

UMA LEITURA SOBRE A PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA PROBABILIDADE E SUAS APLICAÇÕES EM GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO

Ana Clara Santos Araújo¹
Carlos Alberto Raposo da Cunha²

Resumo: Partindo de uma perspectiva atual a respeito da organização do ensino médio, podemos perceber a relevância da interdisciplinaridade e da contextualização entre os componentes curriculares. Na tentativa de realizar uma leitura a respeito do desenrolar da integração entre os conteúdos, no ambiente escolar, utilizamos o Modelo dos Campos Semânticos (MCS) como referencial teórico para analisarmos como ocorre a produção de significados para tópicos de teoria das probabilidades em aulas de matemática e suas aplicações em genética durante aulas de biologia. Nossa pesquisa foi composta por três momentos: explicitação de características relevantes do MCS, análise de livros didáticos de matemática e de biologia do ensino médio e estudo de caso com professores de ambos os componentes curriculares. Nosso objetivo principal é fornecer um texto de referência para a análise de situações que ocorrem na prática docente, não só vinculando temas de matemática e de biologia, mas sim subsidiar questionamentos acerca de outras situações que possam ser trabalhadas de modo contextualizado ou interdisciplinar.

Palavras-chave: Probabilidade. Genética. Produção de Significados.

1 Introdução

Após a leitura da Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional, podemos observar indicações de que o currículo do ensino médio deve ser organizado de acordo com algumas diretrizes, de modo que

- I- destacará a educação tecnológica básica, compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;
- II- adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes; ([1], 1999, p. 46).

Por sua vez, as Diretrizes Curriculares Nacionais do ensino médio (DCNEM) sugerem uma organização curricular baseada em áreas do conhecimento: matemática, ciências da

¹Aluna de Mestrado Profissional em Matemática, Turma 2014
Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ
E-mail: anaclarabq@yahoo.com.br

²Orientador do Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento de Matemática e Estatística - DEMAT, UFSJ
E-mail: raposo@ufs.edu.br

natureza, linguagens e ciências humanas. De modo interno, tais áreas devem apresentar certa integração, o que pode implicar, no âmbito escolar, no aumento da inter-relação entre componentes curriculares e seus professores.

Já, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, há um reforço para essa situação, pois encontramos a afirmação na qual se define que

Ao propor a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos do processo produtivo, **a LDB insere a experiência cotidiana e o trabalho no currículo do Ensino Médio como um todo e não apenas na sua Base Comum**, como elementos que facilitarão a tarefa educativa de explicitar a relação entre teoria e prática. ([1],1999, p. 86).

Isso implica que o ensino deve ser desenvolvido com a finalidade de promover a formação de alunos capazes de desenvolver-se intelectualmente, por meio da estruturação do pensamento, agilização do raciocínio e construção de conhecimentos que possam ser aplicados em situações da vida cotidiana e profissional.

Essas inovações podem repercutir em mudanças na formação dos educandos, bem como da cultura escolar, deixando de ser rígida e fragmentada, por meio da valorização da interdisciplinaridade e da contextualização, não só vinculadas às áreas de conhecimento de modo interno, mas também viabilizando o diálogo entre as diferentes áreas.

Dentre os recursos de trabalho no ambiente escolar, destacamos o livro didático, por acreditarmos que o mesmo desempenha um papel direcionador de práticas em sala de aula, interferindo de maneira drástica no programa seguido anualmente pelo professor, se consolidando como um importante objeto em nossa investigação.

Porém, em contraste com as sugestões das DCNEM, podemos encontrar nos livros aprovados pelo MEC e distribuídos para as escolas públicas em 2015, algumas noções fragmentadas de conteúdos que poderiam ser trabalhados de modo interdisciplinar e contextualizado, como é o caso da teoria das probabilidades e suas aplicações em genética.

Nesse sentido, se torna viável analisar a possibilidade de interligação entre os componentes curriculares, baseados na fala de professores das áreas nas quais se relacionam determinados conteúdos e, para que isso ocorra, se torna importante no desenvolvimento deste artigo a escolha de um referencial teórico.

Segundo Lins

Os artigos em Educação Matemática estão recheados de frases envolvendo "conhecimento do aluno", "conhecimento matemático", e "significado", mas em quantos deles podemos encontrar uma discussão do que estas coisas querem dizer - ou mesmo uma indicação de teoria às quais o leitor deveria se referir para encontrar um ponto de vista adotado pelo autor atingido? Muito poucos, poucos demais, eu diria.([2], 1993, p. 77).

Sob a visão de uma teorização em Educação Matemática, Modelo dos Campos Semânticos, objetivamos discutir como podem ser lidas situações que acontecem em sala de aula de matemática e de biologia, a partir de temas que podem ser trabalhados de modo interdisciplinar, subdividindo nossa pesquisa em três momentos:

- i) estipulação de noções centrais do referencial teórico que foi adotado para a leitura dos processos de produção de significados envolvidos;
- ii) análise de livros didáticos de matemática e de biologia a respeito do assunto; e,
- iii) um estudo de caso com professores de ambas as disciplinas.

2 O Modelo dos Campos Semânticos

As primeiras noções referentes ao MCS surgiram no âmbito epistemológico, descritas na tese de doutorado de Lins, há 22 anos e, desde então, há pesquisadores que desenvolvem estudos em Educação Matemática e o utilizam como base teórica.

Epistemologia

... é a atividade humana que estuda as seguintes questões: (i) o que é conhecimento?; (ii) como é que o conhecimento é produzido?; e, (iii) como é que conhecemos o que conhecemos?([2], 1993, p. 77).

Apesar de caracterizado por muitos como um modelo epistemológico, Lins afirma que

...o MCS só existe em ação. Ele não é uma teoria para ser estudada, é uma teorização para ser *usada*.([3], 2012, p. 11).

Provê uma simples, ainda que poderosa, ferramenta para pesquisa e desenvolvimento na educação matemática (...) para guiar práticas de sala de aula e para habilitar professores a produzir uma leitura suficientemente fina, assim útil, do processo de produção de significados em sala de aula.([4], 2001, p. 59).

Nesse horizonte, podemos apontá-lo como uma teorização que nos permite ler e possivelmente compreender aspectos do processo de produção de significados, guiando nossas práticas no âmbito de qualquer disciplina.

