

Adaptação da Ferramenta de Análise da Apropriação da Linguagem Social da Ciência Escolar para avaliação da aprendizagem dos conceitos da Biologia funcional

Cássia Regina Reis Muniz

Universidade Federal da Bahia, Colégio da Polícia Militar da Bahia Dendezeiros
casmuniz@gmail.com

Anna Cassia de Holanda Sarmento

Universidade Federal da Bahia, Colégio da Polícia Militar da Bahia Dendezeiros
anna.cassia01@hotmail.com

Natália Rodrigues da Silva

Universidade Federal da Bahia, Colégio da Polícia Militar da Bahia Dendezeiros
nataliagreen2007@yahoo.com.br

Thiago Serravalle de Sá

Universidade Federal da Bahia, Colégio da Polícia Militar da Bahia Dendezeiros
thiago.de.sa@gmail.com

Charbel Niño El-Hani

Universidade Federal da Bahia
charbel.elhani@pq.cnpq.br

Claudia Sepulveda

Universidade Estadual de Feira de Santana/Departamento de Educação,
causepulveda@ig.com.br

Resumo

Este artigo trata de uma investigação realizada sobre o potencial heurístico da ferramenta de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar no que diz respeito a conteúdos conceituais de Biologia Funcional. Foram usados critérios de análise fundados na abordagem vigotskiana do desenvolvimento cognitivo e na concepção dialógica da compreensão de Bakhtin, bem como numa metodologia de análise semântica baseada na noção de padrão temático de Lemke. Os resultados apontam: para eficácia do uso da ferramenta para auxiliar no planejamento das aulas; que o professor deve usar livros didáticos e acadêmicos para desenvolver o padrão temático referente ao conteúdo que será discutido em sala; para a necessidade de comparar o conjunto de itens temáticos e

relações semântica utilizados e estabelecidos pelos estudantes com aqueles que efetivamente foram construídos e disponibilizados em sala de aula pelo professor, a fim de obter resultados de aprendizagens mais fiéis ao trabalho desenvolvido.

Palavras chave: Ferramenta de análise; Biologia Funcional; Padrão temático

Abstract

This paper investigates the heuristic potencial of the appropriation of the social language of school science analysis tool to what regards the conceptual contents of functional biology. Analysis criteria were based on the Vygotskian approach to cognitive development and the dialogical conception of Bakhtin's understanding, as well as on a semantic analysis methodology based on Lemke's thematic standard. The results indicates: the effectiveness of the tool to aid in the planning of the classroom activities; That the teacher should use didactic and academic textbooks to develop the thematic standard regarding the content that will be discussed in the classroom; The need to compare the set of thematic items and semantic relations used and established by students with those that were actually constructed and made available in the classroom by the teacher, in order to obtain results of more faithful learning to the developed work.

Key words: Analysis tool; Functional biology; Thematic pattern

Introdução

A ferramenta de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar (FAALSCE) foi construída para ser empregada como um instrumento de avaliação da aprendizagem de conceitos de seleção natural relacionados a adaptação, em uma perspectiva sociocultural da aprendizagem (SEPULVEDA et al, 2011) e desenvolvida em um contexto de investigação de uma sequência didática (SD), construída, implementada e avaliada por um grupo de pesquisa (CoPPEC, 2012)¹.

As SDs construídas pelo grupo focam em conteúdos da biologia funcional e evolutiva (MAYR,1988; CAPONI, 2002) e são norteadas por princípios de planejamento (design), entendidos como generalizações teóricas derivadas do trabalho empírico em sala de aula. A validação das SDs se dá pela da comparação entre as vias de aprendizagem planejadas e aquelas efetivamente realizadas (validação interna), como critério de justificação a posteriori (MÉHEUT, 2005). Os instrumentos de coletas de dados utilizados são pré e pós-teste, entre outras atividades processuais. Para dados do pré e pós-teste da SD sobre evolução (Biologia Evolutiva), cujas questões exigiam respostas discursivas, foi preciso construir uma ferramenta para avaliar a apropriação do discurso da ciência.

¹ O grupo de pesquisa em questão será nomeado após aceite do trabalho.

