu material genético por meio da síntese de novas moléculas de DNA a partir de moléculas de DNA viral preexistentes. Outras famílias, como os Hepadnaviridae, sintetizam seu DNA a partir de moléculas de RNA, utilizando a enzima transcriptase reversa viral. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	O material genético dos vírus de DNA se duplica normalmente (isto é, a partir de moléculas de DNA preexistentes).	2	2	1,00	LD1 LD2
A transcriptase reversa é uma enzima viral presente nas famílias Hepadnaviridae e Retroviridae, que possibilita a síntese de DNA a partir do RNA viral. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	A transcriptase reversa é uma enzima presente nos retrovírus.	1	3	0,33	LD1
O DNA viral é integrado ao cromossomo da célula hospedeira como um provírus. O provírus pode permanecer latente se replicar somente quando o DNA do hospedeiro é replicado, ou pode ter sua expressão induzida por ação de agentes físicos e/ou químicos, levando à produção de novos vírus. (MADIGAN et al., 2010; TORTORA, 2012)	Menciona apenas que o DNA viral é integrado no material genético do hospedeiro e novas partículas virais são produzidas.	1	3	0,33	LD4
Total		4	8	0,50	

6.3. VÍRUS DE PLANTAS

Na referência (TORTORA, 2012, p. 393-395), não há uma divisão do conteúdo e vírus de plantas são descritos como semelhantes, morfológicamente e na sua composição de ácidos nucleicos, à vírus animais. É atribuído a esses vírus doenças que acometem alguns tipos de grãos economicamente importantes e alguns dos sintomas são descritos brevemente. A forma de transmissão é comentada sem muito aprofundamento, assim como a forma que estes vírus são cultivados em laboratórios. É abordado com um pouco mais de atenção o conteúdo sobre viroides causadores de doenças de plantas e por fim, é feita a comparação entre viroides e íntrons. A classificação dos principais vírus vegetais quanto às suas características, família viral, morfologia e transmissão é feita através de uma tabela.

Dos quatro livros didáticos analisados, apenas um livro apresenta o conteúdo de vírus de plantas (LD2). No LD2, quase todas as informações contidas no livro referência são apresentadas e de forma fiel, faltando a definição de viroides e a comparação destes com íntrons, e a menção à quais são as principais famílias de vírus vegetais. Em LD2, a descrição da estrutura de vírus de plantas utilizada foi

Quase todos os vírus de plantas têm como material genético o RNA e não apresentam envelope, mas também existem vírus não envelopados de DNA e vírus envelopados de RNA que parasitam vegetais. (LD2, p. 37)

Na referência, estas informações estão dispostas em formato de tabela (TORTORA, 2012, p. 394, tabela 13.6).

Foram identificados três distanciamentos verticais (QUADRO 6) caracterizados por uma pequena simplificação nos conteúdos de estrutura dos vírus de plantas, sintomas e forma de transmissão. LD2 não apresentou nenhum distanciamento horizontal.

QUADRO 6 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE VÍRUS DE PLANTAS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Algumas doenças de plantas são causadas por viroides, pedaços pequenos de RNA, com cerca de 300 a 400 nucleotídeos somente e sem qualquer envoltório proteico. Podem ser de DNA de fita dupla, não envelopado; RNA de fita simples, polaridade positiva e não envelopado; RNA de fita simples, polaridade negativa e envelopado ou RNA de fita dupla, não envelopado. (TORTORA, 2012)	Quase todos os vírus de plantas são de RNA e sem envelope, mas também podem ser de DNA e não envelopados ou envelopados e de RNA.	1	1	1,00	LD2
Os vírus podem causar mudança de coloração, crescimento deformado, definhamento e interrupção do crescimento das plantas hospedeiras. (TORTORA, 2012)	Os efeitos mais comuns das infecções virais nas plantas são o surgimento de manchas em folhas, flores e frutos e o declínio na taxa de crescimento.	1	1	1,00	LD2
Os vírus devem entrar através de abrasões ou ser introduzidos juntamente com parasitas de plantas, como os nematódeos, os fungos e, mais frequentemente, os insetos que sugam a seiva da planta. O pólen ou as sementes de uma planta infectada podem disseminar a infecção para outras plantas. (TORTORA, 2012)	A transmissão pode ser feita por um vetor, como um inseto, fungo ou verme nematódeo. Pode ocorrer também através do pólen, das sementes ou por difusão mecânica.	1	1	1,00	LD2
Total		3	3	1,00	

6.4. DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS

No que diz respeito aos conteúdos relativos à saúde humana, foram analisadas as abordagens de doenças humanas causadas por vírus com relação ao agente causador, células/tecidos infectados, sintomas, transmissão e tratamento de cada doença. Foram selecionadas para a análise: (1) AIDS, (2) dengue, zika e chikungunya, (3) febre amarela, (4) gripe e resfriado, (5) raiva e (6) poliomielite. As doenças foram escolhidas com base no número de livros didáticos em que aparecem e com relação à relevância da doença nos dias atuais.