Para iniciarmos nossa caracterização, descreveremos alguns elementos a respeito do processo de comunicação, uma vez que o mesmo deixa de ser pensado como um modo de transmissão de informações e sim caracterizado a partir do entrelaçamento entre as noções texto, autor e leitor.



Figura 1: [5], 1999, p.81

De acordo com a Figura 1, O AUTOR fala, produz uma enunciação e a direciona para UM LEITOR, por ele constituído.

O pontilhado está ali para indicar que é apenas na construção do autor que a "transmissão" existe, e o fato crucial é que toda enunciação deve ser dirigida a alguém, que chamarei de interlocutor.([5], 1999, p. 81).

Este não deve ser caracterizado como um ser biológico e sim cognitivo, ou seja, pode ser considerado como alguém que, quando falamos, nos dirigimos, mas não necessariamente se configura como o "outro".



Figura 2: [5], 1999, p.82

Já em conformidade com a Figura 2, podemos afirmar que O LEITOR, por sua vez, produz significado para um resíduo de enunciação e direciona a sua fala para o UM AUTOR,

constituído pelo Q LEITOR, ou seja, segundo o que Q LEITOR imagina que o UM AUTOR possivelmente estaria dizendo, é que Q LEITOR produz significado.

Podemos inferir, de acordo com o que foi exposto acima, que no decorrer do processo de comunicação há dois autores distintos, uma vez que Q LEITOR, quando fala se torna também Q AUTOR, ao produzir significado para o enunciado.

Ambos, Q AUTOR e Q LEITOR, objetivam a determinação de seus papéis e se vêem autorizados por um modo de produção de significados por cada um deles considerado autêntico.

O espaço comunicativo é então determinado a partir do momento em que se compartilham interlocutores, ou seja, a comunicação só é concretizada se ambos se colocarem de modo contínuo e alternante no lugar de Q AUTOR e de Q LEITOR, unindo as duas imagens de modo a descartar o pontilhado.

Uma vez elucidado como, para nós, ocorre o processo de comunicação, conduzimos, nesse momento, nossas caracterizações a um âmbito mais específico, onde esclareceremos alguns aspectos que determinam o que vem a ser conhecimento e significado, de acordo com o MCS.

Conhecimento, segundo Lins

é um par ordenado onde a primeira coordenada é *uma crença-afirmação* e a segunda coordenada é uma *justificação* para esta *crença-afirmação*, e um *Campo Semântico* é uma coleção de conhecimentos cujas justificações estão relacionadas a um mesmo *modelo nuclear*.([2], 1993, p. 86).

Nesse horizonte, o conhecimento se encontra localizado na fala (enunciação) e não no texto (enunciado).

Podemos caracterizar o sujeito como do conhecimento e inferir que o mesmo fala na direção de um interlocutor, o qual o sujeito acredita que o mesmo diria o que é dito e adotaria a mesma justificação. A justificação é decisiva na determinação do conhecimento. Ao afirmar algo e fazer a justificação de sua fala, o sujeito estipula que algumas de suas informações são válidas e não sente a necessidade de justificá-las, determinado as estipulações locais. O conjunto destas caracteriza o núcleo, que não é estático, uma vez que, para um determinado sujeito, está em constante transformação.

A matemática e a biologia, se as considerarmos sob a perspectiva do MCS, não se configuram como conhecimento e sim como resíduo de enunciação e só se tornam conhecimento quando um sujeito fala sobre elas e faz a justificação de sua fala.

Dizemos que

significado é aquilo que o sujeito pode e efetivamente diz sobre o objeto numa dada atividade.([6], 1997, p. 45).

Ou seja, podemos inferir que o objeto só se constitui a partir da fala de um sujeito em relação a um texto.

Para caracterizarmos melhor as ideias apresentadas acima, utilizaremos o enunciado de um exercício encontrado em [7] e criaremos possibilidades de afirmações e justificações que poderiam ser feitas a partir da leitura do enunciado, por duas pessoas diferentes.

Observe quanto marcam as três primeiras balanças e descubra quanto deve marcar a quarta (massa e preço).([7], 1999, p. 286).



Figura 3: [7], 1999, p.286

Salientando que tal exercício se encontra em um livro de sexto ano, podemos inferir que tanto o aluno quanto o matemático podem afirmar que a massa referente à medida da quarta figura é 5,400kg e possivelmente utilizarão o mesmo procedimento para justificar que o valor em reais que deve constar na mesma balança é de R\$ 4,47. Porém, o aluno provavelmente diria que ao adicionar as massas das três primeiras balanças encontraríamos o valor da massa referente a duas mangas, dois abacaxis e dois pedaços de melancia e que, para encontrarmos a medida da massa de um abacaxi, uma manga e um pedaço de melancia, basta dividirmos o valor encontrado anteriormente por dois. Já o matemático talvez dissesse que poderemos utilizar um sistema de equações lineares com três equações e três incógnitas e, ao realizarmos os procedimentos de escalonamento, por exemplo, encontraremos a massa de cada fruta e posteriormente adicionaremos tais medidas.

Vale ressaltar que os significados produzidos pelo matemático e pelo aluno em relação a um enunciado são distintos e isto, segundo o MCS, implica em conhecimentos distintos, uma vez que envolvem objetos distintos e apresentam lógicas diferenciadas.

Em nosso trabalho, nos focamos em contextos que podem ocorrer em sala de aula de biologia e matemática, nos quais se pode produzir significados para resíduos de enunciações relacionados à teoria das probabilidades e a inter-relação que pode surgir entre os componentes curriculares.

3 Probabilidade e Genética em Livros Didáticos

A Proposta Curricular que determina o Conteúdo Básico Comum para o ensino médio, de acordo com a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, sugere que conteúdos referentes à teoria das probabilidades, para o componente curricular matemática sejam trabalhados de forma gradativa ao longo dos três anos e que as noções a respeito de genética, para o componente curricular biologia, sejam inseridas no primeiro ano. Nesse momento, um profissional que analise essa proposta pode inferir que a parte matemática pode auxiliar o desenvolvimento das atividades em sala, quando se trabalha com genética.

Isso pode ser notado durante a leitura dos tópicos do CBC de matemática que, na listagem referente aos três anos, cita o mesmo item:

Utilizar situações envolvendo probabilidades em outras áreas, como, por exemplo, em genética.([8], 2007, p. 68, 72, 76).