A FAALSCE apresenta critérios que permitem a verificação da apropriação da linguagem social da ciência por meio do discurso ressignificado do estudante, tendo os seguintes pressupostos: (1) a aprendizagem é um processo de natureza social (VIGOTSKI, 2001) e é mediada pela linguagem (WERTSCH, 1985); (2) a aprendizagem se dá quando ocorre uma compreensão de caráter dialógico (BAKHTIN, 1981); (3) a apropriação dos conceitos a partir do discurso escolar pode ser descrita em termos de três estágios – i) o estudante utiliza as palavras dos outros para se comunicar sobre o conteúdo; ii) o estudante usa tanto as suas palavras quanto as dos outros para falar sobre o conteúdo; iii) o estudante se apropria completamente dos conceitos e utiliza sofisticadamente em seu discurso as ideias da ciência escolar para desenvolver os seus argumentos (MORTIMER; SCOTT, 2003) – e (4) aprender ciências significa apropriar-se do discurso das ciências, se expressando semanticamente de acordo com o padrão temático² da ciência escolar (LEMKE, 1997).

Para atender à demanda de avaliar o potencial heurístico da FAALSCE na análise de textos de estudantes sobre conteúdos conceituais de outros campos além da biologia evolutiva, investigamos seu valor heurístico acerca de conteúdos conceituais da Biologia Funcional. Tal investigação se deu no contexto de uma SD sobre membrana plasmática com foco em modelos implementada na primeira série do ensino médio (EM) num colégio público do Estado da Bahia. A pesquisa foi realizada em duas etapas: (1) adequação da FAALSCE para a análise de conteúdos da Biologia Funcional, a construção do padrão temático da ciência escolar para o fenômeno da sinalização celular e transporte de glicose e o estabelecimento das hierarquias entre as relações semânticas³ e (2) análise do texto dos estudantes comparando-os com o padrão temático estabelecido para a linguagem da ciência escolar.

Neste artigo focamos na primeira etapa da pesquisa. Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo apresentar como se deu a construção da FAALSCE a partir da sua adequação para o ensino de citologia em um contexto real de sala de aula. Apresentaremos, inicialmente, os aspectos estruturantes da FAALSCE. Em seguida faremos uma descrição do desenvolvimento da metodologia empregada: os critérios de análise utilizados pela FAALSCE, a construção do padrão temático da ciência escolar para sinalização celular e transporte de glicose (difusão facilitada), utilizando o caso específico da *diabetes melitus*, e as categorias que foram utilizadas para os procedimentos de análise.

Aspectos estruturantes da FAALSCE

Para a construção da FAALSCE adotamos três aspectos da apropriação da linguagem da ciência escolar: (1) o domínio da linguagem social da ciência escolar, (2) uso conceitual dos termos e a (3) ressignificação do conteúdo da ciência escolar

² Padrão temático, segundo Lemke (1997), pode ser definido como uma rede de inter-relações entre os conceitos científicos dentro de um dado campo, descritos semanticamente nos termos da linguagem desse campo.

³ As hierarquias das relações semânticas indicam o nível de dificuldade dos estudantes para a sua compreensão e foram determinadas de acordo com os conteúdos estrutura da membrana e relação entre estrutura e função da membrana.

(SEPULVEDA et al., 2011).

Analizamos o domínio da linguagem social da ciência escolar por meio de referentes teóricos e características estilísticas próprias da linguagem social da ciência escolar (ver HALLIDAY, 1985) em enunciados escritos pelos estudantes.

Avaliamos se o estudante usou o termo de forma indicativa, instrumento de pensamento ou de forma conceitual (ver SEPULVEDA et al., 2011). Observou-se, também, de acordo com Mortimer e Scott (2003): descrição, explicação e generalização. Segundo estes parâmetros, um indicativo de que o estudante se apropriou e usa com fluência a linguagem social da ciência pode ser observado quando, além de descrições, ele elabora também explicações e generalizações utilizando referentes teóricos com maior frequência do que referentes empíricos.

Para avaliar o critério relacionado à ressignificação observamos se o estudante utiliza as suas próprias palavras para “falar ciência”, para tanto, a FAALSCE prevê analisar de forma sistemática se o discurso ressignificado pelo estudante é condizente com o discurso da ciência escolar, comparando-se o padrão temático de ambos. Ao comparar o padrão temático do estudante com o da ciência escolar, podemos identificar quais relações semânticas presentes no modo de falar da ciência escolar são preservadas.

O padrão temático de qualquer discurso sobre um tema científico pode ser representado graficamente por um diagrama temático (LEMKE, 1997). Sua construção é orientada pelos seguintes passos: (1) identificação dos itens temáticos; (2) construção das relações semânticas estabelecidas entre cada termo, ou seja, determinação de como os significados de duas palavras estão relacionados quando ambas são usadas para falar de um tema em particular (a exemplo do par Membrana Agente (Ag)/Processo (Pr) Transporte de substância) e (3) conexão entre o conjunto de relações semânticas num padrão temático.