Dos quatro livros analisados, três trazem informações e discussões sobre várias doenças conhecidas e importantes do ponto de vista biológico e social. Já LD1, trata somente da AIDS, sem dar muito enfoque na doença em si, mas sim no vírus causador. De modo geral, LD2 foi o livro analisado com o maior número de doenças abordadas e com a adequação dos conteúdos mais próxima às referências utilizadas (TORTORA, 2012; TRABULSI, 2008). Além da melhor abordagem do conteúdo, LD2 também possui o maior número de textos e informações complementares, em forma de *boxes* e atividades sugeridas. Em LD3, apesar de haver muitas simplificações e abordagens superficiais, o livro se mostrou o mais atualizado em relação às doenças com maior ocorrência e relevância nos dias atuais, mesmo apresentando distanciamentos verticais e horizontais quando ao conteúdo das doenças (QUADRO 7 e 8).

6.4.1. AIDS

Em relação à Síndrome da Imunodeficiência Adquirida, a referência (TORTORA, 2012, p. 539-548) apresenta uma contextualização histórica e explora a origem da doença, antes de abordar com mais atenção a infecção pelo vírus HIV, estrutura do vírus, métodos diagnósticos, transmissão do vírus e a prevenção e o tratamento da doença. A referência ainda fornece uma

discussão sobre o panorama da doença no mundo e ressalta a importância da pesquisa científica.

O conteúdo está presente nos quatro livros didáticos analisados, porém de formas distintas. Três, dos quatro livros apresentaram esquemas ilustrativos do ciclo reprodutivo do vírus da AIDS, com exceção do LD3.

Em LD1, o foco é no vírus HIV e em seu ciclo de replicação no interior do linfócito. O livro praticamente não aborda os aspectos da doença, apenas citando a principal consequência pela infecção do vírus, como visto no trecho

O HIV, vírus causador da Aids, é um retrovírus bem conhecido, que tem alta especificidade, pois ataca apenas os linfócitos T do tipo CD4, células diretamente relacionadas à defesa imunológica. (LD1, p. 68, grifo do autor)

Já nos livros LD2, LD3 e LD4, o enfoque é dado à doença e às características da mesma. O LD2 foi o livro que mais apresentou conteúdo com relação à AIDS, explorando todos os aspectos da síndrome, desde a infecção pelo vírus, principais sintomas, forma de transmissão, prevenção e tratamento. O livro também traz as características do vírus quanto à sua estrutura e replicação. Com relação à adequação do conteúdo, o LD2 mostrou-se o mais próximo da referência utilizada.

Em LD3, a abordagem da doença é bem simplificada e resumida em relação à referência, com pouco enfoque técnico e sem aprofundamentos. O LD4 também trata da síndrome com bastante atenção e fidelidade à referência, sendo o único livro a abordar um breve histórico e da causa da disseminação da doença

Entre outros fatores, a explosão demográfica, as migrações para as cidades e a reutilização de agulhas contaminadas teriam espalhado o vírus pelo continente africano. A partir da década de 1970, a agressividade do vírus aumentou, espalhando-se rapidamente pelo mundo por meio de relações sexuais desprotegidas, do uso de drogas injetáveis com o compartilhamento de seringas e de transfusão sanguíneas. À medida que se espalhava, seu código genético sofria mutações e surgiam novas variedades do vírus. (LD4, p. 25)

Tanto em LD3, quanto em LD4, há uma breve contextualização social com relação à doença. Em LD3, é apresentado um *box* que aborda o

preconceito que existe com pessoas com AIDS em sociedades. Já em LD3, os autores ressaltam que a disseminação da AIDS, assim como de outras doenças, é influenciada não apenas por fatores biológicos, mas também por fatores sociais e culturais, que devem ser explorados em outras disciplinas, como Sociologia.