Porém,

a listagem dos tópicos é apenas um guia, um roteiro, baseado no qual cada escola poderá traçar o caminho que seja mais adequado aos seus objetivos, buscando fazer uma distribuição ao longo do tempo de modo coerente e com o seu projeto pedagógico. ([8], 2007, p. 31).

O livro didático adotado pela escola pública deve constar obrigatoriamente no Guia Nacional do Livro Didático por atender aos critérios de avaliação do MEC.

No Estado de Minas Gerais, o mesmo também deve estar de acordo com as orientações do CBC, que abre precedentes para uma alteração na ordem de trabalho com os conteúdos, como pudemos observar na citação acima. Nesse momento, podemos sugerir uma discrepância entre a ordem sugerida pelo CBC e a que consta nos livros didáticos distribuídos para as escolas.

Ao analisarmos a disposição dos conteúdos em coleções de livros didáticos pertencentes ao Guia Nacional, nas coleções do componente curricular matemática, observamos que os conteúdos referentes à análise combinatória e teoria das probabilidades se encontram agrupados em um único volume, destinado ao segundo ano do ensino médio como em [9],[11] e [12] e que o conteúdo referente à genética, em livros de biologia, como [13] e [14] se encontra no volume destinado ao terceiro ano do ensino médio e em [15] no volume referente ao segundo ano do mesmo segmento educacional.

Por acreditarmos que o livro didático pode se configurar em um fator direcionador da prática docente, interferindo de forma decisiva no programa seguido pelo professor, inclusive pelo fato de os livros serem disponibilizados para empréstimo pelas escolas, mediante devolução anual, imaginamos que o trabalho com conteúdos de probabilidade, no componente curricular matemática, podem ocorrer de forma efetiva e estrita no segundo ano do ensino médio e os conteúdos de genética, no componente curricular biologia, possivelmente no terceiro ano.

Em nossa leitura, ressaltaremos os diferentes modos de apresentação que os livros didáticos de matemática a respeito da teoria das probabilidades e os livros de biologia a respeito da genética.

Vale ressaltar que, para nós, os enunciados encontrados nos livros não são textos, podem vir a se tornar texto a partir do momento em que os sujeitos produzem significados para os mesmos. Assim, enunciados distintos podem permitir produções de significados que envolvam objetos distintos e apresentem lógicas diferenciadas.

Nas publicações analisadas do componente curricular matemática, observa-se um grande uso da análise de exemplos para justificar as definições e fórmulas apresentadas. O que nos sugere é que o objetivo do autor é que o leitor possa se sentir inserido no âmbito de situações que possivelmente ocorrem no seu cotidiano, possibilitando assim a análise das semelhanças entre o desenrolar das noções na situação apresentada para posterior formalização, sem o uso de demonstrações. Nesse sentido, notamos que o cálculo da probabilidade de um determinado evento requer uma análise das possibilidades de resultado favorável dentre todos os possíveis, ou seja, envolvendo relações entre parte e todo, seja por uso de frações ou de porcentagens.

Um argumento visual se define a partir do uso de diagramas de Venn, viabilizando a ampliação dos conceitos de probabilidade por meio do vínculo com a teoria dos conjuntos, justificando dessa maneira o procedimento de cálculo da probabilidade da união ou da interseção de dois eventos, sejam eles mutuamente exclusivos ou não, como nas Figuras 4, 5 e 6 a seguir.

► Probabilidade da união de dois eventos

Sendo A e B eventos de um mesmo espaço amostral, como podemos calcular a probabilidade de ocorrer ao menos um desses eventos?

Para responder a essa pergunta vamos considerar o lançamento de um dado comum e os eventos A , "o número obtido ser múltiplo de 2", e B , "o número obtido ser múltiplo de 3". Nesse caso:

- $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$; $n(\Omega) = 6$
- $A = \{2, 4, 6\}$; $n(A) = 3$
- $B = \{3, 6\}$; $n(B) = 2$

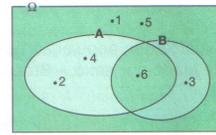


Figura 4: [9], 2013, p.260

Sendo A e B eventos de um espaço amostral equiprovável E , finito e não vazio, temos:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

Esse teorema é aplicado quando queremos calcular a probabilidade de ocorrer um evento A ou um evento B , pois o conectivo "ou" indica a união dos dois eventos.

Figura 5: [10], 2013, p.189

Sejam A e B eventos de Ω finito e não vazio. A probabilidade condicional do evento A , sabendo que ocorreu o evento B , é indicada por $p(A | B)$ e é dada por:

$$p(A | B) = \frac{n(A \cap B)}{n(B)}$$

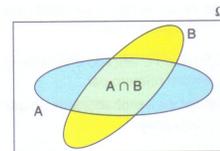


Figura 6: [11], 2013, p.299

Nas apresentações dos livros analisados podemos encontrar asserções a respeito dos procedimentos de apresentação dos conteúdos, enfocando características que se referem ao modo com o qual o autor evidenciará e justificará as definições ao longo das publicações.

Na apresentação dos três volumes de [9] observamos algumas características:

Esta coleção de Ensino Médio foi elaborada de maneira a auxiliá-lo nessa perspectiva e no caminho posterior a essa etapa de ensino, como o ingresso no mercado de trabalho e no Ensino Superior. Para isso, procurou-se apresentar os conteúdos matemáticos de maneira contextualizada e relacionada a outras disciplinas e áreas do conhecimento. ([9], 2013, p. 3).

Os exercícios apresentam contextualizações diversificadas, atreladas a informações que podem ser encontradas em jornais, documentários ou na internet. Esses mesmos exercícios apresentam argumentos visuais que reforçam informações importantes para a sua resolução, por exemplo, pelo uso de gráficos, de imagens que se referem a fenômenos da natureza ou evolução de populações.

As tabelas e os gráficos são utilizados como um argumento de apresentação de dados, podendo ser pensados como um modo simplificado e organizado de realçar características de elementos, dada uma situação sem o uso da teoria dos conjuntos.

Na seção *Contexto* há um único exercício e se refere à análise de uma situação que envolve anemia e genética. Há a explanação de termos específicos do componente curricular biologia e posterior apresentação do genótipo de um filho ou filha que possui pai com genótipo AA e mãe com genótipo AS.

