

Expressão de Conceitos e Significados Bioquímicos à Luz da Gramática de *Design* Visual

Expression of Biochemical Concepts and Meanings in the Light of the Visual *Design* Grammar

Raíza Nayara de Melo Silva  Brasil
Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão  Brasil

O presente trabalho teve como objetivo investigar o processo de construção de conceitos e significados biológicos em bioquímica por licenciandos em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) através de Esquema Conceitual em *Parking Lot* (ECPL). Por contemplar inúmeras articulações entre os conceitos, foi dado enfoque à temática Metabolismo de Carboidratos. Durante uma das aulas, foram produzidos pelos estudantes sete ECPL, um dos quais será objeto de análise, à luz da Gramática de *Design* Visual (GDV) proposta por Kress e van Leeuwen. Como resultados, verificou-se nos processos de construção de conceitos dos licenciandos a presença de todas as categorias da GDV, assim como lacunas a respeito do conceito de respiração celular. Revelou-se também, através das categorias, que os aspectos comumente conhecidos pelos estudantes (sociais) são posicionados à esquerda, configurando o Dado, e o que foi construído - possivelmente os novos conceitos (biológicos), foi colocado à direita, ou seja, o Novo. Ademais, verificou-se ainda que o ECPL se constitui como um instrumento de multiletramento, por ser dotado de inúmeros signos, podendo ser utilizado como ferramenta colaborativa do processo de ensino-aprendizagem. Por fim, a análise ainda suscita uma discussão acerca do letramento visual, ou seja, do uso adequado do texto não-verbal em sala de aula como meio de produção de conceitos e significados articulados em bioquímica, potencialmente aplicável para a biologia.

Palavras-chave: Gramática de Design Visual; expressão de conceitos e significados; bioquímica.

The present work has the purpose of investigate the process of construction of biological concepts and meanings by academics in Biological Sciences from Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) through a Conceptual Scheme in Parking Lot (ECPL). As for contemplating innumerable articulations among the concepts, a focus was given to the subject of Carbohydrate Metabolism. During one of the classes, seven ECPLs were produced by the students, and one of them composes the data corpus of this paper. It was analysed through Visual Design Grammar (GDV) proposed by Kress and van Leeuwen. As an outcome, the presence of all GDV categories as well as gaps regarding the concept of cellular respiration in all schemes were verified in the process of building the

concepts of the students. It has also been revealed through the categories that the aspects commonly known by students (the social ones) are positioned to the left, configuring the Given, and what was constructed – possibly the new concepts (biological ones), were placed to the right, that is, the New. In addition, it was verified that the ECPL constitutes as an instrument of multiliteracy, because it is endowed with numerous signs, which can be used as a collaborative tool of the teaching-learning process. Finally, the analysis of these schemes still raises a discussion about visual literacy, that is, the proper use of non-verbal text in the classroom as a means of producing concepts and meanings articulated in biochemistry, applicable to biology.

Keywords: Visual Design Grammar; expression of concepts and meanings; biochemistry.

Introdução

Historicamente os humanos são seres sociais, que se comunicam de diferentes formas, a exemplo das pinturas rupestres na Pré-História (Gontijo, 2004) e das atuais mídias digitais, impressos e redes sociais (Mattar, 2013).

Nesse processo comunicacional, além do texto verbal, encontramos textos não verbais, como as imagens. Entretanto, o valor atribuído a essas sempre foi menor quando comparado com o texto verbal (Santaella, 2012), o que decerto contribuiu para a criação de uma cultura de analfabetos visuais (Dondis, 1991).

Essa ênfase no texto verbal em detrimento ao texto não-verbal especialmente em se tratando de ciências é, em certa medida, preocupante, uma vez que inúmeras são as imagens que permeiam esse campo, que pouco se dedica a compreendê-las. É preciso ressaltar que nenhuma imagem é produzida ao acaso. Ao contrário, todas possuem contexto e intencionalidade por parte de quem a produziu em relação a um espectador, além de serem dotadas de inúmeros conceitos e significados¹.

Nesta perspectiva, emergencialmente, se faz necessária uma reflexão acerca da produção e análise de imagens, de modo a se pensar em promover o letramento visual, principalmente no local em que se promove o letramento do texto verbal, ou seja, na escola.

Uma possibilidade é através da ciência que se dedica a estudar e compreender as imagens, bem como os textos que circulam na vida social, isto é, a semiótica social (Baldry, & Thibault, 2005; Kress, 2010; Lemke, 2010).

Calcada nos fenômenos sociais, a semiótica social, abrange “os significados socialmente construídos através de formas semióticas, textos semióticos e práticas semióticas de todos os tipos da sociedade humana em todos os períodos da história humana” (Hodge, & Kress, 1988, p. 261).

Ancorada na semiótica social e como forma de entender os processos de

¹ Por significado, utilizaremos a perspectiva de Kress e van Leeuwen (2006) cuja base é a Semiótica Social, afirmando que “a representação multimodal do significado no discurso, é sínica, múltipla, negando-lhe, por esse princípio, a existência fixa e unívoca do signo” (p. 2).

significação oriundos das imagens, encontra-se a Teoria da Multimodalidade (TM), a qual se interessa em explorar todos os modos semióticos envolvidos no processo de representação e comunicação (Kress, & van Leeuwen, 2001).

Imagen, escrita, *layout*, música, gestos, fala, imagem em movimento, são exemplos de modos usados em tais processos e são recursos semióticos socialmente enquadrados e culturalmente dados para produzir significados (Kress, 2010).

Estabelecendo essa perspectiva multimodal, Kress e van Leeuwen (1996, 2006) desenvolveram a Gramática de *Design Visual* (doravante referida como GDV) como um instrumento para compreender tais significados, os quais, segundo os autores, podem ser representacionais, interativos e compostionais e operam simultaneamente em toda a imagem.

Neste cenário, situa-se a escola, que além das outras instituições sociais, contribui para uma grande porção dos conceitos e significados produzidos ao longo da vida de um indivíduo, ora utilizando o livro didático, ora utilizando um projetor multimídia, ou um rabisco no quadro, por exemplo. É, essencialmente na escola, que o aluno é “alfabetizado” ou, sob um outro ponto de vista, “letrado” (Soares, 2002). Contudo, como supracitado, tal processo se concentra no texto verbal, escrito tradicionalmente de forma linear, o que acaba por produzir o que Kress e van Leeuwen (2006) chamam de iletrados visuais.

Santaella (2012) endossa essa discussão e diz que não é preciso estabelecer uma “guerra de titãs” entre os modos de comunicação, mas, sim, compreender que a imagem vem para complementar e não para substituir o texto escrito.

Embora a semiótica seja um campo de pesquisa relativamente novo na área de ensino de ciências, alguns autores (Laburu, & Silva, 2011; Martins, Gouvêa, & Piccinini, 2005; Moraes, & Andrade, 2009; Pereira, & Terrazan, 2011; Albuquerque et al., 2017) em suas pesquisas, já revelam o quanto o uso adequado da imagem em sala de aula é um valioso recurso pedagógico (Silva, & Compiani, 2006).

Dante dessas pesquisas, entende-se que, além de se caracterizar como um importante recurso para a comunicação de uma ideia (Gouvêa, Pralon, Oliveira, & Machado, 2016; Laburu, & Silva, 2011; Martins, Gouvêa, & Piccinini, 2005), o letramento visual pode, inclusive, contribuir para a compreensão de determinados fenômenos que não podem ser vistos *in loco* (Moraes, & Andrade, 2009; Pereira, & Terrazan, 2011), como processos biológicos, a exemplo da respiração celular cuja natureza é complexa.

Assim, assuntos que por natureza são difíceis de abstrair podem ter sua explicação auxiliada pelo uso de uma imagem, como é o caso de bioquímica, genética, citologia - áreas das ciências biológicas, cujos fenômenos e processos transitam entre o macro e o microuniverso biológicos e que, portanto, requerem fluidez e articulação entre os conceitos.

É válido ressaltar que essa colaboração deve ser guiada a fim de alcançar o objetivo da imagem. Para tanto, é preciso que os professores estejam instrumentalizados ou, em outras palavras, letrados visualmente, a fim de utilizar imagens da forma mais adequada; se o professor não possui tal formação, possivelmente não conseguirá explorar todos os

recursos que a imagem pode ofertar durante o processo de ensino-aprendizagem.