Não foram observados distanciamentos horizontais, porém todos os livros apresentaram simplificações quanto aos conteúdos da causa da doença, início e consequência da infecção e forma de transmissão (QUADRO 7).

6.4.2 Dengue, Zika e Chikungunya

A dengue é abordada em três dos quatro livros analisados. Os três livros, abordam a doença de forma breve, porém com informações fiéis às referências (TORTORA, 2012, p. 658 – 659; TRABULSI, 2008, p. 714-717), abrangendo a forma de transmissão, prevenção, sintomas da dengue clássica e da hemorrágica e tratamento da doença.

Uma informação contida em LD2 e LD4 que pode levar ao erro ao se tratar do conhecimento comum, é que o agente causador da dengue é transmitido pela picada de mosquitos da espécie *Aedes aegypti*, porém nenhum deles cita que a doença também é transmitida por outra espécie em outros países, como a referência traz

De grande preocupação para os profissionais de saúde é que o *A.albopictus* é conhecido, até agora, por transmitir as febres chikungunya e a dengue). (TORTORA, 2012, p. 658)

Em LD2, a dengue é abordada juntamente com a febre amarela (discutida em breve), por serem transmitidas pelo mesmo vetor. Em LD4, a dengue é abordada sozinha e o livro ainda traz a origem e significado do nome da doença. Em LD3, dengue é abordada juntamente com as doenças Zika e Chikungunya, único livro a tratar destas últimas duas. O conteúdo, apesar de breve, mostrou-se de acordo com as referências (TORTORA, 2012, p. 658 – 659; TRABULSI, 2008, p. 714-717).

6.4.3 Febre amarela

A doença febre amarela também é abordada em LD2, LD3 e LD4. De forma geral, não foram observados simplificações do conteúdo significativas, não havendo então distanciamentos verticais.

Como já mencionado, em LD2, a doença é discutida juntamente com a dengue, em função de ambas apresentarem o mesmo vetor principal de transmissão, o mosquito *Aedes aegypti*, porém com bastante fidelidade às referências (TORTORA, 2012, p. 658-659; TRABULSI, 2008, p. 712-714). Em LD3 e LD4, febre amarela é abordada sozinha e de maneira bem breve, com foco nos sintomas e prevenção da doença.

Em LD2, são mencionados três cientistas que atuaram na erradicação da forma urbana de transmissão da doença, fazendo uma breve contextualização histórica e valorizando a atuação de pesquisadores, como mostrado no trecho abaixo

Diversos cientistas de todo o mundo participaram dos esforços para a erradicação da forma urbana de transmissão, devendo-se destacar a atuação de três brasileiros: Emílio Ribas, Adolfo Lutz e Osvaldo Cruz. (LD2, p. 46)

Além de a doença ser tratada superficialmente, em LD3, a única forma de prevenção à febre amarela mencionada, é a vacinação, sendo que é de amplo conhecimento que existem outras formas de prevenção, como visto na referência

Outras medidas de controle, em áreas urbanas infestadas com o *A. aegypti*, consideradas de risco para reurbanização da febre amarela, incluem a eliminação de locais de criação dos mosquitos, aplicação de inseticidas e outras medidas para o controle deste vetor. (TRABULSI, 2008, p. 714)

6.4.4 Gripe e resfriado

As doenças gripe e resfriado aparecem nos livros LD3 e LD4 agrupadas, enquanto em LD2 gripe é abordada isoladamente e resfriado aparece agrupado com outras doenças. No que diz respeito ao conteúdo em relação à referência

(TORTORA, 2012, p. 692-695), não há distanciamentos verticais em nenhum dos livros, apesar de haver simplificações do conteúdo. Porém, há uma informação que da maneira que foi apresentada em LD4, pode levar ao erro quando se trata do conhecimento comum. A referência coloca o seguinte

Os vírus do gênero *Influenza* consistem em oito segmentos distintos de RNA. (TORTORA, 2012, p. 692)

Já o LD4, traz a palavra *influenza* se referindo ao nome da doença, e não ao gênero (que na referência é apontado como *Influenza* ou *Influenzavirus*) como pode ser visto no trecho abaixo

A gripe, também chamada de *influenza* (nome da origem latina e que significa 'influência', pois, no século XIV, achava-se que ela surgia por influência dos corpos celestes), é causada por variedades de vírus do gênero *Influenzavirus*. (LD4, p. 23)