Adequação da FAALSCE para conteúdos da Biologia Funcional

Um fenômeno biológico pode ter múltiplas causas, podendo ser agrupadas em duas categorias: a funcional, relacionada à fisiologia e ao desenvolvimento do organismo, limitando-se ao seu tempo de vida, portanto, consideradas próximas (que gera questões do tipo “Como?”); e a evolutiva, que procura explicar porque o organismo é do jeito que ele é (gerando questionamentos do tipo “Por que?”). Essa dualidade gera uma divisão da biologia tanto nos métodos de pesquisa quanto nos conceitos básicos, gerando um modo distinto de falar sobre estes fenômenos na linguagem social da ciência

De modo equivalente, os textos produzidos pelos estudantes para falar desses fenômenos têm gêneros distintos, ou seja, para a Biologia Evolutiva tem-se o gênero narrativo com características explicativas e para a Biologia Funcional tem-se o gênero argumentativo com aspectos descritivos e explicativos. Logo, foram necessárias algumas modificações na FAALSCE para adequá-la a análise do conteúdo da Biologia Funcional. Foi preciso, também, construir o padrão da linguagem da ciência escolar e estabelecer as hierarquias próprias para o conteúdo referente a citologia, mais precisamente sinalização celular e transporte da glicose.

Contexto da Pesquisa e Construção da Sequência didática

O trabalho de pesquisa que gerou os dados para esta pesquisa tem o título “Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade” (SARMENTO, 2016). A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de desenvolvimento de inovação educacional (NIEVEEN et al., 2006), orientado pelo referencial teórico-metodológico da pesquisa de design educacional.

Foram coletados dados que permitissem avaliar quais objetivos educacionais foram alcançados, cumprindo as expectativas com as características providas à SD. Para tanto foram produzidos diferentes informações e dados a partir de filmagens das atividades realizadas em sala de aula, cadernos de campo escritos por professores-pesquisadores e questionários aplicados aos estudantes antes, durante e ao final da intervenção (SARMENTO, 2016). Para este trabalho interessa-nos particularmente as filmagens das interações discursivas, as quais nos fornecem informações de como a linguagem social da ciência escolar foi disponibilizada no plano social da sala de aula para que pudéssemos determinar as relações semânticas estabelecidas sobre o tema e, portanto, construir um padrão temático que serve como parâmetro para avaliarmos o uso da linguagem da ciência escolar pelos estudantes.

Construção do padrão temático para difusão facilitada e sinalização celular: o caso da diabetes como exemplo

Para a aplicação da FAALSCE, é preciso construir um padrão temático que represente o modo de falar da linguagem social da ciência escolar do tema científico em questão, que sirva de parâmetro para avaliarmos o quanto o estudante preserva esse modo de falar ao ressignificar a perspectiva da ciência escolar. O padrão temático da ciência escolar para o fenômeno da sinalização celular e transporte de glicose foi construído, inicialmente, usando livros didáticos de Biologia do EM e livros do Ensino Superior.

A busca nos livros didáticos foi realizada com base no tema transporte de substâncias (difusão facilitada) e o processo de sinalização celular e transporte de glicose. Dentre os livros do EM que tratavam de sinalização celular, a maioria o fazia quando apresentavam o exemplo do transporte de glicose e de como o reconhecimento da insulina por proteínas receptoras desencadeia processos metabólicos que culminam no transporte da glicose para dentro da célula. Além disso, com intuito de integrar os aspectos filosóficos e epistemológicos relativos a abordagem organizacional do conceito de função biológica (MOSSIO et al., 2009) para a elaboração do padrão temático, buscamos estes temas nos em artigos acadêmicos. Com isso objetivamos que o padrão temático da ciência escolar apresentasse uma descrição do sistema, evidenciando sua organização e contivesse a explicação de como o reconhecimento e o transporte de substâncias contribuem para a organização do sistema, bem como indicasse os processos regulatórios que constroem a expressão da função.

Inicialmente, construímos um texto que serviu de parâmetro para a construção do padrão temático (LEMKE, 1997) que abordava a membrana plasmática de forma geral, enfocando tanto aspectos estruturais e funcionais, como relações entre esses aspectos (relação estrutura função). O padrão temático construído a partir desse texto foi utilizado para o planejamento das aulas referentes ao tema. Em seguida, construímos um padrão

temático da ciência escolar para difusão facilitada e sinalização celular usando o metabolismo da glicose e o caso da diabetes como exemplo. O texto construído foi assim redigido:

A **membrana plasmática** é uma estrutura que delimita a célula e que tem como característica a **permeabilidade seletiva**, é capaz de fazer o **transporte de substâncias**, tais como a glicose. A **regulação do metabolismo** da glicose depende do **reconhecimento de substâncias** (hormônio insulina) que é promovido pela presença de **proteínas receptoras** na membrana plasmática. Para que ocorra a entrada de glicose na célula, proteínas receptoras presentes na membrana ligam-se ao hormônio insulina promovendo processos do metabolismo celular, os quais ativam **proteínas integrais** da membrana que têm a função de transportar a glicose, **à favor do gradiente de concentração**, por **difusão facilitada** (MUNIZ, 2016).

