

ANÁLISE DE CONTEÚDO DOS ENUNCIADOS SOBRE A PRIMEIRA LEI DE MENDEL EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

CONTENT ANALYSIS OF THE STATEMENTS ON MENDEL'S FIRST LAW IN BIOLOGY TEXTBOOKS

José Luís Schifino Ferraro

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/Faculdade de Biociências, jose.luis@pucrs.br

Resumo

O ensino de Genética no Ensino Médio, muitas vezes torna-se um tanto abstrato. Desconsiderando a série de cálculos probabilísticos realizados, alguns alunos enfrentam dificuldades relacionadas ao seu grau de abstração, pois ao não serem situados em termos conceituais, não conseguem interpretar corretamente as leis que regem a Genética Mendeliana. A partir disso, seu ensino parece estar reduzido a uma mecânica de calcular sem que estudantes percebam a relação entre as contas que executam e a teoria de fundamentação biológica. Considerando a interpretação das leis de Mendel como fundamental para compreensão dos casos que as envolvem e em sendo a análise de conteúdo uma metodologia que nos permite interpretar e analisar registros, o presente artigo se propõe a lançar mão desta ferramenta aplicando-a para análise de enunciados dessas leis em livros didáticos de Biologia. Ao analisar fragmentos textuais, percebeu-se uma regularidade que nos remete a uma base de repetição estrutural de sua composição, acrescidos de poucos e diferentes elementos complementando-os. O presente trabalho discute o quanto esses pequenos traços irregulares - que se diferenciam do texto (e do senso) comum na elaboração da releitura desses enunciados – podem contribuir significativamente para uma aprendizagem relacionada à primeira lei de Mendel.

Palavras-chave: Análise de conteúdo; Primeira lei de Mendel; Livros didáticos; Biologia.

Abstract

The teaching of Genetics in high school often becomes somewhat abstract. Disregarding the series of probabilistic calculations made, some students face difficulties related to their degree of abstraction, because by not being located in conceptual terms, they can not correctly interpret the laws governing the Mendelian genetics. From this, his teaching seems to be reduced to a mechanical calculating without students understand the relationship between accounts running and the theory of biological foundation. Considering the interpretation of Mendel's laws as fundamental to understanding cases that involve and being content analysis methodology that allows us to interpret and analyze records, this article intends to make use of this tool by applying it to set out analysis these laws in biology textbooks. By analyzing textual fragments, it was noticed a regularity that leads us to a structural repeat basis of its composition, plus a few different elements and complementing them. This paper discusses how these small irregular features - that differentiate the text

(and sense) common in the preparation of re-reading of these statements - can significantly contribute to learning related to the first law of Mendel.

Keywords: content analysis; Mendel's first law; textbooks; Biology.

Introdução

Existem muitas maneiras que podemos lançar mão para analisar registros escritos, fragmentos textuais, excertos de livros como o artigo em questão. Na escrita desse trabalho fez-se uma opção pela análise de conteúdo, pois a percepção sobre seu conjunto metodológico nos dá uma dimensão do que pode realmente estar contido – seja explícita ou implicitamente – em materiais de natureza linguística, icônica e semiótica (BARDIN, 2011, p.40). Nesse sentido, essa metodologia pode ser empregada em um sentido amplo de análise, principalmente no campo da educação, como por exemplo, no que foi proposto: analisar fragmentos de livros didáticos.

Segundo Weber (1985, p. 9) a análise de conteúdo consiste em “uma metodologia de pesquisa que utiliza um conjunto de procedimentos para produzir inferências válidas de um texto”. Ainda, segundo o próprio autor, tais inferências seriam sobre os emissores, a mensagem em si ou sua audiência. Ainda, Krippendorff (1980, p.21) descreve a análise de conteúdo como uma “técnica de pesquisa” que nos possibilita “produzir inferências replicáveis e práticas partindo dos dados em direção ao seu contexto”. Talvez, estas sejam duas definições que melhor descrevem a ideia de proposição deste artigo: a utilização do resultado dessa análise de conteúdo, das inferências relacionadas aos enunciados analisados, para transformação e o constante (re) pensar de uma prática que, no caso, diz respeito ao ensino de Genética no Ensino Médio.

Quando se trata desse tipo de análise que une duas pontas do conhecimento e vincula a Educação à especificidade de uma ciência dura como a Biologia, é impossível desvinculá-la de uma dimensão que é conceitual. Pedrancini *et al* (2007) contribuem:

Tomando como referência o ensino de Biologia, pesquisas sobre a formação de conceitos têm demonstrado que estudantes da etapa final da educação básica apresentam dificuldades na construção do pensamento biológico, mantendo idéias alternativas em relação aos conteúdos básicos desta disciplina, tratados em diferentes níveis de complexidade no ensino fundamental e médio (PEDRANCINI *et al.*, 2007, p.300).