Neste viés, a imagem pode, ainda, fazer parte do processo avaliativo e ser fonte de pesquisa, como no presente trabalho. Instigadas pela necessidade de compreender a articulação e a construção de significados, com ênfase na Bioquímica, buscamos, através da GDV, pesquisar como ocorre essa construção a partir da análise de Esquemas Conceituais em *Parking Lot* (ECPL).

Partindo da ideia de mapas conceituais (Novak, & Canãs, 2010) esses esquemas consistem em conjuntos de conceitos, palavras-chave e/ou imagens (que constituem um *kit* conceitual), desenvolvidos a partir de uma pergunta norteadora. O que os difere dos mapas conceituais é a não hierarquização dos elementos.

Essas escolhas estão fundamentadas no fato de considerar a semiótica um rico campo de pesquisa e que ainda é pouco explorado pelo ensino de ciências e biologia. Reunindo a GDV aos conceitos bioquímicos de natureza complexa, permeados por textos verbais e não-verbais, esse trabalho é fruto de uma pesquisa de mestrado e teve como pergunta orientadora: Como ocorre a construção de conceitos e significados de Bioquímica de licenciandos em Ciências Biológicas da UFRPE a partir de Esquemas Conceituais em *Parking Lot* à luz da Gramática de *Design Visual*?

O Ensino de Ciências e o Letramento Visual

Datada desde a Pré-História, a imagem está presente na sociedade humana como uma forma de expressão. Estudada pela semiótica (do grego: *semeion* que significa signo), a imagem é adotada pelo homem como expressão da sua própria cultura (Nöth, 2003; Santaella, 2005) permeando, nos dias atuais, praticamente todas as áreas da ação humana e, particularmente, o campo científico (Klein, 2011).

O termo “imagem” provém da palavra latina *imago*, que, por sua vez, tem origem em dois vocábulos gregos: *phantasma* e *eikon* (Oliveira, Gouvêa, Ribeiro, & Wilke, 2008). Se traduzidas no sentido literal, significam fantasma e ícone.

Na contemporaneidade, podemos pensar nas imagens das artes plásticas (como as das pinturas, das gravuras), nas imagens veiculadas pela televisão, as que aparecem na tela do computador, dentre outras (Gouvêa et al., 2016). Contudo, a palavra imagem também pode ter o sentido de imagem mental ou, como se denomina, imagem pensamento. Por exemplo, ao escutarmos narrativas sobre qualquer evento, imagens vão se formando em nossas mentes, a partir do repertório das imagens construído por nós ao longo de nossa história pessoal, social e cultural (Oliveira et al., 2008).

Barthes (1990), por sua vez, entende que toda imagem é por natureza polissêmica e pressupõe uma cadeia flutuante de significados em que o leitor pode optar por alguns, ignorando os outros possíveis.

Indissociavelmente, as imagens caminham ao lado dos seus signos, ou seja, não há como existir uma representação visual, sem que exista a representação mental. Nessa perspectiva, surgem diversos estudos desde aqueles que tratam do próprio conceito de representação, àqueles que remetem à função cognitiva da imagem, ao contexto

linguístico, à semiótica da imagem e suas manifestações em diferentes mídias e à leitura de imagens (Gouvêa et al., 2016).

Para tanto, integrando esse contexto, encontra-se a escola, que, em meio aos diversos avanços tecnológicos, ainda mantém, majoritariamente, seus esforços voltados para o texto verbal, naturalmente produzido de modo escrito, sem dar o devido valor que os textos não-verbais merecem. Isso ocorre, dentre outros fatores, porque as imagens ainda são percebidas como um meio de comunicação menos especializado do que o verbal (Kress, & van Leeuwen, 1996). Salvaguardadas as proporções, a escola manteve/mantém o foco no letramento a partir do texto verbal com prejuízo ao letramento do texto não- verbal (Oliveira, 2008).

Com essa perspectiva, é possível referenciar o que seria o letramento visual. Stokes (2002) define letramento visual como a habilidade de ler, interpretar e entender a informação apresentada em imagens pictóricas ou gráficas, e transformá-la em imagens, gráficos ou formas que ajudem a comunicação.

Rocha (2008) corrobora dessa definição e a amplia, definindo letramento visual como a leitura competente de imagens nas práticas sociais. Ou seja, como a capacidade de ver, compreender e, finalmente, interpretar e comunicar o que foi interpretado através da visualização. Deste modo, é válido ressaltar que diferentes espaços e mecanismos de produção, reprodução e difusão da escrita resultam em diferentes letramentos (Soares, 2002).

Esses autores, que propõem uma forma de letramento visual, consideram que aceitamos o ver assim como o experimentamos, sem esforço nenhum. O que deve causar questionamentos, então, é a quantidade infinita de mensagens visuais recebidas de um modo pouco analítico, ou seja, acrítico (Petterman, 2005).

Para Kress, Leite-García e van Leeuwen (2000), análises da comunicação visual precisam ser mais acessíveis ao público externo. Praticamente, apenas a comunidade de especialistas na área tem acesso a tais conhecimentos, uma vez que “o leitor que não conhece as regras e as convenções de produção das mídias de seu interesse está fadado a ser excluído. Portanto, o ‘letramento visual’ é uma questão de cidadania, especialmente no que diz respeito ao espaço público” (Carvalho, 2007, p. 20).

O Ensino de Bioquímica e os desafios para a formação docente

Datada desde os anos finais da década de 80, a Educação em Bioquímica no Brasil caminhou a passos lentos até ser reconhecida como campo de pesquisa. Relatos apontam que o nascimento desta área se deu em Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Bioquímica (SBBq) nos anos 90 e os primeiros materiais foram produzidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) a fim de auxiliar alunos do curso de Medicina que tinham problemas de aprendizagem (Loguerio, Souza, & Del Pino, 2007).

Um dos primeiros temas abordados na Educação em Bioquímica foi a busca de uma relação entre o ensino e a pesquisa, na tentativa de incentivar um número maior de estudantes a seguir a carreira de pesquisador (Loguerio et al., 2007). Dentre as temáticas

de pesquisa estavam as concepções de professores e estudantes acerca da natureza da ciência, assim como a evolução da Bioquímica e da Genética no ensino médio pela luz da Química.

Posteriormente, com surgimento de cursos de Pós-Graduação que se dedicam à Educação Bioquímica (UFRJ, UFRGS, USP e UNICAMP) e com o avanço exponencial das tecnologias, novas temáticas surgiram e estimularam a busca por estratégias metodológicas que renovassem o Ensino de Bioquímica e facilitassem a aprendizagem de seus conceitos, como é caso da Educação Bioquímica à Distância, através de *websites* (Yokaichiya, 2005).

Tendo por embasamento essas pesquisas, o cenário atual revelou um resultado unânime: todos os estudantes já relataram algum tipo de dificuldade em compreender os conceitos bioquímicos e, a partir deles, desenvolver seus significados.

Descrita como a ciência que se interessa pelos constituintes químicos das células vivas e pelas reações e processos a que estão submetidos (Murray, Granner, & Rodwell, 2010), a Bioquímica é parte integrante do currículo da Educação Básica e, conforme orientação dos Parâmetros Curriculares - ensino médio “deve ter significado, bem como relação com os conceitos aprendidos em outras disciplinas” (MEC, 2000, p. 19).

Entretanto, ainda que valorizada no campo teórico, na prática, a Bioquímica é trabalhada superficialmente, de maneira isolada e pontual. Quando os alunos tomam conhecimento de algum fenômeno bioquímico é apenas para reforçar um conceito científico biológico (Gomes, & Messeder, 2013). Outra questão é que a abordagem da Bioquímica nos livros do ensino médio ainda é bastante superficial, contribuindo na fragilidade do processo de ensino-aprendizagem de conceitos bioquímicos (Francisco, & Junior, 2010).

A despeito, a discrepância entre a teoria e a prática talvez seja ainda um pouco maior na educação superior. Em geral, a Bioquímica é abordada de modo isolado de outras disciplinas, a exemplo da Biologia Celular, a Genética e a Fisiologia, entre outros (Voet, Voet, & Pratt, 2014). Além do mais, apresenta uma enorme gama de conteúdos que requerem conhecimento verticalizado, capacidade de abstração e articulação conceituais e, especialmente, percepção processual. Em conjunto, concordamos com Pinheiro, Silva, Souza, Nascimento, & Oliveira (2009) ao reportar que historicamente a disciplina de Bioquímica vem sendo apontada por estudantes de vários cursos de graduação como sendo de difícil assimilação.