Posteriormente, nos itens da referida questão, aparecem situações às quais se faz necessário o cálculo de probabilidades de ocorrência de determinadas características genéticas envolvendo não só a razão e sim a representação na forma de porcentagem, utilizando como meio justificador a representação por meio de desenhos, como na Figura 7:

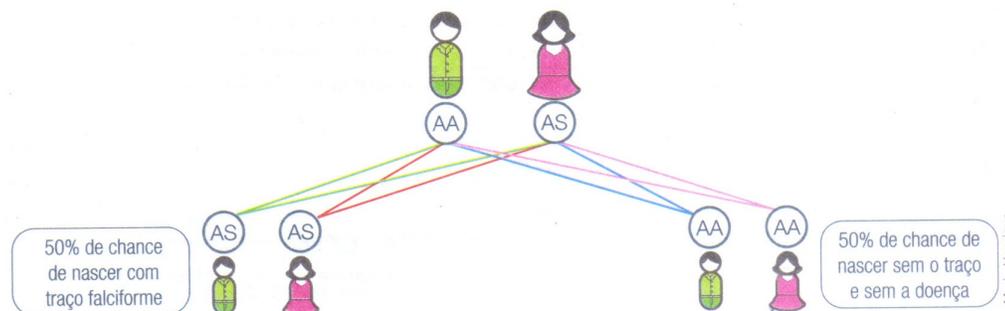


Figura 7: [9], 2013, p.279

Nessa publicação, observamos que há tópicos nos quais podemos conceber que a matemática realmente pode se configurar como um componente curricular no qual se trabalha de modo atrelado a outros componentes, estabelecendo um estreitamento entre as mais variadas situações ressaltando um horizonte rumo a perspectivas que sugerem a ampliação do trabalho interdisciplinar.

Já em [11], na apresentação dos volumes da coleção, verifica-se a afirmação dos autores:

No desenvolvimento teórico, procuramos, sempre que possível, apresentar os assuntos de forma contextualizada, empregando uma linguagem mais simples. Entretanto, ao formalizarmos os conceitos em estudo (os quais são abundantemente exemplificados), optamos por termos com maior rigor matemático.([11], 2013, p. 3).

As justificações para as formalizações são baseadas na análise de situações que envolvem o lançamento de um dado ou mais, de moedas, da criação de códigos, como é o caso da criação de placas para automóveis e pelo uso argumentos que remetem a conteúdos de teoria dos conjuntos e visualização de tabelas.

Há uma seção distribuída ao longo da publicação denominada *Aplicações*, na qual se evidenciam características a respeito das chances de perda e ganho na Mega-Sena. Além dessa seção, não foram encontradas outras situações que remetam à informações contextualizadas no âmbito social, científico, ou à viabilidade de interdisciplinaridade atrelada à probabilidade.

Em [12] podemos observar que, para o autor:

... nosso objetivo é criar condições para que você, aluno, possa compreender as ideias básicas da Matemática desse nível de ensino atribuindo significado a elas, além de saber aplicá-las na resolução de problemas do mundo real.

Todos os conceitos básicos próprios do Ensino Médio foram explorados de maneira intuitiva e compreensível. As receitas prontas e o formalismo excessivo foram evitados, porém mantivemos o rigor coerente com o nível para o qual a coleção está sendo proposta.([12], 2013, p. 3).

Os conceitos também são justificados por meio da análise de exemplos e exercícios resolvidos que utilizam como referência o lançamento de dados, de moedas, da retirada de

peças de um lote e da formação de um código ou sequência, como nas publicações anteriores, contrastando com a citação acima. Em relação à teoria, não foi percebida a utilização de diagramas de Venn.

Há uma seção na qual se trata de aplicações de probabilidade à genética, que utiliza como argumento o cruzamento entre indivíduos heterozigotos, por meio da elaboração da tabela de cruzamento e o cálculo de probabilidades para determinadas características genéticas. Posteriormente encontramos exercícios resolvidos, utilizando nesse contexto a probabilidade da interseção de dois eventos independentes e a probabilidade da união.

Nesse momento, acentua-se a viabilidade da análise da situação na forma de organização dos dados em uma tabela de cruzamento, da qual o aluno tem a possibilidade de visualizar o total de elementos envolvidos e a parte da qual se interessa gerar o percentual de ocorrência.

Nas publicações de biologia, de acordo com o que pudemos verificar, há a caracterização da regra do "e" e da regra do "ou", e estas se tornam o referencial básico para justificar as noções apresentadas posteriormente. As regras são apresentadas por meio de visualizações de possibilidades de cruzamento e, a partir destas, são analisadas as informações que remetem a relações entre parte e todo, transcritas em forma de porcentagem.

Em [14], representação da regra do "e" e da regra do "ou", há a evidência de uma situações envolvendo o lançamento de dados e de uma moeda por duas vezes sucessivas.

Nesse momento, é apresentado um quadro que evidencia todos os possíveis modos de resultados que podem ser detectados a partir da realização do experimento. Observe a Figura 8:

	Moeda A	Moeda B
	 cara	 cara
	 cara	 coroa
	 coroa	 cara
	 coroa	 coroa

Figura 1.15 Resultados possíveis no lançamento de duas moedas.

Figura 8: [14], 2013, p.25

O quadro acima pode servir como argumento similar aos utilizados posteriormente como justificações para a determinação das características genéticas de um indivíduo a partir da análise das características de seus pais. Ou seja, deixa de ser apresentado com o uso de caras ou coroas e passa a ser apresentado para evidenciar características dos resultados de um cruzamento entre dois indivíduos, ressaltando de modo visual as quantidades envolvidas, permitindo a visualização da parte e do todo.

Em relação à regra do "e":

Para determinar a probabilidade de, no lançamento de duas moedas, sair face cara nas duas, devemos multiplicar as probabilidades isoladas.(...) Isso significa que a cada quatro lançamentos do par de moedas é provável que saia cara em ambas uma vez.... Assim, podemos concluir que a probabilidade de dois ou mais eventos independentes ocorrerem conjuntamente é o produto das probabilidades de cada um isolado. ([14], 2013, p. 23).

De acordo com o explicitado para a regra do "ou":

A regra da adição pode ser reformulada assim: a probabilidade de ocorrerem dois acontecimentos que se excluem mutuamente é igual à soma das probabilidades de cada um ocorrer isoladamente. nesse caso, os dois acontecimentos não podem ocorrer juntos (são mutuamente excludentes).([14], 2013, p. 23).