No caso da Genética no Ensino Médio, os excessivos cálculos envolvendo probabilidade muitas vezes suprimem sua dimensão teórica e conceitual. Estudantes fazem cálculos e aplicam regras matemáticas, em alguns casos, sem saber bem o porquê o fazem. O afastamento da dimensão teórica compromete o aprendizado. Uma questão que envolva teoria, sobre a primeira lei de Mendel é encarada sempre como mais difícil do que a aplicação da lei em um cruzamento simples entre indivíduos híbridos (Aa x Aa). É preciso fazer com que os estudantes dominem antes – e mais - a teoria do que a mecânica numérica das contas matemáticas que apontam probabilidades de nascimentos.

Silveira e Amabis (2003) contribuem ao abordarem a pesquisa sobre o ensino de Genética e a “ausência de um conceito simplificado” relacionado a herança mendeliana:

[...] a pesquisa sobre ensino de Genética durante os anos setenta foi escassa. Contudo, um trabalho de investigação já apontava a inapropriada compreensão de probabilidade e a ausência de um conceito simplificado de herança mendeliana como obstáculos para o desenvolvimento de conceitos genéticos mais elaborados por estudantes da escola secundária (SILVEIRA; AMABIS, 2003, p.1).

De alguma forma poderíamos deixar de concordar diretamente com os autores no sentido dessa ausência conceitual. A “simplificação” deve ficar por conta do professor, sua disposição didática para elaborar metodologias e intervenções pedagógicas que permitam tal compreensão. Esse movimento - que envolve um planejamento bem elaborado de suas aulas - pode ser iniciado a partir do enunciado das próprias leis de Mendel, que tendem a ser reduzidas a uma frase e pouco exploradas em termos de conteúdo, daquilo que elas realmente têm e podem nos dizer.

Fabrizio *et al* (2006) ainda apontam que:

[...] um dos problemas mais frequentes no ensino da Biologia no EM, é o conteúdo de Genética, que exige do aluno conhecimentos prévios em diversas áreas, como: Biologia Molecular (estrutura das moléculas que organizam a estrutura e funcionamento da célula), Citologia (a qual deveria ser compreendida como Biologia Celular, compreendendo-se as diferentes etapas da vida de uma célula, ou seja, o ciclo celular e como os processos de Divisão Celular estão inseridos nesse contexto), Citogenética e fundamentos de raciocínio matemático (Frações, Probabilidades, Regra de Três) (FABRÍCIO *et al.*, 2006, p.4).

Talvez, esse seja exatamente um dos pontos nevrálgicos da discussão: dimensionar o ensino e o aprendizado de Genética em um contexto muito maior e mais amplo do que a própria Genética. De fato, é preciso estudá-la em uma perspectiva que necessita de uma construção de conhecimentos anteriores, prévios, como os citados acima, mas também é preciso ressaltar que os próprios enunciados das leis de Mendel podem ser utilizados para o resgate - ou até mesmo construção - desse conhecimento pela riqueza de conteúdo explícita e implícita neles contidos. As linhas que seguem mostram um pouco disso, dessa possibilidade.

A partir disso, e dos resultados encontrados na análise dos fragmentos dos livros didáticos que serão apresentados a seguir, este artigo foi elaborado. A ideia é que a partir dessa análise de conteúdo - da construção dos enunciados referentes à primeira lei de Mendel e da percepção de como estão estruturados em termos de conteúdo – o leitor interessado, principalmente professores de Biologia, possa (re) pensar a prática.

Ao fazer ver o quão importante é a teoria para a compreensão da execução de cálculos para resolução de problemas, esse estudo pode ser o mote para que o ensino de Genética possa contemplar com bases mais sólidas a dimensão teórico-reflexiva – neste caso, a partir do enunciado das leis de Mendel - tão importante e por muitas vezes relegada

e reduzida à resolução de testes de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) durante o curso do Ensino Médio.

Metodologia e análise de dados

Para análise dos dados que, no caso, se configuram como registros escritos, excertos retirados dos livros didáticos de Biologia selecionados - utilizados principalmente no curso do Ensino Médio por escolas da rede privada de ensino no Brasil -, foi empregada a análise de conteúdo a partir de Bardin (2011). Segundo a autora, a análise de conteúdo se constitui como “um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados” (PREFÁCIO).

A primeira fase da análise de conteúdo corresponde ao que Bardin denomina de pré-análise.

É a fase de organização propriamente dita. Corresponde a um período de intuições, mas tem por objetivos tornar operacionais e sistematizar as idéias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso de desenvolvimento das operações sucessivas em um plano de análise [...] Geralmente essa fase possui três missões: a escolha dos documentos a serem submetidos a análise, a formulação das hipóteses ou objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final (BARDIN, 2011, p.125).