No que concerne à natureza microscópica e submicroscópica de vários conteúdos, Carneiro-Leão, Mayer e Nogueira (2009) afirmam que a abordagem convencional da Bioquímica se mantém nos níveis celulares e moleculares. Vários estudos evidenciam que estes conceitos precisam ser compreendidos de forma articulada, uma vez que os macro e micro universos são interdependentes e o “olhar cartesiano”² não favorece a

² O paradigma cartesiano foi proposto por René Descartes e Isaac Newton no século XVII e de acordo com Mariotti (2010) é pautado na lógica racionalista, considerando que causa e efeito são imediatamente próximos, além de defender a fragmentação do todo em subunidades e a neutralidade do observador em relação ao que está sendo observado.

formação desses conceitos, naturalmente complexos (Brayner-Lopes, 2015; Lopes, 2007; Macêdo, 2014; Medeiros, 2011; Pereira, 2008; Sá, 2007). Com a fragmentação excessiva de disciplinas e o isolamento dos conteúdos, torna-se difícil materializar uma compreensão mais holística sobre os fenômenos orgânicos (Carneiro-Leão et al., 2009).

De acordo com Nelson (2014), esse fato pode ser exemplificado com o conteúdo metabolismo, no qual seus componentes são ensinados individualmente, mas necessitam ser integrados para o entendimento da complexidade das reações e transformações bioquímicas. Desta forma, sugere-se que a visão fragmentada aliada a dificuldade de transitar entre níveis diferentes de realidade pode justificar a dificuldade de compreensão dos alunos e a consequente dificuldade na formulação de questões diante de problemas complexos.

Uma pesquisa recente feita por Ferreira e Gonçalves (2017) em 193 resumos publicados nos anais das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular – SBBq, entre os anos de 2006 a 2016, revela trabalhos voltados para metodologias de ensino (pesquisas direcionadas apenas a técnicas, experimentos e modelos de avaliação), associada a carência de pesquisas relacionadas a currículo.

É preciso, pois, repensar a atual formatação do Ensino de Bioquímica no ensino médio e na Educação Superior, de modo a permitir a integração dos conceitos e o desenvolvimento de significados através de uma perspectiva articulada que contemple a percepção do macro e do microuniverso e contribua para a formação integral dos aprendentes. Ao realizar essa transição, espera-se que os discentes do ensino superior das licenciaturas – quando do exercício da profissão – cheguem às escolas de educação básica, especificamente no ensino médio, proporcionando o desenvolvimento de um olhar articulado acerca dos conteúdos, reduzindo a simples memorização e explorando o real sentido dos assuntos abordados. Muito provavelmente, ao concluir a educação básica, estes estudantes – que aprenderam sob um prisma holístico – chegarão ao ensino superior mais preparados para as disciplinas que irão cursar; podendo retornar, portanto, como professores com uma prática docente diferenciada e mais assertiva frente aos desafios da sala de aula.

A Gramática de *Design Visual*

A Gramática de *Design Visual* – GDV, proposta por Kress e van Leeuwen (1996, 2006) é fundamentada nos pressupostos da Semiótica Social (SS) que, por sua vez, está ancorada nas ideias da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) (Figura 01).



Figura 1. Esquema de ancoragem da GDV. Fonte: as autoras.

A Linguística Sistêmico-Funcional foi desenvolvida por Michael Halliday, em 1980 e sustenta-se na ideia de que, como usuário da língua, produzimos textos e somos condicionados por sistemas socialmente instituídos. Halliday (2004) explica a linguagem como um recurso capaz de construir significados motivados para exercer funções em contextos sociais específicos. Para tanto, ele considera que os usos da língua, através de gerações, é que conferem forma ao sistema, não o contrário. Assim, as dimensões sociais e culturais são altamente relevantes para determinar escolhas e entender os vários modos semióticos existentes.

Embebida por essas ideias, a Semiótica Social (SS) tem como marco o livro *Social Semiotics* (Hodge, & Kress, 1988) e se volta para compreender a comunicação humana através de aspectos que sobressaltam a simples comunicação verbal. Nele, os autores afirmam que a SS se configura como “o estudo geral da semiose, isto é, dos processos e efeitos da produção e reprodução, recepção e circulação de significado em todas as formas, usadas por todos os tipos de agentes de comunicação” (p. 26).

Dessa maneira, “ações como falar, ler, escrever, gesticular, desenhar, são meios dos quais o homem utiliza para se comunicar com os demais, produzindo significados sociais” (Hodge, & Kress, 1988, p. 26).

Para a Semiótica Social, dois níveis são importantes: a representação e a comunicação. O nível da representação é o resultado da história cultural, social e psicológica de quem produz o signo (Santos, & Pimenta, 2014).

Ao escolher uma representação, o ator social o faz com referência ao que pode ser considerado o modo mais apto naquele contexto e naquela cultura. Assim, o processo de representação nunca pode ser considerado como o objeto em si, mas como um aspecto do que é representado (Santos, & Pimenta, 2014).

Por outro lado, o nível de comunicação se constitui como “um processo no qual um produto ou evento semiótico é ao mesmo tempo articulado ou produzido e interpretado ou usado” (Kress, & van Leeuwen, 2001, p. 08). Nesse modelo em que a articulação e a interpretação se conjugam, a comunicação depende da comunidade interpretativa, ou seja, é necessário que o interpretante tenha conhecimento semiótico para entender uma mensagem. A comunicação não acontece somente no polo do produtor, mas depende também do interpretante (Santos, & Pimenta, 2014).

Ancorados então, nessas ideias da LSF e da SS, Kress e van Leeuwen propuseram a Teoria da Multimodalidade através da Gramática de *Design Visual*, com vistas a aprofundar os estudos em textos visuais.

Para Kress e van Leeuwen (1996), o termo “gramática” geralmente é associado à ideia de um conjunto de regras que devem ser obedecidas, posto que vigoram como formas aceitáveis socialmente. Contrapondo-se a isso, a Gramática de *Design Visual* propõe-se a descrever a forma pela qual indivíduos, coisas e lugares são combinados em uma totalidade constitutiva de sentido (Carvalho, 2007). O termo *design* refere-se aos “próprios recursos semióticos ou o uso desses recursos. É a combinação de todos os modos semióticos utilizados que faz o *design*” (Kress, & van Leeuwen, 2001, p.45).

Assim, a GDV se volta para o que é produzido socialmente, ou seja, considera que as regras produzidas pelo meio através da interação social são mutáveis, não existindo para tanto, regras fixas.

No que concerne à TM, essa assume que modos semióticos são moldados tanto pela cultura quanto por funções sociais e ideológicas, de modo que é possível dizer que a multimodalidade unifica teorias semióticas e suas críticas em prol de um princípio de leitura capaz de voltar-se, ao mesmo tempo, para as determinações da cultura e para as escolhas representacionais (Azevedo, 2015).

Sendo assim, quando falamos em textos multimodais, pensamos no fato de que os textos multissemióticos, como o anúncio publicitário, a charge e a propaganda social envolvem um complexo jogo de elementos gráficos, como escrita, cor, imagens, enquadramento, diagramação, espaço entre imagens e texto verbal, escolhas lexicais, predominância para um ou outro modo semiótico e, eventualmente, elementos sonoros e imagens com movimentos, de acordo com a sua finalidade comunicativa (Azevedo, 2015, p. 46).

Para a GDV, essa comunicação visual ocorre através da interação entre os sujeitos participantes reais, que ora podem ser os produtores, ora podem ser os espectadores das imagens. A essas, podem ser atribuídos diversos sentidos e significados que podem variar de participante para participante, a depender do contexto em que residem.

Kress e van Leeuwen (2000) predicam que imagens são construtos de significados dotados de estruturas sintáticas e significados próprios e que, por isso, necessitam ser lidas e interpretadas sistematicamente, como os textos verbais o são.

Assim sendo, a GDV tem como função unir “as principais estruturas composicionais que têm se tornado convenções ao longo da história da semiótica visual e analisar como elas são usadas pelos produtores de imagem contemporâneos para produzir sentido”, concebendo o contexto, os envolvidos na interação e as atividades discursivas como um processo dinâmico e de múltiplas articulações (Kress, & van Leeuwen, 2000, p. 1).

Neste viés, a GDV possui princípios estruturantes que auxiliam na leitura e interpretação de textos visuais, são eles: representacional, interacional e composicional (Figura 02).