Em LD4, é afirmado que uma forma de prevenção à gripe, é a vacinação, porém não é comentado a taxa de eficácia e é dito que a vacina oferece proteção de cerca de um ano. Já na referência (TORTORA, 2012, p. 694), é encontrada essa informação da seguinte maneira

As vacinas costumam ser 70 a 90% efetivas, mas a duração da proteção provavelmente não é maior que três anos para aquela linhagem. (TORTORA, 2012, p. 694)

Em LD2, a gripe é tratada de forma mais abrangente que nos demais livros. Há um esquema ilustrativo simplificado que representa a replicação do vírus em uma célula hospedeira. Também é feita uma comparação entre a gripe normal e as gripes aviária e suína, com esquemas e tabelas. Já o resfriado, encontra-se agrupado com poliomielite (discutida em breve) e hepatite A, pois as três doenças são causadas por vírus da mesma família, Picornaviridae.

Em LD3 e em LD4, há contextualização histórica sobre a gripe espanhola, contendo em ambos os livros uma foto da época em questão, sendo abordado um breve histórico da doença no Brasil e suas consequências.

6.4.5 Raiva

A raiva é tratada em dois dos quatro livros, estando presente em LD2 e LD3. Em LD2, há um esquema ilustrativo (Figura 6) representando o trajeto do vírus após a mordida de um animal portador infectado, apontando também os tecidos e células afetados e suas consequências. Este esquema é muito semelhante ao esquema ilustrativo da referência (Figura 7) (TORTORA, 2012, p. 622-624), o que ajuda a concluir que o LD2 é o livro com a adequação do conteúdo mais próxima à referência neste caso.

LD2 não apresenta distanciamentos verticais nem horizontais, já em LD3 foi possível identificar dois distanciamentos horizontais. No trecho de LD3,

O vírus causador da raiva é da família *Rabdo*vírus. Essa doença é transmitida ao ser humano por meio da mordida ou lambedura de algum mamífero infectado, sendo o cachorro e o morcego os animais com maior índice registrado de transmissão do rabdo vírus. (LD3, p. 34)

é dito que a transmissão da raiva pode ser feita através da lambedura de animais infectados; apesar da informação não estar errada, ela pode ser interpretada de forma errônea, ao levar o leitor a achar que irá contrair a doença imediatamente se for lambido por algum animal infectado. Além deste distanciamento horizontal, o mesmo trecho apresenta outro erro, ao afirmar que o vírus causador da raiva é pertencente à família *Rabdo*vírus, quando na referência está que o vírus causador da doença é na verdade pertencente à família *Rhabdo*viridae (TORTORA, 2012, p. 376, tabela 13.2).

FIGURA 6 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DO TRAJETO DO VÍRUS DA RAIVA APÓS INFECÇÃO HUMANA PELA MORDIDA DE UM ANIMAL INFECTADO APRESENTADO EM LD2.

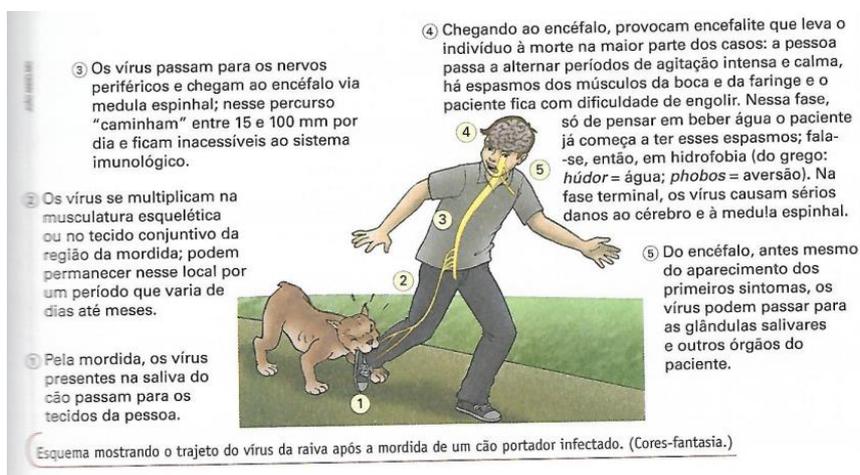


FIGURA 7 – ESQUEMA ILUSTRATIVO DA PATOLOGIA DA INFECÇÃO PELA RAIVA APÓS MORDIDA DE UM ANIMAL INFECTADO APRESENTADO NA REFERÊNCIA.



