

CONCEPÇÕES DISCENTES SOBRE IMUNOLOGIA E SISTEMA IMUNE HUMANO

Students' conceptions about Immunology and human immune system

Viviane Abreu de Andrade [kange@uol.com.br]

Departamento de Ensino Médio e Técnico
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ
Estrada Adrianópolis, 1317 – UnED NI, Nova Iguaçu, RJ, Brasil

Tania Cremonini de Araújo-Jorge [taniaaj@ioc.fiocruz.br]

Laboratório de Inovações em Terapias, Ensino e Bioprodutos
Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz/RJ
Av. Brasil, 4365 - Pavilhão Cardoso Fontes, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Robson Coutinho-Silva [rcsilva@biof.ufrj.br]

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Avenida Carlos Chagas Filho, 373 – Edifício CCS, Bloco C, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

As concepções dos educandos acerca de um tema, sob a perspectiva cognitivista de aprendizagem, exercem influência sobre os processos de construção do conhecimento realizados pelo aprendiz. Assim, o conhecimento e a reflexão sobre as concepções discentes são pontos importantes para a condução dos processos de ensino e de aprendizagem. Portanto, com base nesses pressupostos, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise das concepções dos alunos acerca do tema Imunologia e do tópico sistema imune humano (SIH) e suas relações com o ensino e a aprendizagem do tema no contexto de um curso técnico de nível médio de Enfermagem. Para tanto, realizamos uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa. Os dados foram coletados por meio de atividades diagnósticas, entrevistas, observações e gravações de áudio. As análises dos dados foram realizadas com base no método interpretativo hermenêutico, em consonância com a abordagem qualitativa. Mediante as análises foi verificada a atribuição majoritária de ações bélicas ao SIH, como ataque e defesa destinados à proteção do organismo contra a invasão de patógenos e/ou corpos estranhos. Foi identificada a crença de que os microrganismos são inimigos e precisam ser vencidos por linfócitos, anticorpos e fagócitos. A presença da metáfora bélica nas respostas e nas falas dos alunos foi relacionada à compreensão dos fenômenos imunológicos ligados exclusivamente à manutenção da saúde como condição de isenção de corpos estranhos no organismo humano. Foi verificado um limitado conhecimento da fisiologia do sistema imunológico na dinâmica de interações do organismo consigo mesmo e com componentes do ambiente em que este se encontra inserido. Apenas um dos 71 alunos participantes da pesquisa mencionou, indiretamente, a relação do SIH com o conceito homeostase, ou seja, como um sistema que atua na manutenção da estrutura (conservação da organização) do organismo por meio do equilíbrio metabólico dinâmico. Com base nos resultados da investigação, sugerimos a necessidade da valorização do ensino de Imunologia com abordagem biológica, sistêmica, homeostática e não metafórica. Justificamos esta indicação em razão da relevância desse conhecimento para compreensão da saúde e das relações estabelecidas entre o organismo e o ambiente, além da compreensão global do organismo e do conjunto de interações internas e externas que atuam na manutenção da vida. Ademais, ressaltamos a sua importância para a tomada de decisão adequada à manutenção da saúde e do bem-estar físico, social e mental. Por fim, preconizamos a necessidade de realização de um ensino que considere as concepções dos educandos e a influência dessas no processo de aprendizagem.

Palavras-Chave: Ensino de Imunologia; Concepções de alunos; Homeostase.