A categoria representacional é responsável pelas estruturas que constroem visualmente a “natureza dos eventos, objetos e participantes envolvidos, e as circunstâncias em que ocorrem”³ (Unsworth, 2001, p. 72). Essa categoria busca expressar a experiência e a habilidade dos participantes (representados e interativos) as representarem e interpretarem o mundo e leva em consideração a representação dos seres, lugares e coisas no processo de interação, que ocorrem por meio de duas estruturas, as narrativas (processos de ação) e as conceituais (processos estáticos) (Kress, & van Leeuwen, 2006).

³ Tradução nossa de “...nature of events, the objects and participants involved, and the circumstances in which they occur” (Unsworth, 2001, p. 72).



Figura 02. Princípios estruturantes da Gramática do *Design* Visual

Fonte: Elaborada pelas autoras a partir de Kress e van Leeuwen, 2006.

A estrutura narrativa caracteriza-se pela dinamicidade dos participantes que podem ser representados através de linhas e vetores e que se envolvem em processos de ação, reação, verbal, mental, conversão, simbolismo geométrico e circunstâncias.

A estrutura conceitual se dedica a descrever características, identidades e valores dos participantes, sem o uso de setas ou vetores. Os participantes são apresentados de modo integral, ou seja, eles não são representados “executando ações, mas como sendo algo, significando alguma coisa, ou fazendo parte de uma categoria ou, apresentado certas características ou componentes”⁴ (Jewitt, & Oyama, 2004, p. 141). Essa estrutura é construída a partir de três processos: classificacionais, analíticos e simbólicos.

A categoria interativa refere-se às relações estabelecidas entre quem produz e quem vê as imagens, as quais sugerem qual atitude “os observadores devem ter em relação ao que é representado nas imagens”⁵ (Jewitt, & Oyama, 2004, p. 145). Os participantes interativos são pessoas reais que produzem e dão sentido às imagens em diferentes contextos. Para a interação ocorrer é necessária a relação de dois participantes: o produtor e o observador.

Kress e van Leeuwen (2006) exemplificam a função interativa da imagem através de uma fotografia. Quando um fotógrafo registra a imagem de um sujeito, a interação é imediata devido à relação face-a-face entre produtor e observador, algo que não acontece em um anúncio publicitário. Nessa última situação, a relação entre o produtor e o observador é imaginária, em vista de que não há interação física. No entanto, mesmo não havendo a presença física, os autores salientam que independente da presença física ou não do produtor da imagem, o observador é capaz de entender e perceber que as

⁴ Tradução nossa de “... as doing something, but as being something, or meaning something, or belonging to some category, or having certain characteristics or components.” (Jewitt, & Oyama, 2004, p. 141).

⁵ “[...] viewers should take towards what is being represented” (Jewitt, & Oyama, 2004, p.145).

imagens “representam interações e relações sociais”⁶ (Kress, & van Leeuwen, 2000, p. 116).

Buscando integrar as categorias supracitadas, a categoria composicional, busca dar sentido a um todo significativo. Essa categoria analisa a imagem através de três sistemas inter-relacionados, são eles: valor da informação, saliência e enquadramento. O valor da informação dedica-se às zonas da imagem: esquerda e direita, superior e inferior, centro e margem. A saliência refere-se à ênfase maior ou menor que certos elementos possuem em relação a outros na imagem, possuindo, portanto, maior ou menor importância informativa. Dentre os fatores que compõem a saliência, estão o plano de fundo, o tamanho relativo, contrastes, diferença na nitidez, entre outros. Já o enquadramento compõe-se de linhas divisórias que podem conectar ou desconectar os elementos da imagem, analisando o sentido que tais elementos possuem.

Assim, tendo por embasamento a GDV e objetivando compreender a construção de conceitos e significados de Bioquímica de licenciandos a partir de ECPL, apresentaremos a seguir o percurso metodológico desta pesquisa.

Metodologia

A presente pesquisa teve como orientação a natureza qualitativa. De acordo com Oliveira (2012), esse tipo de pesquisa caracteriza-se como “um estudo detalhado de um determinado fato, objeto, grupo de pessoas ou ator social e fenômenos da realidade” (p.60).

Conduzimos essa pesquisa junto a uma turma do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, durante a disciplina Bioquímica dos Sistemas, no semestre letivo de 2016.2. A disciplina em questão possui 60 horas e integra a matriz curricular obrigatória do curso. Segundo essa matriz, a disciplina deve ser ofertada no segundo período, sendo, portanto, uma disciplina dociclo básico, precedida pelas disciplinas Bioquímica Molecular, Biologia Celular e Biofísica, todas ofertadas no primeiro período da graduação.

Desse modo, a escolha da referida turma foi pautada em estar vinculada a um plano de ensino construído a partir da perspectiva sistêmico-complexa⁷ e com base no Modelo das Múltiplas Perspectivas – MoMuP-PE⁸. Perante a apresentação e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram sujeitos da pesquisa 28 discentes e a docente da disciplina.

6 “[...] represent social interactions and social relations” (Kress e van Leeuwen, 2000, p. 116).

7 A perspectiva sistêmico-complexa valoriza a reelaborada articulação das partes para a compreensão do todo e requer uma transição paradigmática entre o paradigma cartesiano e o sistêmico e complexo de modo que proporciona a compreensão sistêmica tanto dos processos biológicos, como do processo ensino- aprendizagem (Brayner-Lopes, 2015).

8 O MoMuP-PE – Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco foi desenvolvido por Brayner-Lopes (2015) e Sá (2017) e consiste em uma estratégia teórico-metodológica que visa a construção articulada de conceitos. Os fundamentos e momentos que o embasam e estruturam podem ser encontrados nos estudos das referidas autoras.

Durante as aulas ministradas, foram mantidos registros em caderno de campo e em videogravações. Além disso, foram coletados Esquemas Conceituais em *Parking Lot* produzidos pelos discentes a partir da exposição do documentário “Muito Além do Peso”⁹.

Embora a disciplina tenha sido registrada integralmente em 2016.2, para a presente pesquisa, delimitamos nossa investigação nas aulas envolvendo a temática Metabolismo de Carboidratos. Esse recorte foi feito por concentrar inúmeras possibilidades de articulações com outros conceitos da Bioquímica, relacionados ao micro e ao macrouniverso biológicos. A partir dessa temática, foram desenvolvidos os seguintes temas: controle da glicemia, metabolismo da glicose (glicólise e gliconeogênese), metabolismo do glicogênio (glicogênese e glicogenólise), ciclo do ácido cítrico e fosforilação oxidativa (cadeia transportadora de elétrons).

Para análise dos dados foram utilizados os princípios estruturais da Gramática do *Design Visual* (Kress, & van Leeuwen, 2006), os quais sinalizam que as imagens apresentam as funções representacional, interativa e composicional. Como forma de auxiliar a análise, optamos por triangular os princípios da GDV, com os conceitos teóricos bioquímicos junto à transcrição da fala dos autores, objetivando compreender os conceitos e os significados produzidos através dos Esquemas Conceituais em *Parking Lot*. Ressaltamos que, para auxiliar a leitura e análise, optamos por usar o esquema na forma de prancha, destacando as categorias através de letras e cores, as quais possuem a cor laranja quando se referem à categoria representacional, azul, quando tangem à categoria interacional e verde quando tratam da composicional.

Resultados e Discussão

Produção e análise do Esquema Conceitual em Parking Lot 1 a partir do documentário “Muito Além do Peso”

Ao iniciar a aula, que contava com o tempo de uma hora e meia, a docente explicou que seria exibido o documentário “Muito Além do Peso” (Maria Farinha Filmes, 2012). De um total de 31 estudantes, cerca de 28 alunos assistiram à exposição integral do documentário.

Após a exibição, foi promovido um debate na sala de aula, em que os estudantes relacionaram suas experiências pessoais com as exibidas no filme. O papel midiático na alimentação, o hábito de ingerir refrigerante desde a tenra idade e o sedentarismo associado a uma dieta hipercalórica foram os pontos destacados pelos discentes.

Após esse momento de discussão, na aula seguinte, foi solicitado a turma, a

⁹ O documentário Muito Além do Peso (disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=8UGe5GiHCT4>>, acesso em 04/01/2017) conta com 01 hora e 24 minutos de duração e é resultado de uma parceria do Instituto Alana com a empresa Maria Farinha Filmes. Muito Além do Peso foi lançado em 2012 objetivando a sensibilização e mobilização da sociedade sobre os problemas decorrentes do consumismo na infância apresentando, para tanto, múltiplas abordagens.

construção de Esquemas Conceituais em *Parking Lot*. A turma então, dividiu-se em 7 grupos de 4 alunos e contou com cerca de 1 hora e meia para a produção. Ao todo, foram produzidos 7 esquemas. Após a construção dos esquemas, foram realizadas breves explicações por um representante de cada grupo, cujas falas foram transcritas e que aqui servirão de base para auxiliar na análise. Devido à extensão da análise, apresentaremos aqui o ECPL 1, que foi escolhido de modo aleatório, uma vez que não é objetivo dessa pesquisa classificar os ECPL.