E prossegue, relacionando probabilidade e genética pelo uso da regra do "ou", justificando assim a proporção de indivíduos Aa no cruzamento entre um indivíduo AA e outro aa e posteriormente apresenta outros casos, envolvendo outras características genéticas.

Em um lançamento de duas moedas, qual a probabilidade de em uma delas sair cara e na outra coroa? As faces cara e coroa em duas moedas podem ocorrer de duas maneiras, cada uma com a probabilidade de $1/4$ Nesse caso, temos dois acontecimentos mutuamente exclusivos: portanto usamos a regra da adição.... Se tivéssemos determinado a ordem dos acontecimentos o resultado seria $1/4$, pois nesse caso haveria somente uma forma possível.([14], 2013, p. 23-24).

A partir da comparação entre cara e coroa e alelo dominante e recessivo, a apresentação do conteúdo prossegue, por meio do uso de regras e de formulação de frases utilizando o "e" e o "ou", estabelecendo um padrão na tentativa de encontrar a razão desejada, que pode ser por meio de uma fração, um número decimal ou uma porcentagem.

Em [15] também podemos observar uma atenção para o uso do linguajar matemático, por exemplo, definindo probabilidade como a divisão do número de eventos desejados e o número total de eventos possíveis, estipulando a regra do "ou" e, nesse contexto, define eventos independentes e iguais ou diferentes. Evidencia-se também a importância ou não da ordem de obtenção de determinado resultado a partir do lançamento de dois dados e formaliza a regra do "e", denominando-a probabilidade de ocorrência de dois ou mais eventos independentes. A partir desse ponto, insere o conteúdo de genética, baseando-se gradativamente nas noções e regras listadas.

Os argumentos justificadores predominantes são as regras e a montagem de tabelas de cruzamento. Essa possibilidade se consolida pelo fato de todas as características genéticas em um cruzamento não apresentarem ampla variação, determinando um espaço amostral relativamente pequeno e fácil de representar.

4 Estudo de Casos

Os sujeitos de nossa pesquisa são professores de matemática e de biologia do ensino médio.

Devido ao momento da conclusão de nossa pesquisa e realização das entrevistas, que ocorreram em meados de janeiro e começo de fevereiro de 2015, não tivemos a oportunidade de entrevistar alunos do terceiro ano do ensino médio. Isso se deve ao período de férias e começo do ano letivo, uma vez que os mesmos ainda não haviam contato com noções de genética pois, nas escolas pesquisadas, tais conteúdos normalmente são trabalhados a partir de junho.

Através de nossas leituras acerca dos processos de produção de significados a partir da fala dos professores, gostaríamos de evidenciar o que pode ocorrer em sala de aula, no decorrer de suas práticas, investigando assim os entrelaçamentos entre suas ações e possibilidades de uma ação interdisciplinar. Para tanto, dividimos nossa ação em dois momentos: um escrito e uma entrevista.

De início, esclareceremos aspectos que devem ser considerados, no âmbito do MCS, aos quais daremos atenção:

- i) a atividade em questão, e também a tarefa a que origina;
 - ii) os significados sendo produzidos - e, portanto, o núcleo (ou núcleos) em jogo;
 - iii) o possível processo de transformação do(s) núcleo(s), e as possíveis rupturas na direção de novos modos de produção de significado;
 - iv) os textos sendo produzidos - notações, diagramas, escrita, fala, gestos, e sua eventual constituição em objeto;
 - v) o papel do professor como interlocutor;
 - vi) os alunos como interlocutores uns dos outros;
 - vii) interlocutores não-presentes;
 - viii) a existência de certos modos de produção de significados que queremos que os alunos dominem; e,
 - ix) a existência de certas afirmações a assumir como corretas.
- ([6], 1997, p. 146).

Dentre os itens citados, (ii), (iv) e (ix) foram os que demos um enfoque mais específico.

Mantivemos em sigilo e a identidade dos entrevistados, bem como as escolas nas quais lecionam. Para tanto, ao citarmos a escrita ou a fala de algum docente, utilizaremos o pseudônimo escolhido por ele.

O que afirmaremos a respeito dos mesmos de modo específico é que trabalham em escolas públicas ou particulares, são bacharéis ou licenciados e lecionam há pelo menos oito anos em Barbacena e região. Foram subdivididos em duas categorias: biologia, com quatro professores e matemática, com três.

4.1 Atividade

A atividade impressa foi composta por exercícios similares aos que encontramos em livros didáticos, de acordo com o PNL D 2015, do ensino médio, tanto referente à probabilidade baseada em publicações de matemática como aplicações em genética, em publicações de biologia.

Nossa preocupação esteve voltada para uma relativa similaridade entre as questões dos componentes curriculares, por exemplo, se analisarmos a determinação da probabilidade de um evento em matemática, o faremos também em genética, utilizando assim a notação específica de cada componente curricular.

Segue abaixo o questionário entregue aos docentes para análise e resolução:

Componente curricular: Matemática

O que é um experimento aleatório?

O que são eventos independentes?

Qual a probabilidade de, ao retirarmos uma carta do baralho, encontrarmos uma carta de paus?

De um baralho com 52 cartas, uma é retirada. Qual a probabilidade de que tal carta seja uma dama de ouros ou um rei de paus?

Ao lançarmos uma moeda por duas vezes sucessivas, qual a probabilidade de sair cara nos dois lançamentos?

Qual a probabilidade de, ao retirarmos uma bola de uma urna cujas bolas são numeradas de 1 a 20, encontrarmos um 6 ou um 8, uma vez que sabemos de antemão que a bola retirada possui um número par?

No lançamento sucessivo de uma moeda por três vezes, qual a probabilidade de encontrarmos como resultado duas caras e uma coroa?

Componente curricular: Biologia

Caracterize a regra do "ou".

Caracterize a regra do "e".

Descreva todas as possibilidades que podemos encontrar como características genéticas de um filho, cujo pai é homocigoto dominante e a mãe é homocigoto recessivo.

Qual é a proporção de encontrarmos indivíduos Aa no cruzamento de dois híbridos?