Abstract

Learner's conceptions about a theme, under the light of the cognitive learning process, influence the student's knowledge building process. Therefore, the awareness and reflection upon those learner's conceptions are important points to the orientation of teaching-learning processes. Thus, based on this assumption, this study aims to present an analysis regarding the conceptions of the students about Immunology and the human immune system (SIH) and its relations to the teaching and learning of this theme in the context of a nursing technical course. For this purpose, we developed a descriptive research with a qualitative approach. The data were collected through diagnostic activities, interviews, observations and audio recordings. The data analysis followed a hermeneutic interpretive method basis in line with the qualitative approach. It was verified the allocation of army actions to the immune system, such as attack and defense, aiming to protect the organism against the invasion of pathogens and/or foreign bodies. It was identified the belief that microorganisms are enemies and must be defeated by lymphocytes, antibodies and phagocytes. The presence of the war metaphor, in students' oral and written answers, was related to the understanding of the immunological phenomena exclusively connected with the maintenance of health through the elimination of foreign bodies from the system. It was verified the little knowledge of the immune system's physiology in the dynamic of the organism interactions with itself and also with the environment. Only one of the 71 students, who participated in the research, mentioned, indirectly, the relationship between immune system and the homeostasis concept, in other words, as a system acting to maintain the organism's structure (maintenance of organization) by a dynamic metabolic balance. Based on the results of the study, we suggest the need to improve the teaching of Immunology following a biological, systemic, homeostatic and non-metaphorical approach. We legitimate this indication due to the importance of this global knowledge to the understanding of health and the relations established with the body and the environment, in addition to a global understanding of the organism and the set of internal and external interactions that operate in maintaining life. Besides, we highlight the importance of decision making suited to keep health as well as physical, social and mental well-being. Finally, we suggest that this finding indicates the need of implementation of a teaching which considers the perceptions of learners on Immunology and the influence of those in the process of learning the subject.

Keywords: Education on Immunology; Students' conceptions; Homeostasis.

INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados ao levantamento de concepções de educandos apresentam, sob a perspectiva cognitivista de aprendizagem, grande relevância para as escolhas e para a estruturação de estratégias de ensino. Sob a óptica cognitivista construtivista, conhecer como o aluno concebe determinado tema é fundamental para o docente desenvolver situações do evento educativo que auxiliem ao aluno aprender significativamente os conhecimentos científicos (Ausubel *et al.*, 1980; Novak & Gowin, 1984; Ausubel, 2003; Moreira, 2011). Para isto, o ensino deve mediar a relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos e concepções do aprendiz, para ser capaz de ajudá-lo a conferir significado pessoal às asserções de conhecimentos compartilhadas e validadas pela Ciência (Driver *et al.*, 1999; Brasil, 2008a).

Ademais, a concepção do educando acerca de um tema, sob a perspectiva cognitivista de aprendizagem, exerce influência sobre os processos de construção do conhecimento realizados pelo aprendiz. Assim, o conhecimento e a reflexão sobre as concepções discentes são pontos importantes para a condução dos processos de ensino e de aprendizagem. Portanto, com base nesses pressupostos, diante de nossa preocupação em desenvolver um ensino potencialmente significativo, e cientes da estruturação curricular da Educação Básica brasileira no modelo de aprofundamento e consolidação dos conhecimentos (Brasil, 2006), o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise das concepções dos alunos acerca do tema Imunologia e do tópico sistema imune humano (SIH) e suas relações com o ensino e a aprendizagem do tema no contexto de um curso técnico de nível médio de Enfermagem no qual atuamos. Destacamos que esse estudo trata-se de um recorte de um trabalho¹ mais amplo acerca do ensino e da aprendizagem de Imunologia, este desenvolvido no contexto da pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Fiocruz/RJ.

Enfocamos o tema Imunologia por este agregar um conjunto de conhecimentos de grande relevância para compreensão da saúde e das relações estabelecidas entre o organismo e o ambiente (Vaz

¹ A pesquisa referente a este trabalho foi encaminhada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) Fiocruz/RJ, sob o protocolo 456/08, CAAE 0022.0.011.000-08 e sob o número CAAE 14971413.6.0000.5248, conforme as recomendações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

et al., 2011). Essa área de conhecimento fornece explicações para diversos fenômenos que ocorrem no corpo para a manutenção de seu equilíbrio em relação ao seu entorno e consigo mesmo. Além disso, destaca-se o fato de a Imunologia se constituir como um campo essencial para a saúde pública, por instrumentalizar conceitualmente os discentes quanto aos conceitos relativos à dinâmica da saúde, das patologias, da ação dos medicamentos como os soros, as vacinas, os antialérgicos, etc.

Assim, entendemos que ensinar Imunologia em contexto escolar é, também, educar para a saúde. A aprendizagem da Imunologia e do SIH possibilita a construção de conhecimentos que podem resultar em mudanças de atitudes e construção de valores importantes para o estudante realizar escolhas de opções e tomar decisões adequadas à sua saúde e ao bem-estar físico, social e mental. Na educação, a formação conceitual e o estabelecimento de relações entre conceitos são pontos fundamentais para formação do indivíduo, posto que a ausência de informação incapacita e/ou dificulta a aprendizagem, a tomada de decisão e, dessa forma, o exercício pleno da cidadania (Chassot, 2006).