Cabe ressaltar que a partir disso, nessa fase, os livros foram aleatoriamente selecionados e totalizam nove diferentes obras que podem ser encontradas facilmente nas listas de material escolar do Ensino Médio de escolas, principalmente da rede privada. Essa amostragem constituiu um *cluster* de fragmento sobre o qual foi realizada a análise de conteúdo (BAUER; GASKELL, 2014, p.197). A escolha desses nove títulos também contempla critérios de representatividade e exaustividade (BARDIN, 2011, p.126-127). A hipótese formulada a partir da leitura do material selecionado é a de que embora os enunciados tenham elementos regulares, que se repetem e que são essenciais à sua compreensão, está naquilo que se apresenta como “irregular”, em traços e variáveis que não aparecem na escrita de todos os autores que podem ser encontrados elementos que permitam uma maior e melhor compreensão do enunciado da primeira lei da genética mendeliana.

A exploração do material selecionado se inicia a partir de sua leitura, da identificação dos excertos que enunciam a primeira lei de Mendel. Estes fragmentos discursivos foram isolados de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Enunciados sobre a 1ª lei de Mendel retirados dos livros didáticos de Biologia.

Autores	Excertos dos enunciados sobre a 1ª lei de Mendel nos livros didáticos
A e M (AMABIS E MARTHO, 2006, p.591).	[...] cada característica hereditária é determinada por um par de fatores, herdados em igual quantidade da mãe e do pai [...] os fatores de cada par separam-se (Mendel usou o termo “segregam-se”) quando os indivíduos produzem gametas; se o indivíduo é puro quanto a determinada característica, todos os seus gametas terão o mesmo fator para aquela característica; se o indivíduo é híbrido, ele terá dois fatores e produzirá dois tipos de gameta, metade com o fator para um dos traços e metade com o fator para o outro.
C, S e C (CÉSAR; SEZAR; CALDINI, 2011, p.133).	Cada característica é condicionada por dois fatores (alelos). Eles se separam na formação de gametas, de maneira que cada gameta recebe apenas um fator do par.
JLS (SOARES, 1999, p.220).	Nas células somáticas os fatores hereditários (genes) encontram-se sempre aos pares. Mas durante a formação dos gametas, eles se separam, mostrando-se isolados ou segregados nestas últimas células.
LEC (CHEIDA, 2002, p.28).	Cada característica é determinada por um par de fatores que segregam na formação dos gametas, os quais são sempre puros [...] Os genes alelos segregam-se na formação dos gametas, um para cada gameta resultante.
NB (BIZZO, 2011, p.110-111).	Os fatores que determinam cada carácter são pares [...] Os pares de fatores se separam na formação dos gametas. Embora os fatores estejam aos pares nos indivíduos, eles viajam sozinhos nos gametas.
P, G e M (PEZZI; GOWDAK; DE MATTOS, 2010, p.509).	As conclusões de Mendel permitiram a formulação da primeira lei de Mendel ou lei da pureza dos gametas, segundo a qual cada característica é condicionada por um par de fatores ou de genes alelos, que se separam nos gametas, uma vez que eles são células haploides.
SL (LOPES, 2008, p.246).	Cada caráter é determinado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, indo apenas um dos fatores do par para cada gameta, que é, portanto, puro.
U e B (UZUNIAN; BIRNER, 2008, p.898).	Cada característica é determinada por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples.
WP (PAULINO, 2012, p.379).	As células somáticas contêm fatores (genes) aos pares, específicos para um determinado caráter; esses pares separam-se durante a formação dos gametas, de maneira que cada um dos gametas contém apenas um fator de cada par.

Legenda: **A e M** – Amabis e Martho; **C, S e C** – César, Sezar e Caldini; **JLS** – José Luís Soares; **LEC** – Luiz Eduardo Cheida; **NB** – Nélio Bizzo; **P, G e M** – Pezzi, Gowdak e Mattos; **SL** – Sônia Lopes; **U e B** – Uzunian e Birner; **WP** – Wilson Paulino. **Fonte:** Elaboração do autor.

Após a escolha dos fragmentos que enunciam a primeira lei de Mendel, cada um deles foi analisado e foram isoladas as *unidades de análise* ou *unidades de registro* de acordo com BARDIN (2011, p.131). Cabe ressaltar que tais unidades são oriundas do que se denomina de *unidades proposicionais*, “núcleos lógicos de frases” onde “proposições complexas são desconstruídas em núcleos na forma sujeito/verbo/objeto” (BAUER; GASKELL, 2014, p.198). Tal exercício consiste, basicamente, em desmembrar uma frase em várias outras. Tomando como referência o fragmento de Amabis e Martho (2006, p.591) apresentado na Tabela 1, podemos observar como se chegou às *unidades de registro*:

[...] cada característica hereditária é determinada por um par de fatores, herdados em igual quantidade da mãe e do pai [...] os fatores de cada par separam-se (Mendel usou o termo “segregam-se”) quando os indivíduos produzem gametas; se o indivíduo é puro quanto a determinada característica, todos os seus gametas terão o mesmo fator para aquela característica; se o indivíduo é híbrido, ele terá dois fatores e produzirá dois tipos de gameta, metade com o fator para um dos traços e metade com o fator para o outro (AMABIS; MARTHO, 2006, p.591).