Aline é filha de pais heterocigotos para a característica albinismo. Lucas, esposo de Aline é albino. Qual a probabilidade de o primeiro filho do casal ser um menino albino?

Qual a probabilidade de, em uma família com 4 filhos, 3 serem homens e 1 ser mulher?

Após o momento escrito, realizamos uma entrevista, momento no qual onde se abre oportunidade para que os profissionais falem a respeito do que foi escrito na parte impressa e forneçam mais justificativas, possibilitando-nos analisar a produção de significados para os temas trabalhados. Como forma de registro da fala dos entrevistados, utilizamos um gravador. Vale ressaltar que, nos dois momentos da pesquisa, os encontros foram realizados individualmente.

4.2 Análise dos Resultados

4.2.1 Sobre os Livros Didáticos

Podemos afirmar que os livros didáticos apresentam abordagens relativamente similares no tratamento dos conceitos de probabilidade, em cada área do conhecimento, há representações distintas que podem ser vistas quando se comparam publicações de biologia com as de matemática, ou seja, em áreas diferentes do conhecimento.

Percebemos a vinculação do cálculo de uma probabilidade à escrita de uma razão que determina a relação entre a parte e o todo, ou seja, possui a utilidade de estabelecer uma relação entre o número de elementos do evento e o número de elementos do espaço amostral, nos dando a impressão de comparação entre o quão grande ou pequeno é o evento em relação à todas as possibilidades de ocorrência de um experimento. Propiciando, desse modo, a obtenção de um quantificador da possibilidade de ocorrência do evento antes da execução de um experimento aleatório.

Em matemática, a razão é contextualizada a situações que envolvam jogos. Dessa forma, o leitor pode facilmente identificar os elementos do espaço amostral e os elementos do evento. Logo após, são trabalhadas situações nas quais se utiliza mais de um evento, propiciando o contato com situações nas quais há elementos em comum ou não entre esses eventos, estabelecendo a probabilidade da interseção e a probabilidade da união. Os argumentos que justificam tais conceitos também são exemplos que utilizam apelo visual, como os diagramas, fazendo assim referência à aplicabilidade entre teoria dos conjuntos e conceitos de probabilidade.

A probabilidade condicional também surge de modo dependente da visualização dos conjuntos e visualização dos elementos do evento. Nesse ponto, há a sugestão da escrita do espaço amostral e posterior modificação do mesmo, de acordo com a condição estabelecida. Embora se especifique uma fórmula, os exercícios prosseguem com a argumentação da quantificação de elementos, uma vez que os mesmos surgem de modo contextualizado, gerando um espaço amostral de tamanho relativamente pequeno.

De acordo com os PCNs, DCNEM e CBC, a contextualização deve se referir a assuntos do cotidiano do aluno, envolvendo o fator social e científico, de um modo mais abrangente. Podemos observar em [9] exemplos e exercícios não muito atrelados a questões como o lançamento de dados, moedas ou retiradas de cartas de um baralho. Não estamos dizendo que esse tipo de referência não aconteça, mas o diferencial constatado é a substancialidade de exemplos que inserem outras informações que podem ser encontradas em jornais ou revistas, por exemplo. Já a alusão à interdisciplinaridade se dá por meio da aplicação de noções de probabilidade à genética surgem de modo específico em [9] e [12].

Por sua vez, os livros de biologia apresentam duas regras que servem como argumento justificador para os cálculos envolvidos nas questões. Ademais, o modo de exposição dos conteúdos está atrelado à quantificação por meio da visualização dos dados a partir da distribuição em tabelas, ou seja, se quantifica a partir de um argumento visual considerado simplificador e organizador. A probabilidade condicional é justificada a partir do entrelaçamento entre os dados, que, no âmbito da situação analisada, estabelece-se a intenção de mudança no total de possibilidades de ocorrência de determinada característica.

De um modo particular, em [13], a partir representação de todos os possíveis resultados do lançamento de duas moedas, cria-se um argumento entrelaçador entre o que se trabalha na maioria das publicações de probabilidade e a representação em tabelas de cruzamento genético.

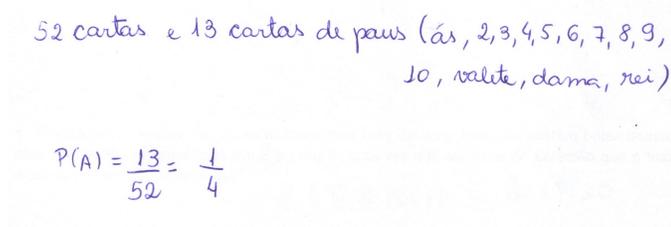
Para finalizar, de acordo com nossa leitura, há realmente similaridades entre o modo com o qual são justificados muitos dos enunciados nos livros. Essa visão pode sugerir a possibilidade

de um trabalho interdisciplinar.

4.2.2 Sobre o Momento Escrito e a Entrevista

Como primeiro passo, após a leitura dos enunciados da atividade, os docentes fizeram as anotações que consideraram relevantes para a resolução das questões e, na semana posterior, criamos um momento que propiciasse a fala dos mesmos a respeito das asserções registradas.

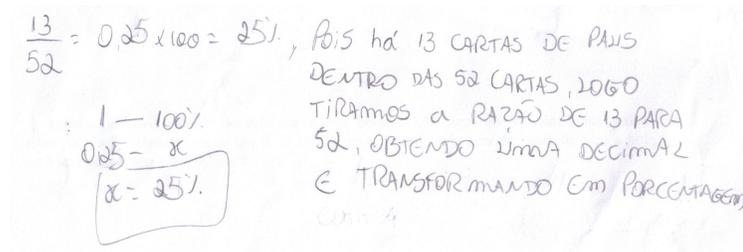
Na questão que se refere à retirada de uma carta do baralho e encontrarmos como resultado uma carta de paus, percebemos que os professores de matemática produzem significado para probabilidade como uma relação entre parte-todo, evidenciada na comparação entre a quantidade de elementos do evento e do espaço amostral, deixando o resultado na forma de fração. Observe a resolução de Letícia, professora de matemática:



Handwritten mathematical solution by Letícia. It lists the total number of cards (52) and the number of spade cards (13), listing the spade cards as Ás, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, valete, dama, rei. Below this, the probability is calculated as $P(A) = \frac{13}{52} = \frac{1}{4}$.