A IMUNOLOGIA E O SISTEMA IMUNE² HUMANO NA LITERATURA DIRECIONADA AO ENSINO

A Imunologia é apresentada, nos títulos voltados para o ensino na área biomédica, como uma ciência que se preocupa em investigar o conjunto de interações, processos fisiológicos e de estruturas que constituem o sistema imune no organismo dos vertebrados mandibulados (Parham, 2001; Rosen & Geha, 2002; Parslow *et al.*, 2004; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

De maneira geral, a Imunologia é entendida fisiologicamente, na literatura especializada, como apenas mais um aspecto da homeostasia global do organismo (Abbas *et al.*, 2011; Vaz *et al.*, 2011). A ação do sistema imune é vista com o fito de manter o organismo isento, protegido e/ou defendido de *substâncias estranhas* e/ou de *invasão* causada por outros organismos, potenciais causadores de doenças, provenientes do ambiente (Parham, 2001; Parslow *et al.*, 2004; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

Siqueira-Batista *et al.* (2009) assinalam que os textos sobre Imunologia presentes nos títulos comumente adotados pelas escolas de Ensino Superior encontram-se inscritos, de maneira quase hegemônica, sob o paradigma metafórico marcial, belicoso e beligerante, inerente à concepção teórica usual da medicina ocidental.

De acordo com esta perspectiva, as ações decorrentes das interações que acontecem entre o hospedeiro e outro organismo (um microrganismo, por exemplo) são interpretadas como manobras de ataque e/ou de defesa para proteção. Assim, de acordo com esta concepção, os organismos “*vivem em guerra*”, “*num conflito armamentista*” inter e intraorganismos. Neste contexto de competição, “*vence*” quem tiver as melhores “*armas*” e/ou estratégias (Siqueira-Batista *et al.*, 2009; Vaz *et al.*, 2011).

Segundo Vaz (2011a), “A “defesa” imunológica é um comentário legítimo que podemos fazer sobre o resultado de interações do organismo com agentes infecciosos, mas como tal, ela pertence a nossa descrição, e não ao mecanismo operante no organismo observado” (p.153). É fundamental não confundir os mecanismos com o resultado da operação desses mecanismos, já que a consequência da operação está no futuro e, por isso, não pode servir de guia para as situações que se passam no presente e tampouco para as pretéritas. Por isso, não se recomenda pensar, sob a perspectiva da visão médica, na “defesa” imunológica como mecanismo e em suas metáforas “cognitivas” de reconhecimento e memória.

A atuação do sistema imune como resultado de simples relações causais tem sido questionada na literatura por alguns autores que apontam possibilidades de gestação de novos modelos de compreensão da atuação deste sistema no organismo (Vaz & Faria, 1998; Siqueira-Batista *et al.*, 2009). Segundo esta perspectiva, os eventos imunológicos são compreendidos como fenômenos biológicos de natureza sistêmica, dinâmica, complexa e conservadora. As interações imunológicas são interpretadas como resultantes das estruturas celulares e moleculares associadas ao sistema imune e ao organismo como um todo (Vaz & Pordeus, 2005). Estas resultam, como sugere Vaz (1999, 2011a), de sua dinâmica estrutural e promovem a interação entre estruturas e o processamento de materiais, como se o organismo se defendesse sem planejamento prévio e intencional. Dessa forma, a atuação do sistema imune no contexto do organismo é entendida como uma vertente da dinâmica fisiológica variável e relativamente constante de

² A designação **sistema imune** foi adotada por este trabalho. Contudo, ressaltamos que esse mesmo sistema pode ser denominado sistema imunológico e/ou sistema imunitário.

interação do organismo com ele mesmo e com o ambiente, para a manutenção da vida do organismo humano.