Para a elaboração do ECPL, a docente apresentou a seguinte questão norteadora: *Como os aspectos históricos, fisiológicos, sociais e culturais contribuem para a obesidade infantil?* Em seguida disponibilizou imagens, palavras, colas, cartolinhas e canetas como parte do *kit* conceitual (Figura 03).

Ao entregar os materiais, a docente ressaltou que os alunos não precisariam utilizar todas as imagens e palavras e que também poderiam acrescentar outras. Também foi orientado que fizessem uso de setas e conectores, além de organizar uma legenda que facilitasse a leitura e interpretação, posteriormente.

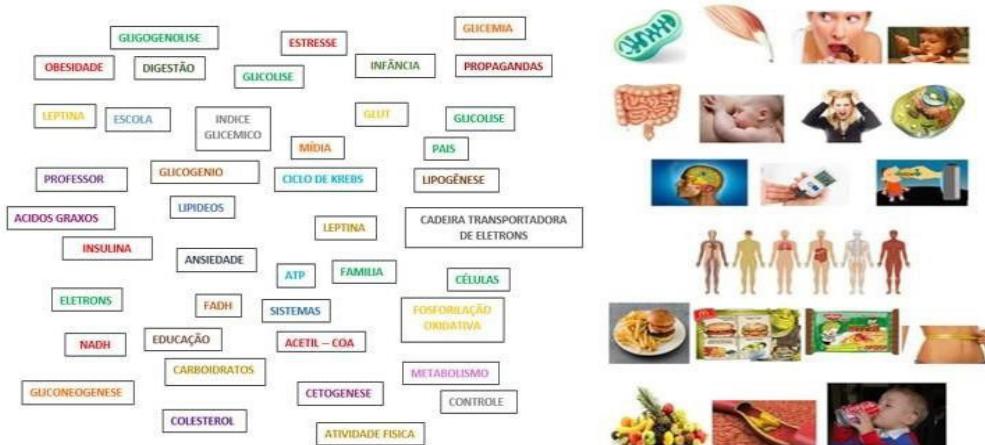


Figura 03. Palavras e imagens do *kit* conceitual

Fonte: Imagem disponibilizada pela docente.

Após o recolhimento dos dados, foram inseridas tarjas, devido à grafia reduzida. No entanto, salientamos que nada foi alterado na escrita original dos autores. A Figura 04 é o ECPL 1.

O ECPL 1 apresenta diversos elementos da categoria representacional, a qual se divide em narrativa e conceitual. No que concerne à estrutura narrativa, o esquema é constituído por diversos vetores que orientam o sentido de leitura, da parte superior para a inferior, além de atores e metas, ou seja, elementos que realizam a ação (atores) em direção de quem sofre a ação (meta). Isso é evidenciado, por exemplo, na parte superior e direita em que as palavras mídia, propagandas, estresse, ansiedade, controle e leptina¹⁰

10 A leptina (do grego, leptos, “magro”) é uma adipocina (167 aminoácidos) que, ao alcançar o cérebro, age nos receptores hipotalâmicos e reduz o apetite. Essa proteína é capaz de levar a mensagem de que as reservas de gordura são suficientes, promovendo a redução na captação de combustível e um aumento no gasto de energia (Nelson, 2014, p. 961).

desembocam nas palavras obesidade e infância, como sinalizado na Figura 05-A.

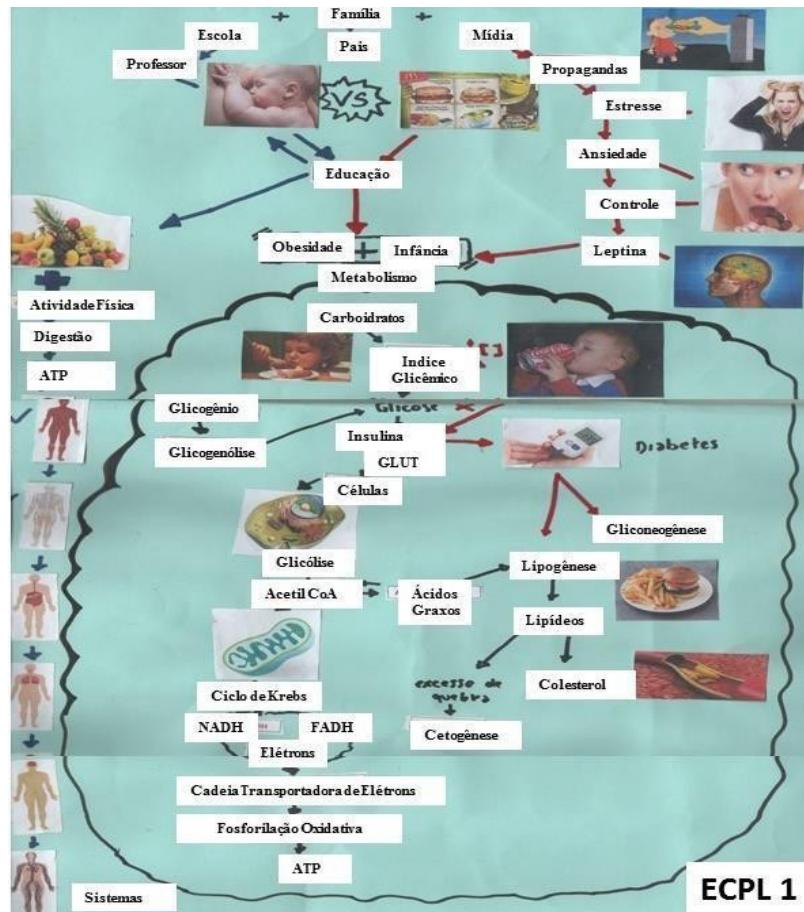


Figura 04. Esquema Conceitual em *Parking Lot 1*

Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Tendo como orientação a GDV é possível compreender que a união desses elementos (mídia, propagandas, estresse, ansiedade, controle e leptina) pode contribuir para o desenvolvimento de uma criança obesa, ou seja, a ação dos atores acaba por refletir nas metas. Ao lado esquerdo também estão presentes atores e metas como a união das palavras professor, escola, família e pais, cujos vetores se direcionam para a palavra educação, como aponta a figura 05-B. Os autores do ECPL 1 explicam essa relação da seguinte forma:

A gente dividiu também no aspecto social e bioquímico, a gente começou com a família que é a primeira influência social que a criança recebe pra ter uma alimentação saudável ou não de acordo com a alimentação dos pais (Autores do ECPL 1).

Essa colocação dos autores é encontrada em diversas pesquisas, as quais discutem sobre a influência da família na formação da criança (Baek et al., 2014; Scaglioni et al., 2011; Silva et al., 2016). Tais pesquisas revelam que os pais possuem importante papel

na formação do hábito alimentar infantil e que as escolhas alimentares parentais, em relação à quantidade e qualidade dos alimentos podem determinar o comportamento alimentar das crianças.

