



Sequências textuais na expressão do processo de Modelagem Matemática de estudantes do Ensino Médio

Morgana Scheller¹

Danusa de Lara Bonotto²

Temática do artigo - Modelagem Matemática

Resumo: Este artigo analisa os estilos textuais utilizados por estudantes do Ensino Médio Integrado na expressão do processo de Modelagem Matemática (MM). Para isto, analisou-se os escritos de uma seleção composta por dez produções em que os estudantes utilizaram MM para estudar e compreender fenômenos da realidade de seu curso técnico. A análise considerou os pressupostos a respeito de sequências textuais de Jean Paul Bronckart. Os resultados indicaram que os estudantes expressam o processo de MM com textos constituídos de sequências textuais variadas, predominando a explicação, a dissertação e argumentação. Isso é indicativo que o processo de expressão de MM propicia a utilização de sequências textuais que superam a linguagem comum e aproximam-se das características da linguagem científica.

Palavras-chave: Argumentação. Linguagem científica. Estilo textual.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as pesquisas com foco nas tendências da Educação Matemática tem se intensificado devido aos grupos de pesquisas, grupos de trabalhos e aos programas de pós-graduação *stricto sensu*. Entre essas tendências, tem-se a Modelagem Matemática. No cenário brasileiro da Educação Matemática várias são as concepções sobre ela. Nesse sentido, este estudo vem a contribuir com as pesquisas realizadas nessa área. Objetiva identificar os estilos textuais utilizados por estudantes do Ensino Médio Integrado durante a expressão do processo de MM.

A respeito da produção escrita no processo de MM tem-se os estudos de Scheller e Biembengut (2015) e Scheller (2017). Entretanto, nesses estudos, não avaliaram-se os estilos ou sequências textuais utilizados pelos estudantes. Conforme Rivard e Straw (2000), compreende-se que a escrita é sistema simbólico de segunda ordem, que propicia ao estudante o refinamento e consolidação de novos conhecimento, ampliando assim conhecimentos anteriores. Com a orientação do professor, o estudante pode desenvolver nas aulas uma linguagem cada vez

¹Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal Catarinense – *campus*Rio do sul. morganascheller@yahoo.com.br.

²Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática. UFFS – Cerro Largo. danusabonotto@hotmail.com.

mais estruturada, na qual há um condensamento de informações permitindo relacionar mais de um processo em uma única frase, construindo assim as argumentações. Rodrigues (2010) e Silva e Aguiar Junior (2014) destacam tais aspectos relativos à escrita.

A escrita revela o estilo composicional dos textos os quais podem referir-se a sequências textuais narrativas, descritivas, argumentativas ou explicativas. As sequências, conjunto de palavras que possibilita que um texto possua determinadas características, entendidas por Bronckart (1999, p. 118), como

“unidades estruturais relativamente autônomas, que integram e organizam frases, podem combinar diversas proposições. A organização linear do texto pode ser concebida como o produto da combinação e da articulação de diferentes tipos de sequências”.

De acordo com Adam (1992), é habitual um texto integrar diversas sequências. Elas correspondem tipos de “relações macrossemânticas memorizadas por impregnação cultural (pela leitura, escrita e produção de textos) e transformadas em esquema de reconhecimento e de estruturação da informação textual” (ADAM, 2008, p. 204). São elas:

- (i) narrativa - texto que expressa um acontecimento ou um fato que ocorreu em um determinado tempo e lugar (BRONCKART, 1999). É constituída por ações sucessivas e construída, basicamente, de verbos no passado que expressam ação e encadeiam causas e consequências, revelando a interação de elementos (personagens, por exemplo) para a realização de fatos;
- (ii) descritiva - texto que apresenta um ‘retrato’ escrito ou uma enumeração de atributos de um lugar, uma pessoa, um animal ou um objeto, quando se ressaltam detalhes observáveis e evidentes. Quase sempre se articulam ou inserem-se em outras sequências como a narrativa e a explicativa, apresentando-se desta forma como secundárias;
- (iii) dissertativo - texto que analisa, interpreta, explica e avalia dados da realidade. Utiliza geralmente verbo no tempo presente;
- (iv) explicativo - texto que se caracteriza pela intenção de fazer o destinatário compreender um fato/fenômeno/ acontecimento;
- (v) argumentativo - predominância da disposição lógica de indícios, suposições, deduções e opiniões que buscam respaldar uma verdade potencial – a tese. Objetiva persuadir, convencer o destinatário do ponto de vista que se tem do assunto, de modo a alterar o discurso.