Concepções presentes na literatura, desde a década de 1960, têm sido apontadas como possibilidades e como referências para se pensar numa possível transição do paradigma marcial vigente na Imunologia para a construção e afirmação de novas proposições de cunhos fisiológicos. Como consequência, espera-se a instituição de novos modelos de compreensão menos beligerantes e mais focados na compreensão da atuação do sistema imune dirigida à restauração do equilíbrio perdido e/ou à manutenção da estrutura e do equilíbrio do organismo (Vaz, 1999; Siqueira-Batista *et al.*, 2009).

Entre as alternativas teóricas para a compreensão do SIH, destacam-se as perspectivas da biologia do viver de Humberto Maturana e da dinâmica estrutural de Jorge Mpodozis. Entretanto, nota-se a prevalência, dentre a maioria dos imunologistas ditos “tradicionais”, de uma visão e de uma compreensão metafórica do sistema imune como de ação belicosa, defensiva e protecionista (Daniel-Ribeiro & Martins, 2009), apesar do progressivo entendimento dos fenômenos imunológicos como a tolerância, a presença de anticorpos (produção de imunoglobulinas) em animais *germ free* e *antigen free*, a resposta e a memória imunes, além de as alergias e a inflamação estéril apontarem para ações que não se adequam e não são devidamente explicadas pelo paradigma protecionista (Vaz & Carvalho, 2009; Vaz *et al.*, 2011).

Para Vaz (2011b), o sistema imune atua de forma sistêmica, vive à deriva em um presente continuamente variável e atua como referência em seu devir histórico e não como meta a um ponto determinado (defesa) no futuro. Essa proposição se opõe ao acaso e à aleatoriedade neodarwinista em prol de deriva natural do sistema em função de sua estrutura e pelos encontros estabelecidos pelo SI com o meio (organismo).

Para os imunologistas e os pesquisadores de vanguarda, a adoção de ideias teleológicas de cunho protecionista surge somente para confundir os processos com os resultados que esses processos geram. Eles entendem a interpretação protecionista de natureza bélica como uma maneira de invocar o futuro para explicar o presente e como a materialização da tentação do pensar de forma finalista, fora da operacionalidade sistêmica e biológica (Botelho, 2011; Mpodozis, 2011a). Portanto, segundo Mpodozis (2011a), a defesa no contexto imunológico trata-se de uma metáfora ruim, como a que refere o gene como elemento que contém informação genética.

Em termos operacionais, as metáforas supracitadas, assim como a metáfora cognitiva (de reconhecimento, estranhamento e memória exercidos pelo SI) não têm valor para a compreensão dos eventos biológicos porque não se referem aos processos, às matrizes estruturais, operacionais e de situações de complementaridade de eventos. Para Mpodozis (2011a) e Vaz (2011b), o conhecimento da matriz dos processos torna desnecessária a utilização de metáforas explicativas.

Ademais, a metáfora bélica protecionista revela a abordagem do operar do SI apresentando o organismo como uma caixa preta, em que ocorrem processos ainda desconhecidos e na qual entram antígenos e saem anticorpos específicos. Vaz (2011c) destaca que esta proposição denota a influência da forma de pensar dominante, *behaviorista* (comportamentalista), na época do franco desenvolvimento imunoquímico da Imunologia. Os estudos deste tipo focam na pesquisa de estímulos e de respostas com o foco do olhar sobre as reações de antígenos-anticorpos. Neste contexto, a percepção do organismo como um todo é preterida, ou seja, não é considerada, e, por isso, fica de fora deste tipo de estudo (Ramos, 2011a; Vaz, 2011a; Vaz, 2011c).

A Biologia e as suas subáreas de conhecimentos contemporâneas são reducionistas. Em geral, estas se fixam em momentos e não nas dinâmicas da transformação e da conservação. Seus estudos não contemplam os processos, focam somente os resultados. Por esta razão, segundo Mpodozis (2011b), a concepção do organismo como caixa preta de conotação defensora impede a compreensão dos processos que geram os fenômenos que observamos.

Gregory Bateson (1987) alerta que não podemos esquecer que essa caixa preta onde são colocados os processos desconhecidos foi inventada por nós. Ela não pertence à natureza e nem aos mecanismos naturais (Vaz, 2011c).