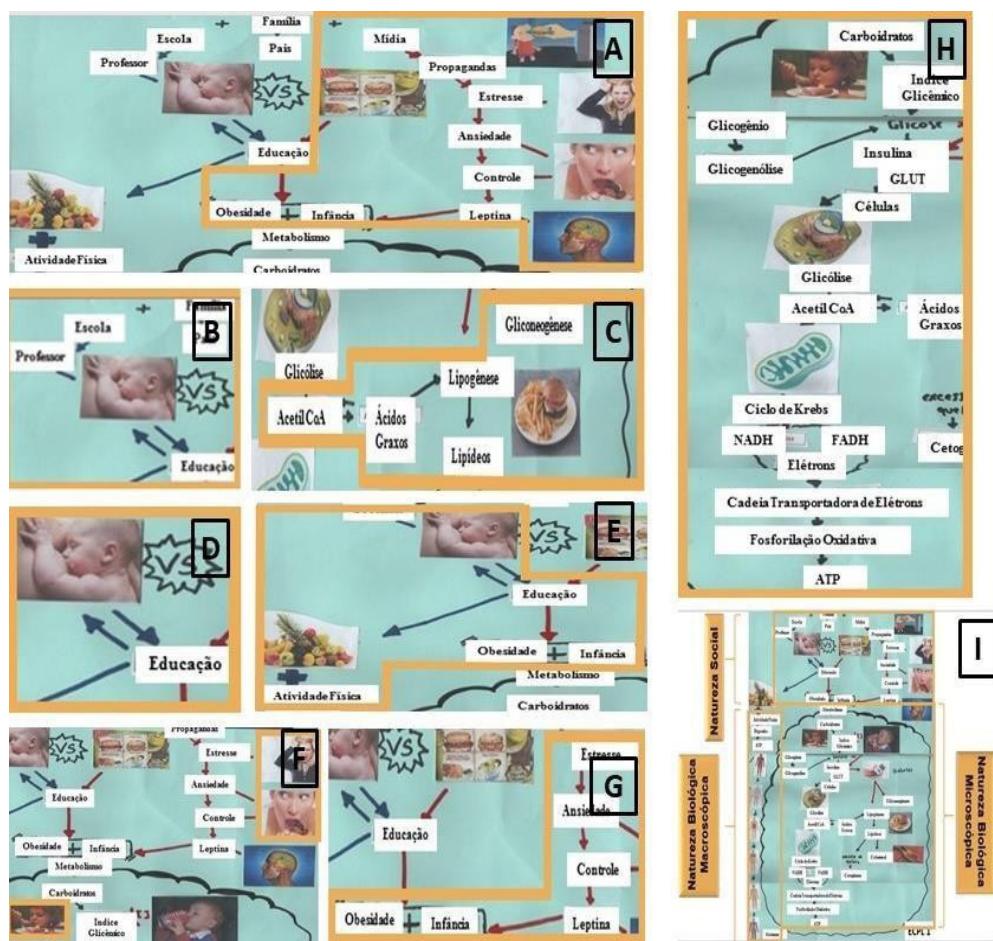


Figura 05. Cortes do ECPL 1 com processos da categoria representacional

Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Outros vetores importantes que merecem destaque são os presentes entre as palavras Acetyl-CoA (Acetil Coenzima A) e ácidos graxos, localizadas no centro do balão (Figura 05-C), indicando que ambos realizam e sofrem a ação, ou seja, são interatores, como orientam Kress e van Leeuwen (2006).

Ao apresentar essa relação, sob o ponto de vista bioquímico, os autores demonstram compreender que existe uma relação entre a molécula de Acetyl-CoA com os ácidos graxos. Embora estejam relativamente próximos, não há como responder se a partir dessa construção eles comprehendem a rota bioquímica denominada gliconeogênese, ou seja, quando a glicose é sintetizada a partir de diversos compostos (Voet et al., 2014). Outros interatores também aparecem na parte superior à esquerda do esquema entre a palavra educação e a imagem de um bebê sendo amamentado (Figura 05-D).

Utilizando a perspectiva da GDV, pode-se inferir que os autores buscaram

apresentar como o bebê ao receber educação, pode se comportar ao crescer, ou seja, desenvolvendo ou não bons hábitos. Isso por que, ainda saem dois vetores da palavra educação, no sentido de uma possível alimentação saudável associada à atividade física ou uma criança obesa (Figura 05-E).

Essa inferência é ratificada a partir da seguinte fala dos autores do ECPL 1: "...a gente começou com a família que é a primeira influência social que a criança recebe pra ter uma alimentação saudável ou não de acordo com a alimentação dos pais..."

Mais um aspecto da categoria narrativa presente no esquema é o reacional, em que existe a presença do olhar. Nesse caso, existem seis figuras humanas e, em três delas, há o direcionamento do olhar (Figura 05-F). O olhar, para Kress e van Leeuwen (2006) é dito *reacter* e o algo que se olha, é o fenômeno.

Nessa figura encontram-se em destaque três pessoas, em diferentes situações. A menina, que aparece se alimentando, direcionando seu olhar para o prato, ou seja, o fenômeno; a primeira mulher da parte superior esquerda, que apresenta uma expressão de raiva, ou estresse, sendo esses os possíveis fenômenos dessa imagem; e, a terceira pessoa que é uma moça prestes a executar a ação de ingerir chocolates, mas que antes reage a algo que não aparece, ou seja, o fenômeno.

Tendo essa orientação, observa-se a colocação dessas imagens ao lado dos vetores e palavras e as relações bioquímicas: a menina que ao ingerir carboidratos, regula o seu índice glicêmico¹¹ e as moças que em situação de estresse ou ansiedade podem aumentar a ingestão de açucares, o que, a longo prazo, podem consequentemente, desenvolver a obesidade (Figura 05-G).

Ainda existe mais um processo narrativo no EPCL 1, o de conversão. A diagramação das imagens e palavras possui um *relay*, ou seja, um objetivo em relação ao receptor. Ao analisar a parte interna do balão (Figura 05-H), há uma conversão que direciona o olhar do leitor da palavra carboidratos até a palavra ATP. Há, para tanto, uma sincronia na disposição das palavras e imagens, que fazem com o que o leitor (com determinado conhecimento prévio) entenda o fluxo de funcionamento do processo, nesse caso, o de síntese de ATP. Essa construção além de ser orientada pelo uso de vetores, como norteia a GDV, também se faz presente na fala dos autores, como demonstra o trecho a seguir:

Pronto! Na parte bioquímica, a gente ilustrou de uma forma normal o que acontece no organismo de uma pessoa normal [...]. [...] a gente tem carboidrato, insulina, aí carboidrato na célula, glicólise, Acetyl-CoA, Ciclo de Krebs, cadeia transportadora de elétrons, fosforilação oxidativa e ATP" (Autores do ECPL 1).

Sob o prisma bioquímico, a rota acima destacada, constitui o processo de respiração celular, em que os carboidratos são oxidados, através da glicólise, posteriormente são convertidos a piruvato, se transformam em Acetyl-Coenzima A e iniciam o Ciclo de Krebs,

¹¹ O índice glicêmico (IG) expressa de forma indireta como cada alimento se comporta em termos de velocidade de digestão e absorção de seus carboidratos constituintes. A partir dos valores de IG dos alimentos pode-se calcular a carga glicêmica (CG), a qual inclui tanto a quantidade como a qualidade dos carboidratos ingeridos (Souza, 2004, p. 5).

a partir do qual são liberados elétrons para a Cadeia Transportadora de Elétrons, a fim de sintetizar ATP – moeda energética utilizável pela célula (Voet et al., 2014). Deste modo, é possível perceber a coesão dos autores em apresentar essa rota que é fundamental para o metabolismo dos organismos. Destacamos, para tanto, a ausência da molécula de ATP que também deveria estar no início quando os autores se referem ao processo de glicólise, uma vez que para iniciar essa via metabólica é preciso o gasto energético (“investimento”) de duas dessas moléculas. Talvez, se os autores tivessem colocado um vetor que partisse da palavra ATP voltando para a palavra glicólise, demonstrariam saber que tais processos se inter-relacionam e são interdependentes.

Concernente à estrutura conceitual, predominam dois processos, o classificacional e o analítico. De acordo com Kress e van Leeuwen (2006), o processo classificacional se dá através da organização taxonômica dos elementos, os quais se organizam como superordenados e subordinados. Nesse ECPL, a separação dos elementos constitui três partes: a parte superior, a lateral esquerda e o grande balão (Figura 05-I).

Na porção superior, predominam elementos que constituem o aspecto social do esquema; na parte lateral esquerda, estão os elementos que reportam ao aspecto macroscópico biológico e dentro do grande balão, existem elementos de natureza biológica predominantemente microscópica. Essa estruturação também é evidenciada na fala dos autores: “A gente dividiu também no aspecto social e bioquímico...” (Autores do ECPL 1).

Sob a ótica da GDV, essa classificação auxilia na hierarquização dos elementos a fim de conhecer as suas origens; por isso, os termos superordenados e subordinados. Os elementos localizados na parte superior são superordenados como as palavras família e escola. Já as que vêm depois dessas, são as subordinadas, ou seja, as palavras pais e professor, que são elementos pertencentes a essas instituições.

Isso também ocorre em outras partes do esquema, como a partir da palavra carboidratos (superordenada) decorrem outras palavras como índice glicêmico e insulina (subordinadas). Tendo como orientação a bioquímica, os carboidratos são o elemento em comum entre índice glicêmico e insulina. O índice aponta a quantidade de carboidratos nos alimentos (a glicose é um desses carboidratos) e a insulina é o hormônio pancreático que permite a entrada de glicose na célula (Voet et al., 2014).