Com base nas considerações anteriores e nas compreensões de Biembengut (2014; 2016) sobre MM e suas fases, pressupõe-se que os textos dos estudantes serão constituídos de sequências que se afastam da narratividade. Ademais, considera-se que é na terceira fase do processo que se identificam a presença de maior quantidade de argumentos. A seguir, apresentam-se os procedimentos da pesquisa e os seus resultados.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa possui caráter qualitativo de acordo com pressupostos de Bogdan e Bicklen (1994) e Alves-Mazzotti (1998), pois pretende-se compreender os significados que emergem nos textos apresentados pelos participantes. Os dados foram obtidos de trabalhos de Iniciação Científica de uma Instituição pública de Ensino Técnico Integrado localizada no sul do Brasil, os quais encontram-se arquivados no setor de pesquisa da instituição e na biblioteca. Nesses trabalhos os estudantes (individualmente ou em duplas) fizeram uso de Modelagem Matemática para estudar e compreender fenômenos/problemas existentes na realidade de outras áreas do conhecimento.

Para a determinação da amostra, inicialmente fez um levantamento de todos os trabalhos de Modelagem Matemática desenvolvidos nos últimos 15 anos (2002-2016) na Instituição. A partir do levantamento inicial, selecionou-se 10 deles considerando a representatividade ao longo do período e o desenvolvimento do processo de Modelagem Matemática. As produções foram codificadas para facilitar o processo de análise utilizando-se das nomenclaturas T1, T2, T3, ...eT10.

Quadro 1 – Descrição sintética das produções que compõe a amostra.

T1	Produção cujo tema foi a curva de lactação de animais bovinos. Desenvolvido em 2010/2011, o trabalho versa sobre modelo matemático que descreve a lactação de um animal a partir da produção inicial de leite.
T2	No trabalho, desenvolvido em 2011/2012, estudaram o crescimento de frangos e suínos. O modelo permitiu comprovar que esses animais possuem curvas de crescimento com comportamento semelhante e explicar os motivos da data de abate dos frangos.
T3	Trabalho desenvolvido em 2009/2010. Nele os estudantes realizaram avaliação do armazenamento de cebolas com e sem palhagem observando a perda de peso e deterioração de bulbos. Constataram que não houve diferença expressiva entre os dois modos em relação à perda de peso. Já em relação ao segundo aspecto, o sistema de armazenamento sem corte implicou em perdas menores da produção.
T4	No trabalho desenvolvido em 2008/2009, os estudantes avaliaram os efeitos da aplicação de glicose em diferentes concentrações na produção de beterraba. Verificaram que a glicose não apresenta efeito benéfico na produção da olerícula.

T5	Estudo desenvolvido em 2007/2008 em que avaliou-se dois sistemas de criação de frangos de corte. O modelo permitiu analisar o desenvolvimento do peso médio, desempenho dos lotes e período adequado para abate e inferir que o sistema automático de criação de frangos obtém melhores resultados.
T6	Estudo sobre o comportamento da curva de lactação de animais da raça holandesa, desenvolvido em 2007/2008, permitiu identificar que vários dos animais não apresentavam lactação como recomendado, necessitando atenção no manejo.
T7	Nesse estudo os estudantes analisaram compostagem a partir de diversos resíduos orgânicos, sendo desenvolvido em 2006/2007. O modelo permitiu a verificação de dois tipos de compostos interferentes na produção de mudas de alface, bem como inferir que o processo de compostagem dos vários tipos de materiais necessita de períodos diferentes para finalização.
T8	Estudo de Modelagem Matemática para comparação entre dois sistemas de plantio de milho: direto e convencional. Desenvolvido em 2005/2006, os resultados, evidenciaram que o sistema de plantio direto obteve melhores desempenhos em produtividade e matéria-orgânica.
T9	Estudo desenvolvido em 2004/2005 versando sobre criação de dois tipos de peixe: a carpa húngara e a carpa capim. A modelagem permitiu identificar que o ganho de massa da carpa capim foi superior.
T10	O trabalho desenvolvido em 2004/2005 comparou a resistência ao armazenamento de dois tipos de cebolas: a crioula e a roxa. Identificaram que a cebola crioula apresenta melhores condições para armazenamento.