Do fragmento acima, foram extraídas as seguintes *unidades de registro*: i) Cada característica hereditária é determinada por um par de fatores; ii) Os fatores são herdados do pai e da mãe em igual quantidade; iii) Os fatores segregam quando o indivíduo produz gametas; iv) Se o indivíduo é puro, todos os seus gametas terão o mesmo fator e; V) Indivíduos híbridos formarão gametas com fatores diferentes, metade com os traços de um fator, metade com os do outro.

Ainda, analisando outro fragmento - “cada característica é condicionada por dois fatores (alelos). Eles se separam na formação de gametas, de maneira que cada gameta recebe apenas um fator do par” - isolado do livro de César, Sezar e Caldini (p.133), temos as seguintes *unidades de registro*: i) Cada característica é condicionada por dois fatores; ii) Fatores são sinônimos de alelos; iii) Fatores se separam na formação dos gametas e; iv) Gametas possuem apenas um fator do par.

Utilizando estes dois fragmentos como exemplos, já se podem identificar tanto estruturas da base comum dos enunciados, quanto elementos que ~~que~~ marcam irregularidades, as diferenças na escrita de ambos. As unidades de registro, ao permitirem a fragmentação daquilo que se denomina de *unidade sintática* e que, segundo Bauer e Gaskell (2014, p.198), correspondem a “blocos sólidos naturais” como “capítulos em um livro; títulos; artigos ou frases” nos conduzem a um primeiro passo em direção ao estabelecimento de categorias, essenciais ao refinamento da análise.

O mesmo foi feito com os demais autores. O excerto foi fragmentado no sentido de se extrair o máximo de informação que o enunciado pode conter conforme está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de unidades de registro extraídas dos excertos que enunciam a 1ª lei de Mendel em livros didáticos de Biologia.

Autores	Unidades de registro isoladas dos excertos por autor(es)
A e M	<ul style="list-style-type: none"> - Cada característica hereditária é determinada por um par de fatores. - Os fatores são herdados do pai e da mãe em igual quantidade. - Os fatores segregam quando o indivíduo produz gametas. - Se o indivíduo é puro, todos os seus gametas terão o mesmo fator. - Indivíduos híbridos formarão gametas com fatores diferentes, metade com os traços de um fator, metade com os do outro.
C, S e C	<ul style="list-style-type: none"> - Cada característica é condicionada por dois fatores. - Fatores são sinônimos de alelos. - Fatores se separam na formação dos gametas. - Gametas possuem apenas um fator do par.
JLS	<ul style="list-style-type: none"> - Os fatores hereditários estão em células somáticas. - Os fatores hereditários estão aos pares. - Os fatores hereditários se separam na formação dos gametas. - Os fatores hereditários isolam-se nos gametas.
LEC	<ul style="list-style-type: none"> - Cada característica é determinada por um par de fatores. - Os fatores segregam na formação dos gametas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Os gametas são sempre puros. - Os genes alelos segregam na formação dos gametas.
NB	<ul style="list-style-type: none"> - Os fatores que determinam cada característica estão aos pares. - Os pares se separam na formação de gametas. - Os fatores estão sozinhos nos gametas.
P, G e M	<ul style="list-style-type: none"> - A primeira lei de Mendel é a lei da pureza dos gametas. - Segundo a lei cada característica é condicionada por um par de fatores. - O par de fatores constitui um par de genes alelos. - O par de fatores (genes alelos) segregam para os gametas. - Os gametas são células haploides.
SL	<ul style="list-style-type: none"> - Cada caráter é determinado por um par de fatores. - O par de fatores se separa na formação dos gametas. - Cada gameta formado é puro.
U e B	<ul style="list-style-type: none"> - Cada característica é determinada por dois fatores. - Os fatores se separam na formação dos gametas. - Os fatores ocorrem nos gametas em dose simples.
WP	<ul style="list-style-type: none"> - As células somáticas contêm fatores. - Fatores são sinônimos de genes. - Fatores são específicos para cada caráter. - Fatores segregam na formação dos gametas. - Em cada gameta se encontra um fator de cada par.

Legenda: **A e M** – Amabis e Martho; **C, S e C** – César, Sezar e Caldini; **JLS** – José Luís Soares; **LEC** – Luiz Eduardo Cheida; **NB** – Nélio Bizzo; **P, G e M** – Pezzi, Gowdak e Mattos; **SL** – Sônia Lopes; **U e B** – Uzunian e Birner; **WP** – Wilson Paulino. **Fonte:** Elaboração do autor.