Figura 22.12 Patologia da infecção pela raiva.

FONTE: TORTORA, 2012, p. 623.

6.4.6 Poliomielite

Poliomielite é tratada em dois dos quatro livros analisados. Em LD2 a doença é encontra-se agrupada com outras duas doenças, o resfriado e hepatite A, como já mencionado, por conta de as três doenças serem causadas por vírus da família Picornaviridae. Já em LD4, a doença é abordada bem brevemente e isolada.

Em LD2, não foram observadas nenhuma simplificação do conteúdo significativa ou erros conceituais. Em LD4, foi identificado um exemplo de distanciamento horizontal, onde o livro didático afirma de maneira muito generalizada que o vírus causador da poliomielite ataca as células na parte cinzenta da medula, já a referência (TORTORA, 2012, p. 620-622) especifica que

Se a viremia for persistente, o vírus penetra as paredes dos capilares e entra no SNC. Uma vez no SNC, o vírus apresenta uma alta afinidade pelas células nervosas, particularmente os neurônios motores na parte superior da medula espinal. (TORTORA, 2012, p. 621)

QUADRO 7 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
A causa da Aids é retrovírus conhecido como vírus da imunodeficiência humana (HIV). Ele tem duas fitas idênticas de RNA, a enzima transcriptase reversa e um envelope de fosfolípídeo. (TORTORA, 2012)	A AIDS é causada pelo vírus HIV.	1	4	0,25	LD3
O HIV geralmente é disseminado pelas células dendríticas, as quais capturam o vírus e o carregam consigo para os órgãos linfoides, onde o vírus entra em contato com as células de defesa do sistema imune, em especial células T ativadas, e estimula uma forte resposta inicial. A fixação à célula-alvo depende da combinação da glicoproteína espicular (gp120) com o receptor CD4+. Aproximadamente 65000 desses receptores são encontrados em cada célula T CD4+ auxiliar, que é o principal alvo da infecção por HIV. (TORTORA, 2012)	A infecção pelo HIV começa quando proteínas do envelope viral (glicoproteico) se unem às proteínas receptoras CD4 dos linfócitos T, relacionadas ao sistema imunológico humano. O vírus ataca principalmente as células T CD4+, também chamadas de linfócito auxiliar ou auxiliador.	3	4	0,75	LD1 LD2 LD4
Bilhões de células T CD4+ podem ser infectadas em algumas semanas. As respostas imunes e menos células não infectadas como alvo depletam bruscamente os número virais no sanguíneo dentro de semanas. Os números de células T CD4+ diminuem constantemente. Há poucos sintomas graves da doença, mas um declínio da resposta imune pode se tornar aparente pelo aparecimento de infecções persistentes pela levedura <i>Candida albicans</i> , que podem aparecer na boca, na garganta ou na vagina. Leucoplaquia oral, ocasionada pela reativação dos vírus Epstein-Barr latentes, herpes zoster e outras indicações da diminuição da imunidade podem aparecer. (TORTORA, 2012)	A infecção pelo HIV leva a uma grande redução dos linfócitos T, comprometendo a defesa do sistema imune do indivíduo, deixando-o susceptível a outras doenças e infecções.	3	4	0,75	LD2 LD3 LD4

Conclusão. QUADRO 7 – DISTANCIAMENTOS VERTICAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Vertical		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
A transmissão do HIV requer a transferência ou o contato direto com os fluidos do organismo infectado. Os mais importantes são o sangue, que contém de 1000 a 100000 vírus infecciosos por mililitro, e o sêmen, que contém cerca de 10 a 50 vírus por mililitro. As vias de transmissão do HIV incluem contato sexual íntimo, leite materno, infecção transplacentária do feto, agulhas contaminadas com sangue, transplante de órgãos, inseminação artificial e transfusão de sangue. (TORTORA, 2012)	O HIV pode ser transmitido através de relações sexuais sem o uso de preservativos, pelo compartilhamento de seringas e uso de materiais cortantes contaminados pelo vírus. O vírus pode ser transmitido também pela transfusão de sangue contaminado e de mulheres infectadas para o feto durante a gestação.	3	3	1,00	LD2 LD3 LD4
As doenças dengue e chikungunya são transmitidas principalmente pelo mosquito <i>Aedes aegypti</i> , mas também podem ser transmitidas pelo mosquito <i>Aedes albopictus</i> . (TORTORA, 2012; TRABULSI, 2008)	O vírus da dengue, no Brasil, é transmitido pela picada do mosquito <i>Aedes aegypti</i> .	1	3	0,33	LD4
Total		11	18	0,61	