Fonte: Elaborado pelos autores

Para analisar o estilo textual utilizado nas produções, destacou-se em cada uma delas as partes referentes às fases e subfases da Modelagem Matemática, de acordo com os pressupostos de Biembengut (2014, 2016), a saber:

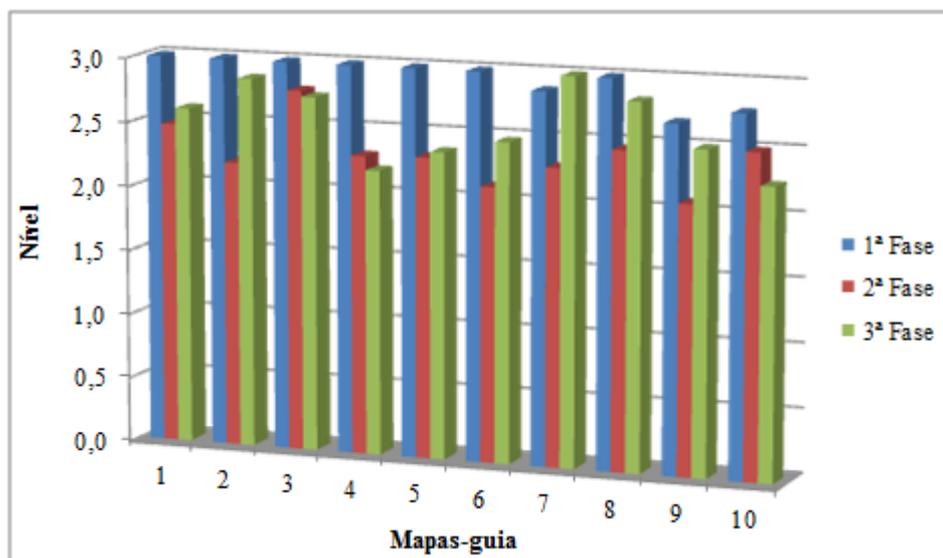
- 1ª fase - *Percepção e apreensão*: refere-se ao o reconhecimento e delimitação do problema; e a familiarização com o assunto modelado (consiste posteriormente em pequeno referencial teórico);
- 2ª fase - *Compreensão e explicitação*: nesta fase, após a inteiração com o tema, há a formulação do problema, elaboração questões e apontamento de hipótese; posteriormente, tem-se a formulação do modelo e a resolução do problema a partir do mesmo;
- 3ª fase - *Significação e expressão*: tem-se a interpretação da solução encontrada; uma avaliação do modelo procurando verificar se ele é ou não válido e a expressão do processo e do resultado.

Para a análise das unidades estruturais que compõe as produções dos estudantes considerou-se o aporte de Adam (1992) e Bronckart (1999) anteriormente descritos.

RESULTADOS E ANÁLISE

De acordo com a perspectiva de Bronckart (1999), as sequências textuais são como estruturas relativamente independentes que integram e organizam o texto. Conforme as características descritas por esse autor pode-se relacionar à sequência argumentativa como aquela que apresenta maior relação com a linguagem científica. No entanto, sabe-se que ao longo das etapas da Modelagem, a construção textual não é passível de apenas este estilo de sequência. O que se identificou então é um predomínio de estilos textuais. A Figura 1 apresenta os resultados dos níveis dos escritos em relação à sequência textual.

Figura 01 – Níveis Médios referentes às sequências textuais nas fases da Modelagem Matemática.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os melhores níveis referentes ao estilo textual concentraram-se na primeira fase do processo de Modelagem. Também nessa fase diagnosticou-se desempenho acima da média, prevalecendo textos dissertativo-expositivos ou dissertativo-argumentativos. Em apenas três dos trabalhos houve presença de descrições, não sendo registradas narrativas nesta fase da Modelagem. Já os níveis mais baixos, com desempenho bem abaixo da média, encontraram-se registrados na segunda fase, em virtude do predomínio de textos descritivos ou dissertativos. Nesta fase, identificaram-se quatro produções com indicativos de períodos narrativos. Na fase intermediária, a terceira, as sequências textuais dissertativas, argumentativas e explicativas prevalecem, sendo reduzido o número de descrições em relação à

segunda fase. Nos textos de T1, T2, T7 e T8 a narrativa não foi identificada, nesta fase.