Depois de isoladas as *unidades de registro*, de retiradas do corpus estrutural dos enunciados analisados é preciso categorizá-las. As categorias respeitam as regras da homogeneidade, exaustividade, exclusividade e da adequação (BARDIN, 2011, p.42). São homogêneas entre si, pois tratam especificamente de um mesmo tema, esgotam a totalidade do texto e, por isso, exaustivas; abarcam elementos textuais específicos que só podem ser inseridos em uma delas, portanto exclusivas e conduzem ao objetivo que nada mais é do que a verificação da hipótese proposta. Utilizou-se de critérios de codificação a partir das letras do alfabeto - de "A" a "G": categoria A, categoria B, categoria C, ..., categoria G (Tabela 3).

Tabela 3 – Categorias estipuladas a partir das *unidades de registro* oriundas da análise dos enunciados sobre a 1ª lei de Mendel.

Categoria estipuladas a partir das <i>unidades de registro</i>	Codificação das categorias
Relação do caráter com o número de fatores.	cat. A
Relação do par de fatores com a meiose.	cat. B
Caracterização da natureza da célula gamética.	cat. C
Localização dos fatores.	cat. D
Explicação e definição da sinonímia de termos conceituais.	cat. E
Relação dos fatores e especificidade do caráter.	cat. F
Origem dos fatores em relação à quantidade herdada.	cat. G

Fonte: Elaboração do autor.

Na sequência, a Tabela 4 mostra a incidência e a distribuição de categorias presentes por cada excerto nas obras dos autor(es) analisados.

Tabela 4 – Incidência das categorias distribuídas por autor(es) a partir das unidades de registro extraídas dos excertos que enunciam a 1ª lei de Mendel em livros didáticos de Biologia.

Autores	Categorias
A e M	Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Origem dos fatores em relação à quantidade herdada. (cat. G) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
C, S e C	Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Explicação e definição da sinonímia de conceitos. (cat. E) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
JLS	Localização dos fatores. (cat. D) Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
LEC	Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B)
NB	Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
P, G e M	Explicação e definição da sinonímia de termos conceituais. (cat. E) Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Explicação e definição da sinonímia de termos conceituais. (cat. E) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
SL	Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
U e B	Relação do caráter com o número de fatores. (cat. A) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)
WP	Localização dos fatores. (cat. D) Explicação e definição da sinonímia de termos conceituais. (cat. E) Relação dos fatores e especificidade do caráter. (cat. F) Relação do par de fatores com a meiose. (cat. B) Caracterização da natureza da célula gamética. (cat. C)

Legenda: **A e M** – Amabis e Martho; **C, S e C** – César, Sezar e Caldini; **JLS** – José Luís Soares; **LEC** – Luiz Eduardo Cheida; **NB** – Nélio Bizzo; **P, G e M** – Pezzi, Gowdak e Mattos; **SL** – Sônia Lopes; **U e B** – Uzunian e Birner; **WP** – Wilson Paulino. **Fonte:** Elaboração do autor.

É preciso ressaltar que nos enunciados pode haver repetição de algumas categorias. Isso se dá pelo fato de que o fragmento do enunciado faz mais de uma vez referência a ela, o que gerou *unidades de registro* que se enquadram na mesma categoria. Pode-se verificar melhor essa distribuição das categorias nos enunciados por autor(es) observando a Tabela 5.

Tabela 5 – Presença das categorias relacionadas à análise de conteúdo dos enunciados sobre a 1ª lei de Mendel distribuídas por autor(es).

	cat. A	cat. B	cat. C	cat. D	cat. E	cat. F	cat. G	n
A e M	1	1	2	0	0	0	1	4
C, S e C	1	1	1	0	1	0	0	4
JLS	1	1	1	1	0	0	0	4
LEC	1	2	1	0	0	0	0	3
NB	1	1	1	0	0	0	0	3
P, G e M	1	1	1	0	2	0	0	4
SL	1	1	1	0	0	0	0	3
U e B	1	1	1	0	0	0	0	3
WP	0	1	1	1	1	1	0	5
Σ	8	10	10	2	4	1	1	

Legenda: **A e M** – Amabis e Martho; **C, S e C** – César, Sezar e Caldini; **JLS** – José Luís Soares; **LEC** – Luiz Eduardo Cheida; **NB** – Nélio Bizzo; **P, G e M** – Pezzi, Gowdak e Mattos; **SL** – Sônia Lopes; **U e B** – Uzunian e Birner; **WP** – Wilson Paulino; **cat. A** – relação do caráter com o número de fatores; **cat. B** – relação do par de fatores com a meiose; **cat. C** – caracterização da natureza da célula gamética; **cat. D** – localização dos fatores; **cat. E** – explicação, definição e sinonímia de conceitos; **cat. F** – relação dos fatores com a especificidade do caráter; **cat. G** – origem dos fatores em relação à quantidade herdada; **Σ** – somatório da repetição por categoria em todos os enunciados (todos os autores); **n** – número total de categorias contempladas em cada enunciado por autor. **Fonte:** Elaboração do autor.