A partir do texto padrão, estabelecemos os itens temáticos (destacados em negrito no padrão temático acima) e as relações semânticas entre eles, seguindo o glossário de relações semânticas proposto por Lemke (1997).

As relações semânticas entre os itens temáticos no do texto padrão são⁴: Célula – **Td/Prt** – Membrana plasmática; Membrana plasmática **Td/Prt** – Proteína integral; Proteína integral – **Cl/Mb** – Proteínas receptoras; Proteína integral – **Cl/Mb** – Proteínas transportadora; Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias; Membrana plasmática – **Ag/Pr** – Transporte de substâncias; Membrana plasmática – **Td/Prt** – Proteína integral – **Ag/Pr** – Difusão facilitada; [Membrana plasmática – **Td/Prt** – Proteína integral – **Ag/Pr** – Difusão facilitada] **Cs/Cq** [Membrana plasmática – **Ag/Pr** – Transporte de substâncias]; Membrana plasmática – **Co/At** – Permeabilidade seletiva; Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação; [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação] – **Cs/Cq** - [Membrana plasmática – **Td/Prt** – Proteína integral – **Ag/Pr** – Difusão facilitada]; [Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias] – **Cs/Cq** – [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação]; Transporte de substâncias – **Pr/Mo** – À favor do gradiente de concentração; [Transporte de substâncias – **Pr/Mo** – À favor do gradiente de concentração] – **Cl/Mb** – Difusão facilitada; {[Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias] – **Cs/Cq** – [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação]} – Sin – Sinalização; {[Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias] – **Cs/Cq** – [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação]} – **Cnd/It** – Regulação do Metabolismo.

Construção do padrão temático representativo da linguagem da ciência escolar disponibilizada em sala de aula

O padrão temático sobre sinalização celular e transporte de glicose e as relações

⁴ Para facilitar o entendimento colocamos a seguir o significado de cada par semântico que aparece no padrão temático: Td/Prt (todo/parte); Cl/Mb (classe/membro); Co/At (coisa/atributo); Ag/Pr (agente/processo); Cs/Cq (causa/consequência); Pr/Pc (processo/paciente); Pr/Mo (processo/modo) It/Cnd (Item condicionado/Condição).

semânticas estabelecidas a partir dele foram usados como padrão do discurso da ciência escolar para fins do planejamento de ensino. A professora-pesquisadora visou construir o padrão temático ao longo da SD por meio das interações discursivas em sala de aula e pela mediação dos recursos didáticos que elaborou e aplicou em sala de aula (MUNIZ, 2016).

Entretanto concluímos que, para fins de análise dos textos produzidos pelos estudantes, seja para responder às questões de pesquisa e/ou para avaliação pedagógica, é preciso comparar o conjunto de itens temáticos e relações semântica por eles utilizados e construídos com aqueles efetivamente construídos e disponibilizados socialmente nas interações em sala de aula.

Para tanto, foram selecionados episódios de ensino ocorridos em turmas distintas e momentos diferentes da SD, nos quais eram construídas relações semânticas entre itens temáticos julgados como fundamentais na descrição e explicação dos processos de sinalização e transporte de substâncias: (1) célula, (2) membrana plasmática, (4) proteínas receptoras, (4) proteínas integrais, (5) reconhecimento de substâncias, (6) regulação do metabolismo, (7) difusão facilitada, (8) permeabilidade seletiva, (9) transporte de substâncias.

Com base neste critério selecionamos um episódio como exemplo da nossa análise (Quadro1). É importante deixar claro, que nossa intenção não foi analisar as interações em sala de aula no que diz respeito aos aspectos relativos à comunicação e relação social entre os participantes, mas identificar as relações semânticas estabelecidas entre os itens temáticos importantes para a compreensão do conteúdo de sinalização e transporte de glicose.