Conforme as características das sequências textuais descritas por Bronckart (1999), a maior parte (64,2% dos parágrafos/períodos) dos trabalhos foi composta por sequências em que predominam a explicação, dissertação e argumentação, denotando assim apropriação da linguagem da ciência pelos estudantes. A presença marcante de sequências argumentativas também foi evidenciada nos estudos de Rodrigues (2010). Entretanto, o estilo textual empregado pelos estudantes supera o estilo presente nos estudos de Silva e Aguiar Junior (2014), de sequências narrativizadas. Como um tipo de sequência, dificilmente, torna-se exclusivo em um texto, a linguagem presente nos parágrafos ou subfases pode ser classificada, considerando os aportes de Bronckart (1999), como um 'misto' de dois tipos de estilos, por exemplo: (i) dissertativo-argumentativos ou explicativo-argumentativos; ou (ii) dissertativo-expositivos.

Esse 'misto' exemplifica a ideia de Bakhtin (1998, p. 110) de construção híbrida, quando se tem em um mesmo parágrafo ou enunciado “dois modos de falar, dois estilos, duas ‘linguagens’, duas perspectivas semânticas e axiológicas”. Os fragmentos de T8, a seguir, exemplificam estas construções híbridas em que o estilo dissertativo - argumentativo prevalece.

Com o preparo convencional houve uma redução na qualidade das propriedades físicas e químicas do solo nas camadas superficiais, proporcionando maior peso das raízes, por fazer com que estas viessem a buscar água e nutrientes em camadas mais profundas.

Além disso, ocorreram em alguns momentos déficits hídricos, impossibilitando a planta de realizar suas atividades fisiológicas basais, ao contrário do plantio direto, que com a camada de palha e melhor estrutura do solo, possibilitou realizar suas funções basais pela maior quantidade de água e nutrientes nas camadas superficiais, não sofrendo tanto com o estresse hídrico. Além disso, pela intensidade de vento na área de experimento e pela baixa resistência das plantas do plantio convencional, por possui menor diâmetro de colmo, houve maior intensidade de tombamento de plantas em relação ao plantio direto.

O plantio direto apresentou maior altura da inserção das espigas, peso do colmo, folhas e produtividade, além do tamanho das folhas serem maiores. Isto pode ser explicado devido o plantio direto proporcionar uma camada de palha na superfície que aumenta o teor de umidade nesta região e a disponibilidade de nutrientes, reduzindo a evaporação da água presente no solo. Assim, tanto a água como os nutrientes estavam todos disponíveis na camada superficial, não necessitando o sistema radicular se desenvolver mais e se aprofundar. A altura da folha bandeira foi maior neste sistema de plantio, sendo que ela indica a qualidade fisiologia da planta, além do potencial produtivo da planta.

Nesse fragmento, percebe-se a utilização da escrita para analisar, interpretar e explicar os resultados obtidos na busca de levar o leitor à compreensão do

fenômeno em estudo. O texto é característico de defesa e justificativa dos resultados obtidos, referente a cada um dos dois sistemas de plantio de milho, sendo percebida formação dos grupos nominais e a relação de causa e efeito: “[...] *houve uma redução na qualidade das propriedades físicas e químicas do solo nas camadas superficiais, proporcionando maior peso das raízes [...]*” (T8). O texto é composto de linguagem clara, coesa, coerente e contendo elevados níveis de processo semântico-gramaticais nominalizações e metáforas gramaticais, características estas evidenciadas por Halliday (1993) e predominantes na linguagem científica.

Ao longo dos trabalhos dos estudantes, 22,3% dos períodos (parágrafos) que os compõe apresentaram características descritivas identificadas principalmente, quando da apresentação de procedimentos realizados (fragmento de T3 a seguir) ou de dados (fragmento de T4). Isso porque o texto na descrição se apresenta como um ‘retrato’ escrito ou uma enumeração de atributos de um lugar, uma pessoa, um objeto ou um fato, quando são ressaltados detalhes observáveis e evidentes. Os fragmentos, a seguir, exemplificam:

Utilizou-se [...] formas de armazenamento: Tratamento 1- Perda de peso da cebola armazenada sem o corte do talo (STC); Tratamento 2 - Perda de peso de cebola armazenada com talo cortado (CTC). Estes tratamentos foram avaliados durante 3 meses, sendo as pesagens efetuadas aos 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o início do armazenamento.[...]. As variáveis avaliadas foram: perda de peso, percentual de bulbos deteriorados e qualidade dos mesmos (T3).