QUADRO 8 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Horizontal		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Os vírus do gênero <i>Influenza</i> consistem em oito segmentos distintos de RNA. (TORTORA, 2012)	A gripe, também chamada de <i>influenza</i> , é causada por variedades de vírus do gênero <i>Influenzavirus</i> .	1	3	0,33	LD4
As vacinas costumam ser 70 a 90% efetivas, mas a duração da proteção provavelmente não é maior que três anos para aquela linhagem. (TORTORA, 2012)	No caso da gripe, a vacina oferece uma proteção limitada, de cerca de um ano.	1	2	0,50	LD4

Conclusão. QUADRO 8 – DISTANCIAMENTOS HORIZONTAIS REFERENTES AO CONTEÚDO DE DOENÇAS VIRAIS QUE ACOMETEM HUMANOS ENCONTRADOS ENTRE OS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS E A REFERÊNCIA (N_D = número de distanciamentos encontrados; T_C = número total de ocorrência do conteúdo; F_D = frequência de ocorrência do distanciamento em relação ao número total de ocorrência do conteúdo; L = livros onde os distanciamentos estão presentes).

Distanciamento Horizontal		Ocorrência nos livros didáticos			
Conhecimento da referência	Conhecimento no LD	N_D	T_C	F_D	L
Os sintomas descritos da chikungunya são febre alta e severa e dores articulares intensas, principalmente nos pulsos, dedos e tornozelos. (TORTORA, 2012)	Os sintomas de dengue, chikungunya e zika são febre alta, dor no fundo dos olhos, vermelhidão na pele, coceira e distúrbios gástricos.	1	1	1,00	LD3
As doenças dengue e chikungunya são transmitidas principalmente pelo mosquito <i>Aedes aegypti</i> , mas também podem ser transmitidas pelo mosquito <i>Aedes albopictus</i> . (TORTORA, 2012; TRABULSI, 2008)	A dengue é transmitida pelo mosquito <i>Aedes aegypti</i> .	1	3	0,67	LD2
A prevenção e controle da febre amarela é feita através de vacinação, eliminação de locais de criação do mosquito transmissor, uso de repelentes e inseticidas. (TORTORA, 2012; TRABULSI, 2008)	A prevenção da febre amarela é realizada por meio da vacinação.	1	3	0,33	LD3
O vírus causador da raiva é um lyssavírus da família <i>Rhabdoviridae</i> . (TORTORA, 2012)	O vírus causador da raiva é da família Rabdovírus.	1	3	0,33	LD3
A raiva é transmitida através da mordida de um animal infectado. (TORTORA, 2012)	A raiva é transmitida através da lambadura e da mordida de um mamífero infectado.	1	3	0,33	LD3
Se a viremia (vírus no sangue) for persistente, o vírus penetra as paredes dos capilares e entra no SNC. Uma vez no SNC, o vírus apresenta uma alta afinidade pelas células nervosas, particularmente os neurônios motores na parte superior da medula espinal. (TORTORA, 2012)	O vírus causador da poliomielite ataca as células na parte cinzenta da medula.	1	2	0,50	LD4
Total		8	20	0,4	

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito do presente trabalho consistiu em analisar não somente a veracidade das informações veiculadas no tema Virologia em livros didáticos do Ensino Médio, mas principalmente identificar os distanciamentos verticais e horizontais a fim de avaliar de que maneira esses conhecimentos encontram-se adaptados em relação aos conhecimentos científicos disponíveis na esfera acadêmica.

Durante a transformação do saber acadêmico para o saber escolar, verificou-se uma redução significativa de informações referentes ao tema Virologia, sendo observadas simplificações em todos os conteúdos analisados. Entretanto, apesar de simplistas, a grande maioria das obras apresenta conceitos que não induzem a erros. Na grande maioria dos casos, as simplificações identificadas consistiram em distanciamentos verticais, necessários à compreensão do estudante da faixa etária à qual os livros se destinam. Porém, em alguns casos verificou-se também a presença de distanciamentos horizontais, em que a simplificação das informações levou a erros conceituais ou incorreções, como no caso do conteúdo de Multiplicação viral, em que uma das obras (LD4) não menciona a possibilidade de dois ciclos de replicação de bacteriófagos. Tais distanciamentos podem interferir no processo de aprendizagem, fazendo com que os alunos adquiram um conhecimento equivocado (BATISTA, CUNHA & CÂNDIDO, 2010).