É possível, ainda, observar quantas vezes as categorias estipuladas aparecem – contabilizando suas repetições (Tabela 6) – nos fragmentos analisados como um todo, desconsiderando a divisão por autor(es).

Tabela 6 – Ocorrência total das categorias em todos os enunciados sobre a 1ª lei de Mendel analisados.

	cat. A	cat. B	cat. C	cat. D	cat. E	cat. F	cat. G	Σ_2
Σ_1	8	10	10	2	4	1	1	36
%	22	28	28	5	11	3	3	100

Σ_1 – somatório da repetição por categoria em todos os enunciados (todos os autores); **Σ_2** – somatório total da ocorrência das categorias e seus percentuais em todos os enunciados (todos os autores); % - relação porcentual da presença de cada categoria isolada nos enunciados analisados. **Fonte:** Elaboração do autor.

Resultados e discussão

A partir da análise de conteúdo que foi realizada tomando como referência os fragmentos textuais retirados dos livros didáticos de Biologia que tratam de enunciar a primeira lei de Mendel, pode-se perceber que a estrutura dos enunciados segue certa regularidade não pelo simples fato de todos tratarem sobre o mesmo tema (o que tornaria esse fato uma obviedade), mas por sua composição. É possível observar que os traços em que diferem são condicionados a dois acontecimentos. O primeiro deles é o fato de que alguns apresentam informações que os outros não apresentam e o segundo, se encontra na ênfase dada a cada categoria estipulada a partir das *unidades de registro* que podem ser observadas na Tabela 7).

Tabela 7– Presença das categorias e suas ênfases distribuídas por autor(es) a partir das unidades de registro extraídas dos excertos que enunciam a 1ª lei de Mendel em livros didáticos de Biologia.

AUTORES	CATEGORIAS						
	A	B	2C	-	-	-	G
A e M	A	B	2C	-	-	-	G
C, S e C	A	B	C	-	E	-	-
JLS	A	B	C	D	-	-	-
LEC	A	2B	C	-	-	-	-
NB	A	B	C	-	-	-	-
P, G e M	A	B	C	-	2E	-	-
SL	A	B	C	-	-	-	-
U e B	A	B	C	-	-	-	-
WP	-	B	C	D	E	F	-

Legenda: **A e M** – Amabis e Martho; **C, S e C** – César, Sezar e Caldini; **JLS** – José Luís Soares; **LEC** – Luiz Eduardo Cheida; **NB** – Nélio Bizzo; **P, G e M** – Pezzi, Gowdak e Mattos; **SL** – Sônia Lopes; **U e B** – Uzunian e Birner; **WP** – Wilson Paulino. **Fonte:** Elaboração do autor.

Como podemos perceber, as únicas categorias presentes em todos os enunciados analisados são a “B” e a “C” que correspondem, respectivamente, a “relação do par de fatores com a meiose” e à “caracterização da natureza da célula gamética”. Ainda, a categoria “B” é enfatizada no fragmento retirado do livro de Luiz Eduardo Cheida, enquanto a “C” aparece no excerto retirado de Amabis e Martho. Cabe lembrar que, basicamente, a relação com a meiose expressa por meio da categoria “B” está implícita na palavra “segregação”, presente em todos os enunciados por ser a palavra que melhor exprime a primeira lei de Mendel. Não há uma referência direta à meiose em nenhum deles. Isto faz com que muitas vezes, os alunos não consigam fazer a relação entre a primeira lei de Mendel e a meiose, pois quando se trabalha esse tipo de divisão celular se costuma situar o aluno em nível cromossômico sem utilizar o termo segregação (utilizam-se “separação dos cromossomos homólogos”, “separação das cromátides-irmãs”). Isto, talvez se deva ao fato de que os próprios textos dos livros nos capítulos sobre a meiose não costumam falar em “segregação” de fatores ou “genes” porque naquele momento o foco do conteúdo relacionado à Genética não é esse, neste caso o enfoque é cromossômico.

Com relação à categoria “C”, que corresponde à natureza da célula gamética, os enunciados não caracterizam exatamente o que é um gameta – o gameta como célula reprodutiva -, apenas fazem uma referência à sua haploidia e sua pureza. Apenas no fragmento de Pezzi, Gowdak e Mattos (2010) a palavra “haploide” aparece explícita. Nos outros a ideia é a de que cada fator segrega para um gameta, ou seja, o par que se separa não se apresenta mais aos pares nas células sexuais. Neste caso em específico, em não havendo referência direta, cabe ao professor auxiliar na compreensão da ploidia celular, fazendo uma distinção entre células somáticas e células gaméticas.