Como processo analítico, Kress e van Leeuwen (2006) relatam a relação do todo com as partes e das partes com o todo. O todo, pelos autores, são os participantes, e as partes, são os atributos. Nesse quesito, o ECPL 1 possui diversos participantes não-verbais e verbais, constituindo o todo. Os atributos são as cores que aparecem, havendo a predominância da cor azul ao fundo e das cores vermelha, preta e azul, as quais sugerem rotas de leitura tanto no sentido vertical, quanto no horizontal.

A categoria interativa também se faz presente nesse ECPL. Um dos objetivos dessa categoria é identificar a distância social entre o participante representado e o participante interativo, através dos planos aberto, médio e fechado (Kress, & van Leeuwen, 2006). Nesse caso, o ECPL1 possui um plano aberto, cujos elementos estimulam o participante

interativo a relacioná-los entre si.

A interação também é estabelecida com o leitor através das imagens de demanda e oferta. Nesse caso, a mulher que direciona o olhar para o leitor se constitui como uma imagem de demanda. Como imagens de oferta estão presentes a menina se alimentando, o menino ingerindo refrigerante, o bebê sendo amamentado e a moça se alimentando de chocolates (Figura 06). Estas são consideradas imagens de oferta por não estabelecerem um direcionamento do olhar direto com o leitor.



Figura 06. Destaques das imagens de oferta e demanda (categoria interativa)

Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

O ECPL 1 ainda apresenta traços da categoria composicional, como valores de informação (dado, mediador e novo), saliência e enquadramento (Figura 07).

Como dado, aparecem as palavras professor, família, pais e atividade física. E como novo, estão outros elementos como mídia, propagandas, ansiedade, controle, leptina. Como elemento mediador, encontra-se o grande balão que integra as relações, tanto do ponto de vista social e cultural, quanto do ponto de vista biológico. De posse dessa configuração, pode-se inferir que são os novos conceitos apresentados pelos autores.

Como elementos de saliência, o grande balão encontra-se em destaque, certamente em busca de sobressaltar os elementos, que foram classificados de acordo com a sua natureza (biológica, predominantemente microscópica, ou submicroscópica).

No que concerne ao enquadramento, existem diversos vetores que direcionam o olhar do leitor e o sentido de leitura, assim como supracitado na categoria representacional. Isto delimita os espaços no esquema e contribui para sua análise e compreensão.

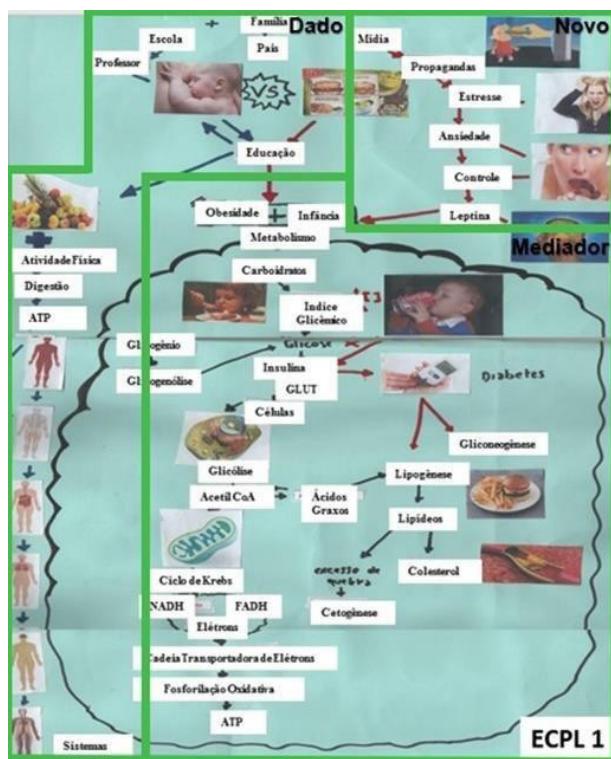


Figura 07. Elementos dado, novo e mediador (categoria composicional)

Fonte: Material elaborado pelos licenciandos. Acervo pessoal.

Conclusões e implicações

A partir desses resultados, é possível chegar a algumas conclusões:

1) Embora esse trabalho não tenha tido como objetivo classificar/categorizar ECPL, percebe-se que estes se constituem em ferramentas multimodais. Como resultam da combinação de textos verbais e não verbais, podem auxiliar na verificação/evolução da aprendizagem, pois permitem ao professor dimensionar as relações conceituais desenvolvidas pelos alunos, favorecendo as articulações mediante diálogos estabelecidos durante a construção;

2) A Gramática de *Design Visual* colabora de modo significativo na análise de Esquema Conceitual em *Parking Lot*, permitindo atribuir sentidos e significados à organização conceitual desenvolvida, além das relações conceituais;

3) Sob a ótica da GDV, apesar de algumas lacunas estarem presentes no ECPL 1, não há comprometimento da construção dos conceitos, pois os atores sociais (no caso, os alunos), escolheram tais representações por considerá-las as mais adequadas para o contexto, ou seja, aspectos trazidos a partir das suas experiências e que também foram desenvolvidos nas aulas ao longo da disciplina;

4) Não há predomínio de uma categoria da GDV em relação à outra, sendo possível perceber diversos processos de cada categoria nos esquemas;

Consideramos ser possível analisar a construção de determinados conceitos e significados a partir das categorias pressupostas pela GDV a partir do uso do texto híbrido (verbal/não-verbal) dos ECPL, a despeito de suas limitações. No entanto, a utilização dos ECPL com (ou sem) o auxílio da GDV requer inquestionavelmente, o que se discute na fundamentação teórica desse trabalho, o letramento visual. Diversas pesquisas (Carneiro et al., 2003; Martins, 1996; Piccinini, 2003; Reid & Bevridge, 1986) voltadas ao Ensino de Ciências legitimam o papel das imagens e afirmam que estas desempenham um papel facilitador na explicação e compreensão de conceitos científicos.

Por fim, este artigo ilustra a potencialidade da Gramática do Design Visual para o estudo de imagens e representações em um contexto específico, o ensino de Bioquímica. Ressaltamos a importância de pesquisas que se dediquem a explorar os textos não-verbais, o campo semiótico e o letramento visual. A partir delas, ampliar o desenvolvimento de sentidos e significados na construção de conceitos científicos poderá trazer grandes contribuições aos processos de ensino-aprendizagem.

Referências

- Albuquerque, T. C. C., Costa, J. S., Carneiro-Leão, A. M. A., & Martins, M. M. (2017). O uso de imagens em sala de aula: as concepções de professores e estudantes da licenciatura em Ciências Biológicas. In *Anais X Congreso Internacional de Didactica de las Ciencias*. Sevilha, Espanha.
- Azevedo, A. P. B. M. (2015). *Multimodalidade na sala de aula: estratégias textual-discursivas para leitura de imagens e produção de sentidos*. (Dissertação de Mestrado em Letras), Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Baek, Y. J., Paik, H. J., & Shim, J. E. (2014). Association between family structure and food group intake in children. *Nutrition Research Practice*, 8 (4), 463–468.
- Baldry, A., & Thibault, P. J. (2005). *Multimodal Transcription and Text Analysis: A Multimedia Toolkit and Coursebook with Associated On-line Course*. London: Equinox Publishing Ltd.
- Barthes, R. (1990). *O óbvio e o obtuso: ensaios críticos III*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Brayner-Lopes, F. M. (2015). *Formação de docentes universitários: um complexo de interações paradigmáticas*. (Tese de Doutorado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Carneiro-Leão, A. M. A., Mayer, M., & Nogueira, R. A. (2010). Ensinando biologia numa perspectiva de complexidade. In Z. Jófili, A. Vasconcelos de Almeida (Orgs.) *Ensino de biologia, meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam* (pp. 257–206). Recife, Pernambuco: *Revista Ampliada/Regional 5*.