Ideias sistêmicas, históricas e não protecionistas que defendem que o sistema imune é dinâmico e que apresenta constante mudança estrutural (circulação de componentes) voltada para a conservação da dinâmica estrutural estão presentes na literatura (Mpodozis, 2011a). De acordo com estas ideias, os organismos são sistemas autopoéticos que se constroem e mantêm a si mesmos, e, por esta razão, a dinâmica do viver (montar, conservar e regenerar a forma do organismo) nunca cessa (Vaz, 2011a).

Durante o viver, o corpo segue conservado. A sua forma se mantém, mas a constituição (os seus componentes) se altera, ou seja, os componentes podem mudar de lugar e de atuação (Ramos, 2011b). Todavia, a discussão sobre essas ideias permanece restrita a um reduzido número de publicações (Mpodozis, 2011a).

Desse modo, observa-se que, na literatura voltada para a apresentação da Imunologia contemporânea, há duas fortes tendências: uma que apresenta, em geral, as pesquisas básicas e outra, as aplicadas. Estas se remetem ao período de instituição da área e, conseqüentemente, à dicotomia existente entre as imunidades celular e humoral. Respectivamente, uma refere-se à bioquímica, representada pela Genética Molecular e pela Biologia Celular de linfócitos (células do sistema imune) e a outra, à base tecnológica, empenhada no desenvolvimento de novas vacinas (Vaz & Faria, 1998; Daniel-Ribeiro & Martins, 2009). Apesar da relevância para compreensão da atuação do sistema imune, a busca por proposições e a construção de teorias de cunho biológico aparecem na literatura de forma discreta (Siqueira-Batista et al, 2009), ou seja, menos numerosas, no montante da produção de conhecimentos na área.

Esta opção de apresentação do tema fortalece a perpetuação de ideias hegemônicas acerca do *modus operandi* do Sistema Imunológico, baseado na Teoria da Seleção Clonal, e a concepção inadequada da Imunologia como uma ciência consensual, em detrimento da oportunidade de reflexão e de análise do tema valendo-se das controvérsias associadas a esta área de conhecimento.

Perfil dos textos das obras que tratam da Imunologia e do SIH

A literatura³ voltada para o ensino superior em geral apresenta a Imunologia Básica de forma capitular. Os conteúdos remetem-se aos conceitos de Imunidade e das respostas imunológicas, aos elementos participantes destas, à avaliação imunológica laboratorial e às alterações que podem gerar quadros de doenças (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

A sequência de apresentação de conteúdos comumente segue um enredo padrão que se inicia com a apresentação da origem histórica da Imunologia no mundo ocidental como campo de conhecimento e de desenvolvimento científico. Em seguida, observa-se a narração de processos de desequilíbrios que ocorrem no organismo mediante a interação com microrganismos, nos processos tumorais, nas hipersensibilidades e nas doenças autoimunes (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

Para tanto, são apresentados: conceitos básicos de imunidade, os elementos constituintes do SIH (células, tecidos, órgãos e moléculas), as ações do sistema imune inato, os processos de reconhecimento e de apresentação de antígenos, o desenvolvimento dos linfócitos, os processos da imunidade mediada por células, a imunidade humoral, as imunoglobulinas, as imunodeficiências, as alergias/hipersensibilidades, as técnicas de diagnóstico e os recursos imunológicos para tratamentos e profilaxia (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

Ao longo dos capítulos que apresentam os diferentes tópicos relacionados à Imunologia Básica e ao SIH, por vezes, observa-se a retomada da história das descobertas (relatos de experimentos e dos processos de construção de proposições) imunológicas (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

O foco do enredo dos livros direciona-se à interação do hospedeiro com o ambiente, especificamente com as muitas espécies de microrganismos *nocivos*. O norte da apresentação dos conteúdos é o conjunto de respostas geradas para inviabilizar (promover a morte) e eliminar os microrganismos patogênicos *invasores* do organismo. Recebem destaque os mecanismos de imunidade pelos quais as células brancas especializadas (linfócitos) do organismo humano *reconhecem* e *atacam* os microrganismos patogênicos e as células infectadas. O SIH em seu estado normal (de equilíbrio) não é apresentado. A atuação do SIH é descrita de forma reducionista. A diferenciação progressiva do tema é valorizada pela apresentação de partes com amplo detalhamento bioquímico. Contudo, a retomada

³ Este tipo de literatura é utilizado na formação de profissionais da área da saúde e de professores de Ciências e de Biologia. Além disso, a literatura voltada para o ensino superior é utilizada, também, como referência para elaboração de livros textos voltados para Educação Básica (Martins *et al.*, 2012).