Figura 9: Escrita de Letícia: Cálculo de Probabilidade

Assim como os professores de matemática, os de biologia quantificam os elementos envolvidos e os representam em forma de razão, mas prosseguem com os cálculos, apresentando a informação final na forma de porcentagem, o que nos sugere que os mesmos produzem significado para probabilidade segundo uma variação percentual, como é o caso de Bruno:



Handwritten mathematical solution by Bruno. It shows the calculation $\frac{13}{52} = 0,25 \times 100 = 25\%$. A note explains: "POIS há 13 CARTAS DE PAUS DENTRO DAS 52 CARTAS, LOGO TIRAMOS a RAZÃO DE 13 PARA 52, OBTENDO uma DECIMAL E TRANSFORMANDO Em PORCENTAGEM". To the left, a small table shows the conversion from a decimal to a percentage: $1 = 100\%$, $0,25 = x$, and $x = 25\%$.

Figura 10: Escrita de Bruno: Cálculo de Probabilidade

Quando se deseja calcular a probabilidade de que, em uma família de três filhos, três sejam homens e uma seja mulher, percebemos que os professores de matemática e uma de biologia produzem significado para suas asserções por meio do uso de regras pré-estabelecidas, utilizando combinações.

A professora de biologia, registrou sua resposta dessa forma:

(6)

$$\frac{n!}{x!(n-x)!} p^x \cdot q^{n-x}$$

$n!$ = fatorial de n .
 p = probabilidade de ocorrência do evento A (ser menino)
 q = probabilidade de ocorrência do evento B (ser menina)
 x = nº de vezes que o evento A se repete
 $n-x$ = nº de vezes que o evento B se repete

$n = 4$
 $p = \frac{1}{2}$ (probabilidade de ser menino)
 $q = \frac{1}{2}$ (probabilidade de ser menina)
 $x = 3$ meninos
 $n-x = 1$ menina

$$P = \frac{4!}{3!1!} \left(\frac{1}{2}\right)^3 \left(\frac{1}{2}\right)^1$$
$$P = \frac{4 \times 3!}{3! \cdot 1} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{16} \Rightarrow P = \frac{1}{4}$$

Figura 11: Escrita de Márcia: Referência ao Cálculo de Combinações em Probabilidade

Durante a entrevista de Márcia, licenciada em biologia, observamos a seguinte fala, a respeito do uso de fórmulas:

"...as fórmulas servem para simplificar os cálculos, por exemplo, se eu calcular a probabilidade de, em uma família com 4 filhos, 3 serem homens e 1 ser mulher, encontro uma situação em que analiso uma quantidade de sequências, para encontrar o total de possibilidades. Posso até registrar todas as possibilidades e escolher as sequências em que encontro o registro de três homens e uma mulher para efetuar a divisão. Mas, se a questão envolvesse uma quantidade maior de filhos, escrever todas as sequências seria praticamente impossível, principalmente se eu estivesse explicando o conteúdo em sala de aula. Por isso eu uso as fórmulas em sala sim, para várias situações e apresento a meus alunos determinadas características das questões, pois existe um padrão. Se eles visualizam o padrão, aplicam a fórmula e encontram o resultado sem muita dificuldade"

Esse padrão ao qual ela se refere, para nós se situa na realização de um experimento por variadas vezes e determinação de um evento no qual a ordem dos elementos dos mesmos não é importante, só a composição dos elementos do evento o é. Em publicações de matemática observamos a justificativa para tal resolução por meio do método binomial, do qual ela utiliza a fórmula apresentada. Nesse sentido, inferimos que ela produz significado para esse tipo de questão segundo regras pré-estabelecidas, assim como Oliveira, professor de matemática:

$$\begin{aligned}
 P(H) &= \frac{1}{2} \\
 P(M) &= \frac{1}{2} \\
 &= C_{4,3} \left(\frac{1}{2}\right)^{4-3} \left(\frac{1}{2}\right)^3 \\
 &= \frac{4!}{3! \cdot 1!} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^1 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^3 \\
 &= \frac{4 \cdot \cancel{3!}}{\cancel{3!} \cdot 1} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \\
 &= 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \\
 &= \frac{1}{4}
 \end{aligned}$$

Figura 12: Escrita de Oliveira: Referência ao Cálculo de Combinações em Probabilidade

Já os demais professores de biologia estabelecem uma análise de caso, produzindo significados a partir da regra do "e" e da formação de sequências. Maria, também professora de biologia, afirma:

"O que fiz foi encontrar o total de resultados para cada nascimento e multiplicar, assim vemos com facilidade que existem 16 possibilidades para a ordem do nascimento de 4 filhos. Como só existem quatro maneiras em que temos 3 homens e uma mulher, teremos 4 possibilidades em 16 e, quando efetuamos a divisão de 4 por 16, dá 0,25, ou seja, vinte e cinco por cento de chance."

No momento em que se trata do lançamento de uma moeda por três vezes sucessivas, observamos que para os docentes de ambos os componentes, existe a possibilidade de uma análise por meio de tabelas nas quais posteriormente se quantifica a relação parte-todo.

$\begin{array}{l}
 CCC \\
 \rightarrow CCK \\
 CKK \\
 KKK \\
 KKC \\
 \rightarrow KCC \\
 KCK \\
 \rightarrow CKC
 \end{array}$
 8 possibilidades

A probabilidade é de $\frac{3}{8}$

Figura 13: Escrita de Maria: Relação Parte-Todo

No que se refere ao desenvolvimento de uma atividade na íntegra, observamos que cada docente utiliza os mesmos argumentos na resolução das questões, sejam elas relacionadas à genética ou à probabilidade. Nesse momento, optamos por apresentar as questões que envolvem o componente curricular matemática para não nos estendermos demais.

Nesse momento, podemos visualizar que os significados distintos, ressaltados em nosso estudo de caso, realmente implicam em diferentes conhecimentos. Esse tipo de asserção nos faz concluir que, mesmo professores de mesma área, com mesma formação, produzem significados diferentes para o que é apresentado no livro didático e em suas pesquisas para a criação e execução do plano de aula.