Outro aspecto a ser discutido consiste na desconexão entre os diferentes assuntos que fazem parte do tema Virologia. Na maioria das obras, os assuntos são tratados de maneira isolada, sem haver relação entre eles ao longo do livro. Não são mencionados, por exemplo, os componentes virais descritos no item de Estrutura Viral que participam do processo de adesão durante a replicação do vírus. Além disso, observou-se também em todas as obras a presença dos processos de despersonalização, descontextualização, descontextualização e naturalização do saber, os quais podem ocorrer em decorrência da transposição didática (BATISTETI et al., 2010). Os conhecimentos apresentados em todos os livros analisados mostram-se desvinculados de suas origens e separados de sua construção histórica no

contexto do conhecimento científico de referência, além de serem apresentados como conceitos definitivos e incontestáveis. Somente no conteúdo de Doenças Virais que Acometem Humanos observou-se contextualização do conhecimento ao longo das descrições das doenças da AIDS, febre amarela e gripe, em que foram feitas relações das doenças com o contexto da sua descoberta, episódios de surtos e erradicação de alguma das formas de transmissão.

De modo geral, predominam aspectos positivos, de modo que as obras analisadas não apresentam erros graves no que se refere aos conteúdos de Virologia analisados nesse trabalho.

É importante ressaltar que a presente pesquisa, além de qualitativa, caracteriza-se por um estudo epistemológico, de modo que os julgamentos envolvidos nas análises e seus resultados estão associados ao olhar das autoras responsáveis pela investigação, o qual encontra-se inserido em uma esfera de conhecimento particular (FRANZOLIN, 2007).

Ainda assim, este trabalho representa uma importante contribuição no que se refere à qualidade dos materiais utilizados nas salas de aula brasileiras. A identificação de distanciamentos horizontais em todas as obras reforça a importância de uma escolha consciente dos livros didáticos e principalmente do papel do professor em sala de aula de estar atento às distorções do conhecimento científico nessas obras. Diante da importância dos livros didáticos e de seu papel central na determinação dos conteúdos a serem ensinados nas escolas brasileiras, faz-se fundamental o exercício da vigilância epistemológica defendida por Chevallard (1985), de modo que os professores sejam capazes de identificar tais distanciamentos e oferecer aos alunos conhecimentos mais próximos daqueles cientificamente conhecidos, para que não ocorram equívocos na interpretação e significação conceitual durante o processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRANIONI, N. T. A Teoria da Transposição Didática e o Processo e Didatização dos Conteúdos Matemáticos. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 1, n. 1. 2001.
- ALVES FILHO, J. P.; PIETROCOLA, M., e PINHEIRO, T. de F. A eletrostática como exemplo de transposição didática. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC. p.77-99. 2001.
- AMARAL, I. A. do. Os fundamentos do ensino de Ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (orgs.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.
- BARBOSA, H.R.& TORRES, B.B. **Microbiologia Básica**. Ed. Atheneu, 1999.
- BATISTA, M. V. A.; DA SILVA CUNHA, M. M.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 145. 2010.
- BATISTETI, C. B.; DE ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. Os experimentos de Griffith no ensino de biologia: a transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 83. 2010.
- BODGAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- BOLIGIAN, L.; ALMEIDA, R. D. **A transposição didática do conceito de território no ensino de Geografia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental (SEF). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução**. Brasília, DF: SEF, 1998a.
- BROCK, T.D., MADIGAM, M.T.; MARTINKO, J.M. & PARKER, J. **Biology of Microorganisms**. 8th ed., Ed. Prentice Hall, 1997.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna?. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 387-404. 2016.
- CARNEIRO, M. H. da S.; MOL, W. L. P. dos S. G. de S. LIVRO DIDÁTICO INOVADOR E PROFESSORES: UMA TENSÃO A SER VENCIDA. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 101-113, agosto 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172005000200101&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 agosto 2018.

CARVALHAL, M. L. **A microbiologia no processo ensino-aprendizagem**. São Paulo: SBM. 2000.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1985.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Paris: La Pensee Sauvage, 1991.

DELIZOICOV ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DOMINGUINI, L. A Transposição Didática como intermediadora entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. **Revista Eletrônica de Ciências e Educação**, Campo Largo, v.7, n.2. 2008.