TURNOS	TRANSCRIÇÕES
1	Professora: no momento que a insulina é produzida é levada pelo sangue até as células/ quando chega nas células um receptor de membrana/uma proteína de membrana/ se fixa na insulina/ quando o receptor de membrana se fixa na insulina/ acontece um monte de reação química dentro da célula/ são reações em cadeia/ uma reação vai puxando outra/ aí/ essas reações químicas que acontecem aqui dentro da célula ((apontando para a imagem projetada do modelo do mosaico fluído, figura 1))/ estimulam essa proteína de membrana/ vermelhinha aqui ((apontando para da imagem projetada do modelo de mosaico fluído, figura 1))/ que é uma proteína transportadora/ essa proteína de membrana/ agora estimulada/ transporta glicose do meio extracelular para o meio intracelular/ do meio mais concentrado para o meio menos concentrado/ através de uma proteína/ esse tipo de transporte é difusão simples ou facilitada?
2	Estudantes: facilitada
3	Professora: facilitada/ perfeito/ porque esta sendo feito com o auxílio de uma proteína transportadora

Quadro 1: Episódio 1: Esse tipo de transporte é difusão simples ou facilitada? Aula sobre doenças relacionadas com a membrana

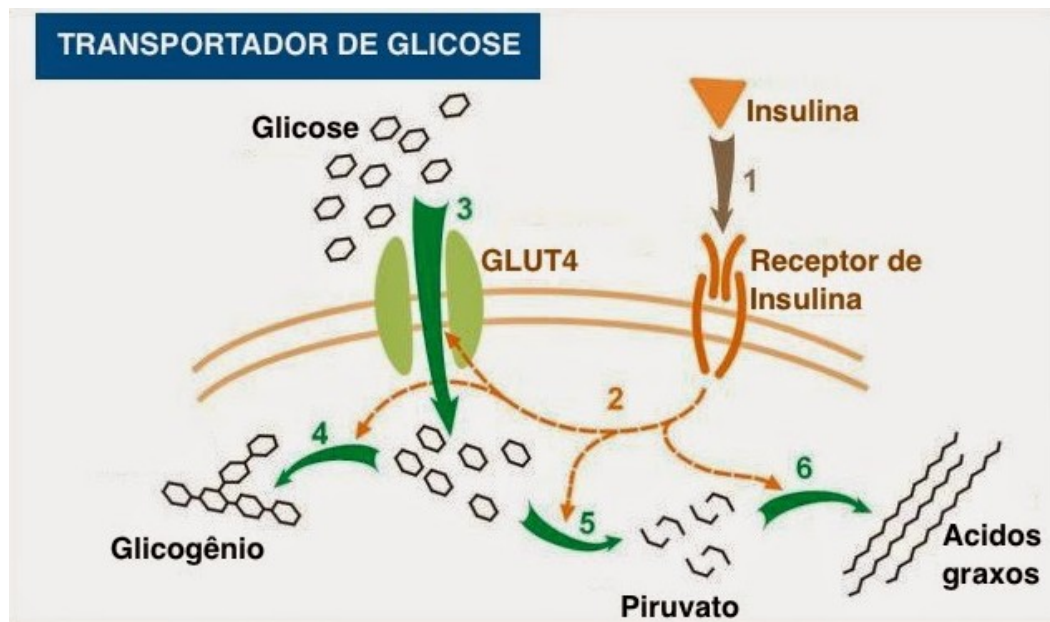


Figura 1: Modelo de sinalização celular e transporte de glicose. Disponível em:
<<http://www.medicinageriatrica.com.br/wp-content/uploads/2013/04/insulina-glicose.jpg>>

Este episódio pode ser considerado um nexos temático, que, segundo Lemke (1997), é o momento do discurso em que ocorre a conexão de várias relações semânticas, portanto, um ponto chave do desenvolvimento deste tema. Outrossim, há aplicação de certas relações semânticas gerais, colocadas no padrão temático geral de membrana, aplicados especificamente a questão da diabetes. No primeiro turno de fala, a professora disponibiliza a ideia de que o transporte da glicose pelas proteínas transportadoras é causado pelo reconhecimento do hormônio insulina pelas proteínas da membrana (proteínas receptoras). Assim, percebemos que está sendo disponibilizada a seguinte relação semântica: {[Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias] – **Cs/Cq** – [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação]. A professora, em seguida, expressa que o transporte da glicose causado pelo reconhecimento do hormônio insulina é uma condição regulação do metabolismo da glicose. Assim, ela elabora a seguinte sequência de relações semânticas de natureza lógica: {[Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias] – **Cs/Cq** – [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação]} – **Cnd/It** – Regulação do Metabolismo). Neste turno de fala, também, observamos que a professora falou que proteínas receptoras, que são um tipo de proteína integral, fazem parte da membrana, então neste enunciado estabelece-se uma relação entre a parte, que é proteína integral, e o todo, que é membrana e a relação entre proteína integral que é a classe e a proteína receptora que é um membro desta classe, duas relações semânticas do tipo taxonômica (Membrana plasmática – **Td/Prt** – Proteína integral; Proteína integral – **CI/Mb** – Proteínas receptoras). Ainda no turno 1, foi construída a relação entre os itens proteína receptora e reconhecimento celular, referindo-se ao primeiro item como agente do processo que é o reconhecimento celular (Proteínas

receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias). Na sequência deste mesmo episódio, observamos uma relação semântica entre os itens membrana plasmática e transporte de substâncias, uma relação do tipo transitiva, sendo a membrana agente do processo transporte de substâncias (Membrana plasmática – **Ag/Pr** – Transporte de substâncias). Observa-se no discurso da professora, a relação parte/todo, existente entre os itens membrana plasmática e proteína integral, e a relação proteína integral agente do processo da difusão facilitada. Estas relações formam uma condensação que se relaciona logicamente por meio do par semântico causa/consequência com outra condensação, já mencionada acima, membrana plasmática agente do processo transporte de substâncias: ([Membrana plasmática – Td/Prt – Proteína integral – **Ag/Pr** – Difusão facilitada] **Cs/Cq** [Membrana plasmática – **Ag/Pr** – Transporte de substâncias])

A partir da análise dos turnos de fala do Episódio, que a insulina ao fixar-se na proteína receptora estimula processos metabólicos celulares que, por sua vez, causam a ativação da proteína transportadora, além disso é evidente que a proteína transportadora é paciente do processo de ativação ([Proteínas receptoras – **Ag/Pr** – Reconhecimento de substâncias] – **Cs/Cq** – [Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação]). Na sequência, notamos que a ativação da proteína transportadora é a causa do processo de difusão facilitada que é realizada pelas proteínas integrais transportadoras da membrana ([Proteína transportadora – **Pc/Pr** – Ativação] – **Cs/Cq** - [Membrana plasmática – Td/Prt – Proteína integral – **Ag/Pr** – Difusão facilitada]). Na fala da professora fica evidente, que a difusão facilitada é um tipo de transporte de substâncias que ocorre a favor do gradiente de concentração, podendo ser estabelecida a relação semântica do tipo circunstancial processo/modo entre os itens temáticos transporte de substâncias e à favor do gradiente. Também é possível evidenciar a relação do tipo taxonômica classe/membro entre a condensação destes itens e difusão facilitada ([Transporte de substâncias – **Pr/Mo** – A favor do gradiente de concentração] – **Cl/Mb** – Difusão facilitada)).

Construção de Diagramas Temáticos.

A partir das relações semânticas (LEMKE, 1997) encontradas no discurso da professora e compartilhadas com os estudantes em sala de aula, construímos um diagrama temático (figura 2) para a explicação dos processos de difusão facilitada e sinalização celular. O diagrama temático (LEMKE, 1997) representa graficamente o padrão temático desse campo do conhecimento, construído na linguagem da ciência escolar, representando também o parâmetro do padrão temático partir do qual serão analisados os textos dos estudantes para os mesmos fenômenos.