5 Considerações Finais

Embora haja uma forte tendência educacional que direcione os docentes para mudanças em sua prática pedagógica, encontramos uma realidade de ensino ainda marcada pela excessiva fragmentação dos conteúdos. Nesse sentido, pensamos que evidenciar significados que possam ser produzidos em sala de aula pode se configurar em um fator facilitador para mudanças na visão dos docentes a respeito do processo de produção de significados no ambiente escolar, estreitando os laços entre as disciplinas, rompendo assim essa mesma fragmentação, direcionando o trabalho para finalidades nas quais podem se envolver a contextualização e a interdisciplinaridade.

Em relação à nossa pesquisa, não houve nenhum momento de discussão sobre as noções de probabilidade e suas aplicações à genética com todos os professores reunidos. Dessa forma, observamos que ocorreram situações do componente curricular biologia não foram analisadas por alguns professores de matemática por possuírem utilização de termos peculiares da genética, como homocigoto, híbrido e heterocigoto, assim como alguns os professores de biologia se abstiveram-se de realizar uma caracterização a respeito de espaço amostral.

Quando interpelada a respeito dessa situação, no âmbito de uma discussão a respeito de uma possível interdisciplinaridade, Letícia afirma:

”De acordo com o que resolvi nas questões, vejo a possibilidade de fazermos um trabalho interdisciplinar, mas o problema nessa situação só depende do esclarecimento dos termos técnicos, próprios de cada disciplina. Nada que não seja resolvido facilmente ao longo de reuniões de planejamento da situação interdisciplinar.”

Em contraste com essa situação, muitas das justificações dadas por todos os profissionais estão voltadas para um conjunto relativamente pequeno de justificativas para as questões, que são predominantemente evidenciadas por meio da descrição do espaço amostral, seja pela escrita dos elementos ou montagem de uma tabela, bem como pelo uso de fórmulas, quando se trabalha com uma questão na qual se quer encontrar um resultado de modo imediato.

A realização do trabalho nos permitiu analisar como ocorre a produção de significados para probabilidade e suas aplicações em genética, a partir da fala de docentes de biologia e matemática, fornecendo-nos assim uma leitura mais detalhada a respeito dos objetos, significados e conhecimentos envolvidos, apresentando uma leitura a partir da qual se permita uma reflexão sobre a prática dos professores na direção do estabelecimento de possibilidades para uma ação interdisciplinar, abrindo um espaço para discussões e mudanças.

Para finalizar, após a análise de todos os dados no desenvolvimento de nossa pesquisa, podemos inferir que há realmente a possibilidade de estreitamento entre as aulas de docentes de matemática e de biologia quando o assunto envolve genética e probabilidade. Para tanto, os mesmos previamente poderiam traçar um plano no qual se comuniquem e cheguem a um consenso a respeito do procedimento a ser usado, bem como o modo com o qual as noções serão apresentadas, inserindo assim suas práticas pedagógicas nas perspectivas atuais sugeridas em [1] e [8].

6 Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que me guiou e me amparou nos momentos de desânimo. Ao meu professor orientador Carlos Alberto Raposo, pela paciência e amparo, nas questões acadêmicas e científicas. Aos docentes do PROFMAT. À secretária Magda Lombardi. Em

especial, agradeço de coração a todos que colaboraram, de maneira direta ou indireta na escrita de meu artigo para a conclusão de curso (prefiro não citar nomes, pois a lista seria extensa). Agradeço a minhas filhas, Maria Eduarda e Ísis, cujo sorriso, para mim, sempre consistiu em grande felicidade e injeção de ânimo para prosseguir com meus planos. Ao meu marido, Rommel, pelo companheirismo e atenção, nos momentos de desespero. A minha mãe, Marli, pela oportunidade de ser sua filha e aprender a ser uma pessoa com perspectivas para o futuro, através de seus ensinamentos. À direção, setor pedagógico e setor administrativo do Colégio Tiradentes da Polícia Militar - Unidade Barbacena, pelo apoio ao longo da realização de todo o Mestrado Profmat.

Referências

- [1] Brasil. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- [2] Lins, R. C. Epistemologia, história e educação matemática: tornando mais sólidas as bases da pesquisa. *Revista da SBEM-SP*. Campinas, set., 1993 (c).1 (1): 75-91.
- [3] Lins, R. C. O Modelo dos Campos Semânticos: estabelecimentos e notas de teorizações. In: Angelo, C. L. et al. org *Modelo dos Campos Semânticos e Educação Matemática: 20 anos de história*. São Paulo: Midiograf, 2012.
- [4] Lins, R. C. The production of meaning for Algebra: a perspective based on a Theoretical Model of Semantic Fields. In: R. Sutherland et al. *Perspectives on School Algebra*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [5] Lins, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: Bicudo, M. A. V. (org) *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: EDUNESP, 1999.
- [6] Lins, R. C. & Gimenez, J. *Perspectivas em aritmética e álgebra para o século XXI*. Campinas: Papirus, 1997.
- [7] Dante, L. R. *Tudo é Matemática: sexto ano*. São Paulo: Ática: 2009.
- [8] Minas Gerais. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. *Conteúdo Básico Comum: Matemática*. Minas Gerais, 2007.
- [9] Souza, J. R. *Novo olhar matemática: 2*. São Paulo: FTD, 2013.
- [10] Paiva, M. *Matemática: Paiva v.2*. São Paulo: Moderna, 2013.
- [11] Iezzi, G. et al. *Matemática: ciência e aplicações v. 2*. São Paulo: Saraiva, 2013.
- [12] Dante, L. R.. *Matemática: contexto & aplicações v. 2*. São Paulo: Ática, 2013.
- [13] Silva Júnior, C. da et al. *Biologia 3*. São Paulo: Saraiva, 2013.
- [14] Linhares, S. & Gewandsnajder, F. *Biologia Hoje: ensino médio v. 3*. São Paulo: Ática, 2013.
- [15] Lopes, S. & Rosso, S. *Bio volume 2*. São Paulo: Saraiva, 2013.

- [16] Oliveira, V. C. A. *A produção de significados a partir de um texto sobre frações*. Monografia (Especialização em Educação para a Ciência). Faculdade de Educação/NEC, UFJF. Juiz de Fora/MG 1999.
- [17] Oliveira, V.C.A. *Sobre a produção de significados para a noção de transformação linear em álgebra linear*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro. 2002
- [18] Araújo, A. C. S. *Um estudo sobre a produção de significados para números relativos*. Relatório Final do Projeto de Iniciação Científica (PIIC - UFSJ). São João del Rei. 2007.