FERREIRA, H. R. Reflexões sobre a escolha do Livro Didático. **Revista de Ciências da Educação**, n. 3, p. 187-199. 2000.

FRANZOLIN, Fernanda. **Conceitos de biologia na educação básica e na academia: aproximações e distanciamentos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

JARDIM, L. M.; CARMARGO, S.; ZIMER, T. T. B. **Transposição didática no ensino de ciências: diferentes olhares**. Trabalho apresentado no EDUCERE, XII Encontro Nacional de Educação, Curitiba 2015.

KARAS, M. B.; SANTO HERMEL, E. do E. O conteúdo sobre vírus nos livros didáticos de ciências. **Revista da SBEnBio**, n. 9, 2016.

LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar: ciência e cotidiano. In: EdUERJ, 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 1999, p. 236.

MAFFIA, A. M. C.; et al. Livro didático de Ciências: o real e o idealizado em sua seleção. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA – EPEB, 8., 2002, São Paulo. Anais... São Paulo, 2002.

MENEZES, M. **Investigando o Processo de Transposição Didática Interna: o caso dos quadriláteros**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós Graduação em Educação Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. No prelo.

OSSAK, A. L. **Professor, aluno e livro didático em aulas de ciências: análise retórica dos argumentos didáticos**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.

PELCZAR, M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia - Conceitos e Aplicações**. 2a. ed. Vol I e II, Makron Books Ed. Ltda, 1997.

PERRELLI, M. A. de S.; LIMA, A. de A. de.; BELMAR, C. C. A escolha e o uso do livro didático pelos professores da área de Ciências Naturais e Matemática:

as pesquisas que abordam essa temática. **Revista Série-Estudos**, Campo Grande, n. 35, p. 241-261. 2013.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 29-48. 2010.

SANDRIN, M. de F. N.; PUORTO, G.; NARDI, R. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. **Investigações em ensino de ciências**, v. 10, n. 3, p. 281-298. 2016.

SCHROEDER, E.; TOMIO, D.; AVANCINI, T.; OSÓRIO, T.; WEINGAERTNER, D.. Contribuições do Livro Didático de Biologia para a Educação Científica na escola. In: Anais III Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO). Ijuí, 2008.

SILVA, R.; FRENEDOZO, R. C. Transposição didática do ciclo do nitrogênio em livros didáticos do ensino médio. In: VII ENPEC, 2009, Florianópolis. VII ENPEC. Florianópolis SC, 2009. p. 1-10.

SILVA, S. N.; SOUZA, M. L.; DUARTE, A. C.. O professor de ciências e sua relação com o livro didático. In: Teixeira, P. M. M.; Razera, J. C. C. R. (Orgs.). **Ensino de ciências: pesquisas e pontos em discussão**. Campinas: Komedi, p. 147-166, 2009.

SILVA, M. A. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 37, n. 3, 2012.

SILVA, R. M.; TRIVELATO, S. L. F.. Os livros didáticos de Biologia do século XX. In: Anais VII Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia". (EPEB). São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2000.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio. In: **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Londrina, 2006.

TEIXEIRA, A.; KRAPAS, S. Reflexões sobre a transposição didática da lei de Coulomb. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra, p.1-5, 2005. Disponível em: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA83refsob.pdf>. Acesso em: 2 maio 2015.

TORTORA, G.T.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**, ARTMED, Porto Alegre, 2000.

TRABULSI, L.R. **Microbiologia**. 3ª. ed., Ed. Atheneu, 2008.

VERRET, M. **Le temps des etudes**. Paris: Librairie Honore Champion, 1975.

Wuo, W. **A física ensinada e a cultura: uma análise relacional do conhecimento de física em escolas públicas de ensino médio**. Tese (Doutorado em Educação: História, Política e Sociedade). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2005.

XAVIER, M. C. F, FREIRE, A. de S. & MORAES, M. O. A Nova (Moderna) Biologia e a Genética nos Livros Didáticos de Biologia no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 3, p. 275-289. 2006.

ZAMBON, Luciana B. **Seleção e utilização de Livros Didáticos de Física em Escolas de Educação Básica**. 2012. 285f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

APÊNDICE 1 – BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M; DUNLAP, P.V.; CLARCK, D.P. **Microbiologia de Brock**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

TORTORA, G.T.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**, Porto Alegre: Artmed, 2012.

TRABULSI, L.R. **Microbiologia**. São Paulo, Atheneu, 2008.