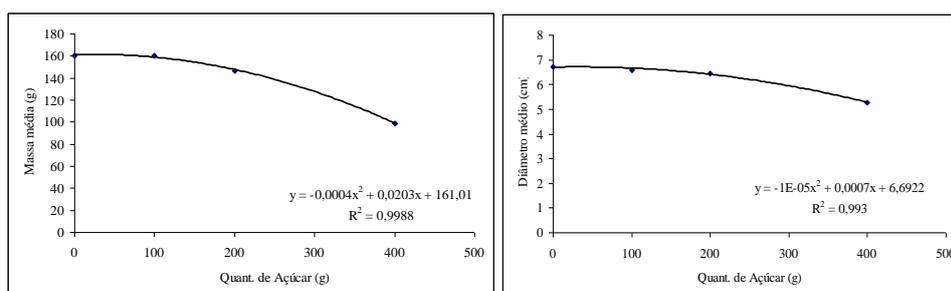


Figura 1: Evolução da massa e do diâmetro em relação a quantidade de açúcar.

A figura acima mostra o decréscimo do total de massa [...] e de diâmetro das amostras de cada bloco. [...] O experimento indicou que o tanto a massa, quanto o diâmetro da beterraba diminuíram com o aumento da concentração de açúcar [...] (T4).

A descrição dos detalhes observáveis e evidentes da Figura 1 de T4 está associada aos elementos do tema em estudo. Deste modo, informar como se organizam os dados, o significado da curva na figura, os valores de massa e diâmetro, o comportamento das variáveis são características das descrições que propiciam ao leitor melhor entendimento das informações. Para isso o estudante utiliza além da linguagem natural, recursos semióticos como gráficos, tabelas,

esquemas, quadros, relações funcionais, por exemplo. Sendo assim, pequenas evidências ilustraram que, na segunda fase da Modelagem, os estudantes afastaram-se de uma escrita mais estruturada e expressaram-se por meio de uma descrição narrativizada ou narrativas para explicar, geralmente com a utilização de verbos no passado e linguagem pessoal no discurso, como em T6:

Neste trabalho utilizamos ajuste polinomial com auxílio do software Excel e método estatístico[...] “método dos mínimos quadrados”[...] que auxiliassem na estimativa de produção de leite na lactação a partir de resultados parciais. Alguns parâmetros são importantes nesta observação: produção inicial, produção no pico, tempo de pico, persistência e produção total de leite estimada na lactação.

[...] observamos que a curva não obedece a um único padrão como o padrão literário, [...] varia de um animal para o outro bem como entre uma lactação e outra do mesmo animal.

[...] Buscávamos encontrar um modelo matemático que expressasse a produção de leite ao longo de uma lactação, modelo este utilizado para a identificação do ponto de maior produtividade (pico de lactação) e o levantamento do decréscimo na produção de leite do pico até o momento de secagem do animal.

Essas sequências, menos evidentes nas construções textuais, representaram 11,5% dos períodos. A sua utilização aconteceu em partes em que os estudantes expressaram um acontecimento ou um fato que ocorreu em um determinado tempo e lugar (BRONCKART, 1999). Assim, foram constituídas por ações sucessivas e, basicamente, de verbos no passado expressando ação concreta que encadeiam causas, consequências e revelando a interação de elementos. Em decorrência disso identificou-se a utilização de reduzidos recursos linguísticos, interferindo na densidade léxica e nas construções de processos metafóricos. No segundo fragmento ilustrado anteriormente, por exemplo, a densidade léxica de 27% (apenas são itens léxicos: *curva, obedece, padrão, literário, varia, animal e lactação*) é considerada muito baixa para textos de linguagem científica. Assim, a composição do fragmento aproxima-se mais da oralidade do que da escrita estruturada. Isto porque, como docentes, almeja-se que os estudantes “sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras e com palavras ligeiramente diferentes segundo a situação requeira” (LEMKE, 1997, p.105, tradução nossa).