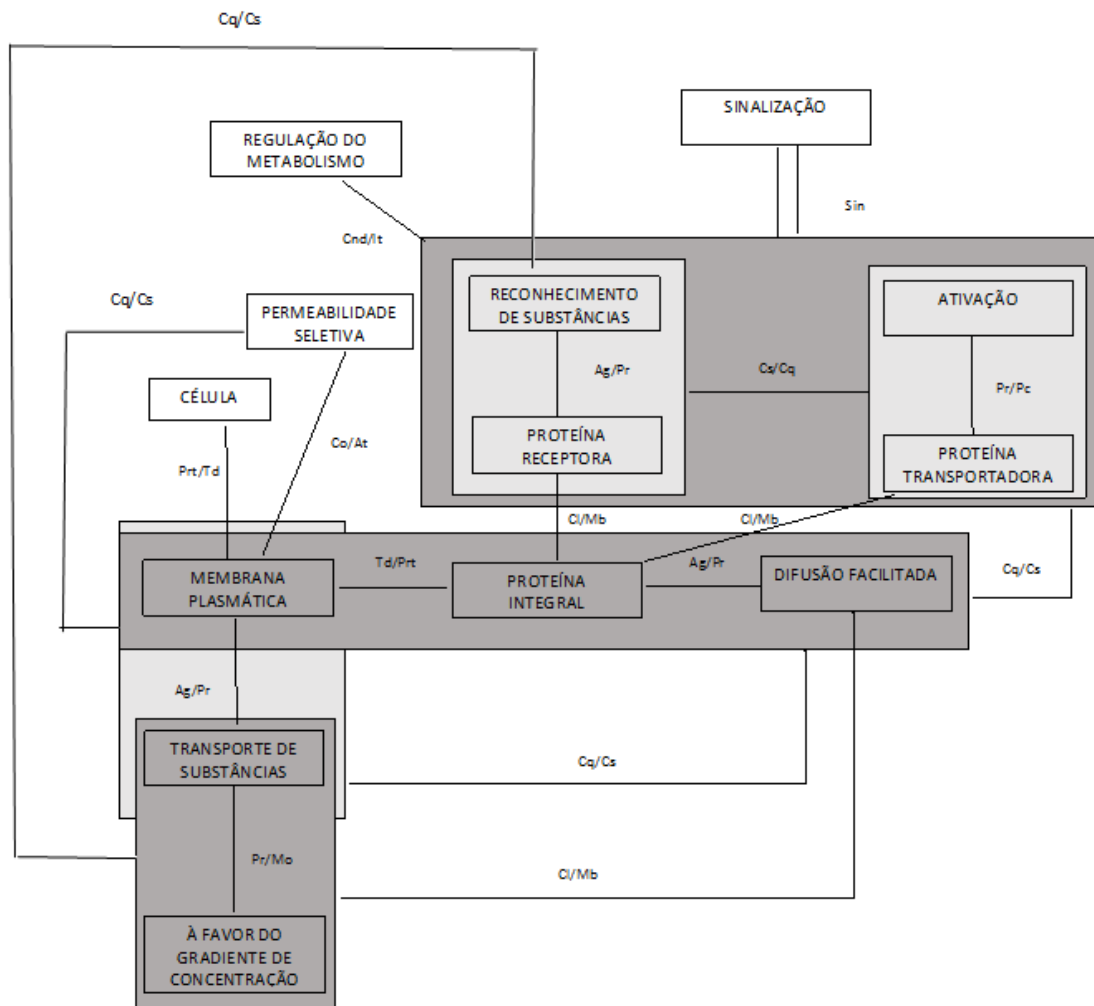


Figura 2: Diagrama temático disponibilizado na sala de aula

Estabelecendo as hierarquias

Tomamos a decisão metodológica de agrupar em hierarquias as relações semânticas, pois a nossa hipótese é que existe uma tendência em a apropriação da linguagem da ciência escolar do estudante partir do menos complexo para o mais complexo e que algumas relações semânticas são pré-requisitos para apropriação de novos conhecimentos. Acreditamos que as relações semânticas mais complexas seriam mais difíceis para compreensão, portanto menos frequentes. Além disso, acreditamos ser possível mostrar que grupos de estudantes estariam em processos distintos de apropriação, e identificar focos recorrentes de dificuldades do tema investigado.

O nível básico está diretamente ligado a estrutura da membrana, mas especificamente aos componentes que fazem parte do seu modelo e a sua relação taxonômica hiponímia com a célula, constituindo-se uma parte desta última. Este nível tem como característica a descrição das estruturas. A SD sobre membrana plasmática aplicada nas turmas que fizeram parte dessa amostra tinha o foco na construção dos modelos de membrana, conseqüentemente na sua composição.

O nível intermediário diz respeito a função que cada uma das partes desempenha permitindo a explicação das estruturas, uma vez que a condição para que o traço seja considerado funcional é saber como ele contribui para organização do sistema. Além disso, os componentes da membrana desempenham funções diferentes que interagem entre si, de forma que o produto final é resultado das relações etiológicas entre os processos estabelecidos pelas partes que compõem o sistema. Disso emerge a propriedade da permeabilidade seletiva, que permite que a membrana exerça um controle sobre a entrada e saída de substâncias, determinado diferenças de concentração entre o meio interno e externo.

O nível avançado diz respeito as relações complexas que integram relações do nível básico e do nível intermediário, por meio do estabelecimento de relações do tipo lógica, como por exemplo causa/consequência ou item/condicionante. Há, também, neste nível relações do tipo sinônimo, a qual expressa a definição de um termo científico. Neste nível observamos relações que indicam como o traço funcional contribui para a organização do sistema e como os processos regulatórios dos sistemas atuam para produzir e manter este traço funcional. Trata-se do nível ideal da aprendizagem conceitual do tema sinalização e transporte de substância realizado pela membrana.