- Carneiro, M. H. S., Dib, S. M. F., & Mendes, J. R.S. (2003). Texto e imagens no ensino de ciências. In *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, (1–8). Bauru, São Paulo.
- Carvalho, F. F. (2007). *Significados compostacionais e a formação de subjetividades na primeira página de jornais mineiros: um estudo de caso à luz da gramática do design visual*. (Dissertação de Mestrado em Estudos Linguísticos), Faculdade de Letras, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Dondis, D. A. (1991). *Sintaxe da Linguagem Visual*. São Paulo: Martins Fontes.
- Ferreira, C. R. C., & Gonçalves, H. J. L. (2017). Mapeando tendências da pesquisa na área de Educação em Bioquímica da SBBq de 2006 a 2016. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 15 (1), 14–23.
- Francisco, W., & Junior, W. E. F. (2010). A Bioquímica a Partir de Livros Didáticos: Um Estudo dos Livros de Química Aprovados Pelo PNLEM 2007. In *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)*. (1–12). Brasília.
- Gomes, L. M. J. B., & Messeder, J. C. (2013). A presença das TIC no ensino de Bioquímica: uma investigação para uma análise crítica da realidade. In *Anais Eletrônicos do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. São Paulo, São Paulo.
- Gontijo, S. (2004). *O livro de ouro da comunicação*. São Paulo: Ediouro.
- Gouvêa, G., Pralon, L., Oliveira, C. I. C., & Machado, M. A. D. (2016). Modos de ler imagens em contextos de formação inicial de professores. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, (13), 135–159.
- Halliday, M. A. K., & Matthiessen, C. M. I. M. (2004). *An introduction to Functional Grammar*. London: Hodder Education.
- Hodge, R., & Kress, G. R. (1988). *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Jewitt, C., & Oyama, R. (2004). Visual Meaning: a Social Semiotic Approach. In T. van Leeuwen, & C. Jewitt, *Handbook of Visual Analysis*. London: SAGE Publications Ltd.
- Klein, T. A. S. (2011). *Perspectiva Semiótica sobre uso de imagens na Aprendizagem Significativa do Conceito de Biotecnologia por Alunos do Ensino Médio*. (Tese de Doutorado em Ensino das Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual de Londrina, Paraná.
- Kress, G. R., Leite-Garcia, R., & van Leeuwen, T. (2000). *Semiótica discursiva. El discurso como estrutura y proceso: estúdios sobre el discurso. Una introducción multidisciplinaria*. Espanha: Gedisa Editorial.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (1996). *Reading images: The grammar of visual design*. London: Routledge.

- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2001). *Reading images: The grammar of visual design*. London: Routledge.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design*. London: Routledge.
- Kress, G. (2010). *Multimodality: A Social Semiotic Approach to Contemporary Communication*. New York: Routledge.
- Laburu, C. E., & Silva, O. H. M. (2011). Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 16 (1), 7–33.
- Lemke, J. (2010). Letramento metamidiático: transformando significados e mídias. *Revista Trabalhos em Linguística Aplicada*, 49 (2), 455–479.
- Loguercio, R. Q., Souza, D., & Del Pino, J. C. (2007). Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. *Ciências & Cognição*, 10 (1), 147–155.
- Lopes, F. M. B. (2007). *Ciclo Celular: estudando a formação de conceitos no ensino médio*. (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Macêdo, P. B. (2014). *Investigando as relações sistêmicas homem-ambiente-teia alimentar à luz do Modelo das Múltiplas Perspectivas de Aprendizagem - MoMuP*. (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Martins, I. (1996). O papel das representações visuais no ensino e na aprendizagem de ciências, In Moreira, A. (org.). *Atas do I Encontro de Pesquisa e Educação em Ciências*. (294–299). Águas de Lindóia, São Paulo.
- Martins, I., Gouvêa, G., & Piccinini, C. (2005). Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura*, 57 (4), 38–40.
- Mariotti, H. (2008). *As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade*. 3 ed. São Paulo: Palas Athena.
- Mattar, J. (2013). O uso das redes sociais na educação. *Jornal Corumbá*, ano I, 5 ed. Jun/ Jul. Poços de Caldas: UEMG.
- MEC (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Secretaria de Educação Básica.
- Medeiros, E. P. (2011). *Concepção sistêmica de respiração celular por licenciandos em Biologia*. (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Moraes, M. B., & Andrade, M. H. P. (2009). *Ciências: ensinar e aprender*. Belo Horizonte: Dimensão.

- Murray, R. K., Granner, D. K., & Rodwell, V. W. (2010). *Harper: Bioquímica Ilustrada*. São Paulo: Artmed.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2014). *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Nöth, W. (2003). *Panorama da Semiótica: de Platão a Peirce*. 4. ed. São Paulo: Annablume.
- Novak, J. D., & Canãs, A. J. (2010). A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, (5), 9–29.
- Oliveira, C. I. C., Gouvêa, G., Ribeiro, L. B., & Wilke, V. C. L. (2008). *Imagem e educação*. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ.
- Oliveira, S. (2008). *Texto visual, estereótipos de gênero e o livro didático de língua estrangeira*. Trabalhos em Linguística Aplicada, (47), 91–117. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-18132008000100006>
- Oliveira, M. M. (2012). *Como fazer pesquisa qualitativa*. 4. ed. Petrópolis: Vozes.
- Pereira, A. F. (2008). *Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da genética utilizando jogos didáticos*. (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Pereira, A. G., & Terrazan, E. A. (2011). A multimodalidade em textos de popularização científica: contribuições para o ensino de ciências para crianças. *Ciência e Educação*, 17 (2), 489–503.
- Petermann, J. (2005). Textos Publicitários Multimodais: Revisando a gramática do design visual. In *Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação*. (p. 1–13). Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Piccinini, C. L. (2003). *Análise da comunicação multimodal na sala de aula de ciências: um estudo envolvendo o conceito de célula*. (Dissertação de Mestrado do Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Pinheiro, T. D. L., Silva, J. A., Souza, P. R. M., Nascimento, M. M., & Oliveira, H. D. (2009). Ensino de Bioquímica para acadêmicos de Fisioterapia: visão e avaliação do discente. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, (1), C1–C11.
- Rocha, F. (2008). *Imagen e palavra: a produção literária para crianças em livros das autoras/ilustradoras Ângela Lago e Eva Furnari* (Monografia de Graduação em Pedagogia), Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.
- Reid, D., Bevridge, M. (1986). Effects of text illustration on childrens learning of a school science topic. In *British Journal of Educational Psychology*, 56, 294–303.

- Sá, R. G. B. (2007). *Um estudo sobre a evolução conceitual de respiração* (Dissertação de Mestrado em Ensino das Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Sá, R. G. B. (2017). *Construção de conceitos da biologia na perspectiva sistêmico-complexa a partir do MoMuP-PE, articulado à teoria histórico-cultural* (Tese de Doutorado em Ensino das Ciências, UFRPE), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.
- Santaella, L. (2005). *Matrizes da linguagem e pensamento: sonora, visual e verbal*. 3. ed. São Paulo: Iluminuras.
- Santaella, L. (2012). *Leitura de imagens*. São Paulo: Melhoramentos.
- Santos, Z. B., & Pimenta, S. M. O. (2014). Da Semiótica Social à Multimodalidade: A Orquestração de Significados. CASA: Cadernos de Semiótica Aplicada, 12 (2), 295–324.
- Scaglioni, S., Arrizza, C., Vecchi, F., & Tedeschi, S. (2011). Determinants of children's eating behavior. *The American Journal Clinical Nutrition*, 94 (6), 2006S– 2011S.
- Silva, F. K. M., & Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 207–218.
- Silva, G. A., Costa, K. A., & Giugliani, E. R. (2016). Infant feeding: beyond the nutritional aspects. *Jornal de Pediatria*, 92 (3), S2–S7.
- Soares, M. (2002). Novas Práticas de Leitura e Escrita: Letramento na Cibercultura. *Educação e Sociedade*, 23 (81), 143–160.
- Souza, A. G. (2004). Índice glicêmico e carga glicêmica de frutos brasileiros. (Dissertação de Mestrado em Interunidades em Nutrição Humana Aplicada), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Stokes, S. (2002). Visual literacy in teaching and learning: A literature perspective. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 1 (1), 10–19.
- Unsworth, L. (2001). *Teaching multiliteracies across the curriculum: changing contexts of text and image in classroom practice*. Buckingham: Open University.
- Voet, D., Voet, J. G., & Pratt, C. W. (2014). *Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Yokaichiya, D. K. (2005). *Estruturação e avaliação de uma disciplina de Bioquímica a Distância baseada no Modelo de Aprendizagem Colaborativa*. (Tese de Doutorado em Biologia Funcional e Molecular), Universidade de Campinas, São Paulo.

Raíza Nayara de Melo Silva

 <https://orcid.org/0000-0002-6672-0583>

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Recife, Pernambuco, Brasil
raiza.melo@outlook.com

Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão

 <https://orcid.org/0000-0002-8815-8624>

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Recife, Pernambuco, Brasil
ana.acleao@gmail.com

Submetido em 29 de abril de 2019

Aceito em 02 de Julho de 2019

Publicado em 24 de setembro de 2019