Em contraste com a escrita descritiva ou narrativa, a presença de argumentação foi evidenciada em todos os trabalhos e a narração, ausente em T7 e T8. Para Carmo e Carvalho (2009), as explicações dos estudantes para fenômenos ou situação-problema são meios para a produção de argumentos, além disso, desenvolvem o pensamento. Considerou-se que, em relação ao estilo de sequência

textual utilizada, houve predomínio de sequências híbridas, denominação esta descrita por Bakhtin (1998), porém bastante afastadas de narratividades e, conseqüentemente, mais próximas à da linguagem científica.

De modo geral, T3 e T8 possuíram os melhores níveis de escrita em relação à sequências textuais, com maior presença de argumentações. Neste sentido, a produção textual dos estudantes, em relação à sequência utilizada, parece estar de acordo com os níveis semióticos esperados nesta fase, de acordo com as características de Halliday (1993). Conforme o autor, esses estudantes do Ensino Médio, ao compreenderem e produzirem textos de distintos gêneros, em especial o metafórico-argumentativo, apresentaram características que os enquadram no nível de teorização, superando o nível identificado nos estudos de Silva e Aguiar (2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escrita é importante para o aprimoramento das ideias inicialmente expressas e do conhecimento elaborado com o passar do tempo. Também para a consolidação de novas informações a partir de um embasamento anterior. O resultado deste processo foram textos marcados por características linguísticas diferentes, cujas estruturas apresentam-se entrelaçadas e constituindo sequências textuais variadas.

A escrita na expressão do processo de MM assinala que, ao utilizar a linguagem para produção de significados, os estudantes do Ensino Médio Integrado apresentam compreensões de estilo textual que extrapolam a narratividade. Utilizam estilo argumentativo-expositivo ou explicativo na expressão das compreensões ao longo da resolução do problema, estilos desejados para estudantes deste nível e difíceis de serem encontrados (LEMKE, 1997). Nesse sentido, a MM mostra-se então como um processo, o qual proporciona ao estudante o desenvolvimento de uma escrita que se direciona para características de linguagem científica. Em relação a isso, a continuidade da análise poderá identificar que fatores podem interferir na escrita mais argumentativa na terceira fase do processo de MM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, J. M. **Lestextes**: Typesetprototypes - Récit, description, argumentation, explication et dialogue. Traducción parcial, cátedra M.C. Rebola. Paris: Nathan, 1992.

_____. **A linguística textual**: introdução à análise textual dos discursos. São Paulo: Cortez, 2008.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas Ciências Sociais. In: _____;
GEWANDSNAJDER, F. **O método nas Ciências Sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998. p. 109-187.

BAKHTIN, M. M. **Questões de Literatura e de Estética**. São Paulo: Editora Unesp; HUCITEC (1934), 1998.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

_____. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BRONCKART, J. P. **Atividade de linguagem, textos e discursos** – por um interacionismosócio-discursivo. São Paulo: Educ, 1999.

CARMO, A. B.; CARVALHO, A. M. P. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de Física. **Ciência e Educação**, v. 15, n. 1, p. 61-84, 2009.

HALLIDAY, M.A.K. Some grammatical problems in scientific English. In: HALLIDAY, M. A. K.; MARTIN, J. R. **Writing science**: literacy and discursive power. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1993. p. 69-85.

_____. **An introduction to functional grammar**. 2. ed. Londres: Arnold, 1994.

LEMKE, J. L. **Aprender a Hablar Ciência**: language, aprendizaje y valores. Madrid: EditoraPaidós, 1997.

RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. The effect of talk and writing on learning science. An exploratory study. **Science Education**, v. 84, n. 5, p. 566-593, 2000.

RODRIGUES, C. **Abordagem CTS e possibilidades de letramento científico no projeto água em foco: tipos textuais e Linguagem Científica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SHELLER, M. **Modelagem & linguagem científica no Ensino Médio**. 2017. 191f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS, 2017.

SCHELLER, M.; BIEMBENGUT, M. S. O processo de Modelagem Matemática e a linguagem científica no Ensino Médio. In: SANTANA, E. R. S.; KATAOKA, V. Y.; ALVES, A. A. (Org.). **Educação Matemática e contexto da diversidade cultural, comunicações orais do eixo**: pesquisa na sala de aula de matemática. 1ed. Ilhéus: SBEM, 2015, v. 3, p. 405-416.

SILVA, N. S.; AGUIAR JR, O. G. A estrutura composicional dos textos de estudantes sobre ciclos de materiais: evidências de uso e apropriação da Linguagem Científica. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 4, p. 801-816, 2014.