Para a análise dos textos dos estudantes, construímos uma planilha (figura 3) que contemplava os seguintes aspectos da apropriação da linguagem social da ciência escolar: (1) relações semânticas estabelecidas; (2) ressignificação; (3) uso dos termos; (4) domínio da linguagem social da ciência escolar; (5) tipo de enunciado. Com base nestes aspectos, alimentamos a planilha com dados obtidos a partir dos textos dos estudantes. Contudo, o procedimento de análise e os resultados não são objeto desse trabalho.

INOS	NOME	TURMA	Professor	Gênero	BÁSICAS				
					1- Célula - Td/Pr - Membrana plasmática	2- Membrana plasmática - Td/Pr - Proteína integral	3- Proteína integral - C/Imb - Proteínas receptoras	4- Proteína integral - C/Imb - Proteínas transportadora	6- Membrana plasmática - Ag/Pr - Transporte de substâncias
1	GILBERT	1	1	M			1		
2	JADE	1	1	F					
3	MAIARA	1	1	F			1		
4	SUELEN	1	1	F			1		
5	TAINE	1	1	F					
7	CRISTIAN	1	1	M					
8	Gabriel	1	1	M					
9	Vinicius	1	1	M	1				
10	Maiara Thiago	1	1	F			1		
11	Rodrigues	1	1	M					
12	Alisson	1	1	M					

Figura 3: Exemplo de como foi construída e alimentada a tabela para análise.

Conclusão

Apresentamos neste artigo uma investigação empírica realizada sobre o potencial heurístico da ferramenta de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar (FAALSCE) para o campo da Biologia Funcional, mais especificamente para o fenômeno da sinalização celular e transporte de glicose. Trata-se de uma ferramenta inovadora que assume importância como instrumento tanto para planejamento de ensino como para avaliação da aprendizagem de conceitos da ciência escolar (MUNIZ, 2016).

Os resultados do estudo indicam o potencial da ferramenta, no campo da Biologia Funcional, para auxiliar no processo planejamento das aulas. Uma vez que o discurso do professor media a aprendizagem dos estudantes é importante que esteja familiarizado com as relações semânticas entre os conceitos referentes à linguagem da ciência escolar que fazem parte do conteúdo. Indicam também que para o professor desenvolver o padrão temático referente ao conteúdo que será discutido em sala ele deve usar livros didáticos e acadêmicos como norteadores dos planos de aula. Outro resultado importante surge do estudo empírico da adaptação da FAALSCE como ferramenta analítica para estudos de apropriação da linguagem da ciência escolar e para a ação pedagógica: é necessário comparar o conjunto de itens temáticos e relações semântica utilizados e estabelecidos pelos estudantes com aqueles que efetivamente foram construídos e disponibilizados socialmente nas interações discursivas em sala de aula pelo professor (MUNIZ, 2016). Com o uso da FAALSCE podemos obter resultados de aprendizagens mais fiéis ao trabalho desenvolvido pelo professor na sala de aula.

Referências

- BAKHTIN, M. M. Discourse in the novel. In: M. HOLQUIST (ed.). **Dialogical Imagination**. Austin: University of Texas Press, 1981.
- CAPONI, G. Explicacion selesional y explicacion funcional: la teleologia en la Biologia contemporanea. **Episteme**, n.14, p.57-88, 2002.
- CoPPEC – Colaboração em pesquisa e prática em educação científica. **Grupo apresenta propostas para a melhoria da Educação Científica no estado da Bahia**. JC e-mail 4502, 22 de Maio de 2012. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=82506>. Acesso: 28/08/2012.
- LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciência: linguagem, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós, 1997
- MAYR, E. **Toward a new philosophy of biology: observations of an evolutionist**. Cambridge: Harvard University Press, 1988.
- MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA et al. (Ed.), **Research and the quality of science education**. Dordrecht: Springer, p. 195-207, 2005.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.H. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead-UK: Open University Press, 2003.

MOSSIO, M.; SABORIDO, C. ; MORENO, A. An Organizational Account of Biological Functions. *Brit. J. Phil. Sci.* 60. 2009, 813–841

MUNIZ, C. R. R. **Investigando o valor heurístico de uma ferramenta de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Linha de pesquisa: Ensino de Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016

NIEVEEN, N.; MCKENNEY, S.; VAN DEN AKKER, J. Educational design research: the value of variety. In: VAN DEN AKKER, J. et al. (Ed.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006. p.151-158.

SARMENTO, A. C. de H. **Como ensinar citologia e promover uma visão informada da ciência no nível médio de escolaridade**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Linha de pesquisa: Ensino de Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Salvador, 2016.

SEPULVEDA S. C. et al. Uma ferramenta sociocultural de análise da apropriação da linguagem social da ciência escolar. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC)**. Campinas: ABRAPEC, 2011.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the Social Formation of Mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.