Outra categoria muito frequente nos textos (categoria A) diz respeito à “relação do caráter com o número de gametas”. A ideia de que cada característica é condicionada por um par de fatores ou genes, que exatamente encontram-se aos pares antes do evento da segregação. Essas três primeiras categorias (A, B,C) são a base da construção do

enunciado sobre a primeira lei de Mendel, aparecendo nos livros dos autores analisados com a frequência de 0,22; 0,28 e 0,28 ou seja 22%, 28% e 28% respectivamente.

A categoria “E” apareceu em 11% na construção dos enunciados, sendo enfatizada por Pezzi, Gowdak e Mattos (2010). Esta categoria refere-se à “explicação e definição da sinonímia de termos conceituais”. Em César, Sezar e Caldini (2011), há a explicação que a referência “fatores” pode ser lida como “alelos”. Não há uma explicação de nenhum dos termos, os autores apenas ressaltam o sinônimo. Ainda, em Paulino (2012), “fatores” podem ser lidos como “genes”. Essa é outra questão importante. O termo *alelo* é específico e designa genes que ocupam a mesma posição (mesmo locus gênico) em cromossomos homólogos (que pareiam). Existem genes que não são alelos, logo essa distinção deve ficar clara para os estudantes.

A categoria “D” é a segunda mais infrequente (5%). Ela refere-se à “localização dos fatores”. José Luís Soares (1999) e Wilson Paulino (2012) fazem referência à célula somática evidenciando que é nela que o par de fatores se encontra. Isto significa dizer (sem de fato dizer explicitamente) que trata de uma célula diploide, que nela, os fatores (genes) se encontram aos pares em um momento pré-meiótico, logo, pré-segregação. Ainda, os autores também dizem (sem dizer explicitamente) que ao receber uma cópia de cada fator ou gene, os gametas apresentam uma natureza haploide. Pode-se notar que informações estão contempladas, mas em uma leitura flutuante - principalmente por parte dos alunos - podem passar despercebidas, o que dificulta a compreensão e aprendizagem relacionadas ao enunciado da lei.

As categorias “F” e “G”, por sua vez, foram as mais infrequentes na estrutura dos enunciados sobre a primeira lei (3% cada). Elas fazem referência à “relação dos fatores e a especificidade do caráter” e à “origem dos fatores em relação à quantidade herdada”, respectivamente. Paulino (2012) fala na especificidade ao ressaltar que na primeira lei da genética mendeliana, um par de fatores é responsável por condicionar uma característica. Essa informação, nesse contexto, pode ser considerada uma irregularidade frente à construção dos outros, pois está presente em apenas um enunciado analisado. O mesmo ocorre para a categoria “G” em Amabis e Martho (2006) que são os únicos a se referirem explicitamente à origem dos fatores (genes) a partir da linhagem de progenitores - e as quantidades que cada um destes contribui - em uma referência implícita destas ao pareamento dos cromossomos (homólogos) e, portanto dos fatores ou genes (alelos) que pode ser verificado nas células somáticas.

Conclusão

A partir da análise de conteúdo sobre os enunciados referentes à primeira lei de Mendel nos livros didáticos de Biologia, pôde-se observar o quanto tais registros guardam em si a possibilidade de resgate não apenas de conteúdos prévios, como a meiose relacionada à ocorrência da segregação, ou as diferenças na ploidia entre uma célula somática e um gameta, mas também a configuração de tais construções como pontos de partida para um ensino de qualidade e uma aprendizagem significativa relacionada à Genética.

O enunciado da lei que rege os princípios da herança deve ser mais explorado pelos professores. A análise de conteúdo a partir dos fragmentos que foram isolados das obras escolhidas permitiu que uma série de conhecimentos – explícitos e implícitos - pudesse emergir de tais construções frasais, dos registros escritos que foram transformados em *unidades de registro* que, por sua vez fizeram aparecer categorias. Em assim sendo, partindo do enunciado da lei, se organizar uma proposta sistematizada e ordenada para o ensino de Genética que contemple um conjunto de saberes necessários à sua compreensão e significação.

Percebe-se, ainda, que alguns desses enunciados de estrutura comum conseguem atingir um determinado nível que nos possibilitaria um trabalho a partir de conteúdos mínimos essenciais à compreensão da herança mendeliana. Isso significa que poderíamos colocar o enunciado como ponto de partida do ensino do mendelismo e também demonstra o quanto algumas categorias são essenciais ao enunciado da lei. Por exemplo, consideramos que a presença das categorias A, B e C são o mínimo necessário para o entendimento dos eventos que marcam as condições determinadas pela primeira lei de Mendel. Seria impossível compreender a teoria sem considerar a “relação do caráter com o número de fatores” que o condiciona, a “relação do par de fatores com a meiose” e a “caracterização da natureza da célula gamética”, que por motivos de fecundação deve carregar apenas a metade da carga genética da célula somática que a originou.

Ainda, a categoria E (explicação e definição da sinonímia de termos conceituais) é necessária, pois ao operar com muitos conceitos, seria importante delimitar os termos que são considerados sinônimos, ampliando assim não apenas o grau de entendimento, mas também o vocabulário científico dos estudantes. Os “fatores” são sinônimos de “genes”, utilizado desde quando este último termo ainda não havia sido cunhado. A primeira lei de Mendel corresponde à lei da pureza dos gametas, pelo fato que um exemplar de cada par é isolado em cada gameta pós-segregação.

A localização dos fatores de acordo com a categoria “D” presente em apenas dois de todos os enunciados analisados pode ser o mote para que sejam retomados aspectos relacionados à posição dos genes nos cromossomos, algo que deve ter sido estudado previamente junto com a divisão celular, principalmente a meiose em sua relação com a transmissão da herança genética.

As categorias “F” (relação dos fatores e especificidade do caráter) e “G” (origem dos fatores em relação à quantidade herdada) também fazem diferença na compreensão do enunciado da primeira lei de Mendel. O entendimento de que, nesse contexto, cada par de fatores condiciona uma característica específica - e que tais fatores são herdados dos progenitores - permitem com que o professor utilize como exemplo do evento da fecundação e, anterior a ele, o da própria meiose, para ilustrar o processo: da segregação à (re) combinação, ao restabelecimento da diploidia pós-fusão de núcleos gaméticos.

Todo esse universo de possibilidades foi extraído de frases dos textos que tendem a aparecer em destaque nos capítulos dos livros didáticos de Biologia que tratam da Primeira Lei de Mendel. Esses fragmentos se encontram evidenciados, destacados, porque constituem, sintetizam o enunciado dessa lei ao mesmo tempo em que possuem também um conhecimento implícito, descortinado pelas categorias que emergiram de si a partir da

análise de conteúdo empregada. A metodologia possibilitou a elaboração de categorias em momento posterior ao isolamento das *unidades de registro*. Tudo leva a crer que sem esse outro olhar voltado para uma compreensão mais ampla dos fragmentos analisados, talvez, os enunciados em questão tendessem a permanecer pouco explorados o que implicaria em contínua perda de informação e da qualidade das aulas.

Essa evidência pode ser uma das explicações para as dificuldades de aprendizagem e significação voltadas à compreensão dos aspectos teóricos relacionados à Genética por parte dos estudantes, pois a relação com outros elementos do *corpus* de conhecimento permanecerá prejudicada e subaproveitada pelo simples fato de que a essência do discurso - o enunciado da lei que rege o fenômeno - geralmente é desconsiderado pela objetividade das questões que o próprio sistema educacional oferece aos nossos alunos.

Referências

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BAUER, Martin; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

BIZZO, Nelio. **Novas bases da Biologia: o ser humano e o futuro**. São Paulo: Ática, 2011.

CHEIDA, Luiz Eduardo. **Biologia Integrada**. vol. 3. São Paulo: FTD, 2002.

DA SILVA JÚNIOR, César; SASSON, Sezar; CALDINI JÚNIOR, Nélon. **Biologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

FABRÍCIO, Maria de Fátima de Lima; JÓFILI, Zélia Maria Soares; SEMEN, Luiza Suely Martins; LEÃO, Ana Maria dos Anjos Carneiro. A compreensão das leis de Mendel por alunos de biologia na educação básica e na licenciatura. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 1, p. 1-21, 2006.

KRIPPENDORF, Klaus. **Content analysis: an introduction to its methodology**. Londres: Sage, 1980.

LOPES, Sônia. **Bio**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

PAULINO, Wilson. **Biologia**. São Paulo, Ática, 2012.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana; CORAZZA-NUNES, Maria Júlia; GALUCH, Maria Terezinha Bellanda; MOIREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas; RIBEIRO, Alessandra Claudia. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

PEZZI, Antônio; GOWDAK, Demétrio; DE MATTOS, Neide Simões. **Biologia**. São Paulo: FTD, 2010.

SILVEIRA, Rodrigo Venturoso Mendes; AMABIS, João Mariano. **Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético**. Em: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, São Paulo, Bauru, 2003.

SOARES, José Luís. **Biologia**. 9. ed. São Paulo: Scipione, 1999.

UZUNIAN, Armênio; BIRNER, Ernesto. **Biologia**. 3. ed. São Paulo: HARBRA, 2008.

WEBER, Robert Philip. **Basic content analysis**. Beverly Hills, CA: Sage, 1985

Submissão:21/07/2015

Aceito:02/09/2016