(reconciliação integrativa) às ideias centrais do tema (por exemplo: a homeostase⁴) que o subsidiam é muito rara e, na apresentação de alguns tópicos, não é observada. As interações benéficas com os microrganismos são citadas, porém pouco exploradas. Situação idêntica é observada quanto ao ponto de vista ecológico de interação entre os seres vivos. Observa-se a ausência da apresentação e/ou descrição da fisiologia do SI no estado de saúde (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011). Logo, a Imunologia é apresentada como a área que estuda as respostas imunes que ocorrem após o organismo entrar em contato com microrganismos e outras moléculas estranhas.

A perspectiva explorada pelos livros é a do paradigma protecionista caracterizado pela apresentação metafórica de perfil bélico. Segundo este, há necessidade de proteção do organismo contra as infecções geradas por corpos estranhos e as interações de hospedeiro-microrganismo são explicadas pela concepção de processos de ataque-defesa típicos de situações de guerra (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011). Neste cenário, é propagada uma visão finalista de cunho defensivo e de natureza antropocêntrica, que parece ser consensual na literatura, já que não são exploradas as controvérsias existentes no campo da Imunologia e nem apresentadas outras perspectivas de compreensão da atuação do SI.

Por conseguinte, é difundida a ideia de que o SI tem como função fisiológica básica (bélica, defensiva e até mesmo intencional) proteger (defender) o organismo de agentes infecciosos e de danos causados por estes ou por substâncias nocivas (Daniel-Ribeiro & Martins, 2009).

A função protetora, que resulta na eliminação de agentes infecciosos, na remoção de tecidos lesados e/ou mortos e no reparo de lesões, é reiterada ao longo de todos os capítulos da maioria das obras voltadas para o ensino e que abordam a Imunologia dita Básica (Coico & Sunshine, 2010; Murphy *et al.*, 2010; Levinson, 2010; Abbas *et al.*, 2011; Forte, 2011).

O SISTEMA IMUNE NO ORGANISMO HUMANO: SÍNTESE DE UMA PERSPECTIVA GERAL E AMPLA

O SIH é constituído por órgãos, tecidos, células e moléculas que são responsáveis pela imunidade⁵ (Figura 1). Segundo a literatura clássica da área, tais componentes encontram-se distribuídos de forma difusa no organismo humano e atuam de maneira coletiva, cooperativa e coordenada para responder à presença de substâncias “estranhas” ao organismo (Abbas *et al.*, 2011).

A característica ímpar do tecido imunológico, que o diferencia dos demais sistemas que constituem o organismo, é a movimentação constante de seus principais componentes celulares. Estes transitam pelo sangue, pelos tecidos e, com frequência, retornam ao sangue (Abbas *et al.*, 2011).

As células do SIH normalmente estão presentes no organismo como células circulantes do sangue e na linfa, como aglomerados anatomicamente definidos como órgãos linfoides e espalhadas praticamente em todos os tecidos que compõem o corpo humano. As capacidades de circular, de migrar para os e dos tecidos, além de realizar trocas entre sangue e linfa são fundamentais para a atividade imunológica (Abbas *et al.*, 2011).

A capacidade migratória de suas células e de seus tecidos somada às capacidades destes elementos de identificação e de manutenção do padrão de organização do organismo são as características que, em conjunto, conferem ao SIH a capacidade imunológica conservadora (mantenedora do equilíbrio dos processos autopoiéticos de geração, manutenção e reconstrução – regeneração – da forma do organismo). Por isso, o resultado das ações do SIH é a promoção da homeostase (Audersik *et al.*, 2003; Curtis & Barnes, 2015) por meio da manutenção (conservação) da organização da estrutura do corpo (da forma biológica), esta última essencial para a manutenção da vida do organismo (Ramos, 2011c).

⁴ A homeostase aparece nos textos dos livros como uma ideia central reconciliadora (de integração), porém com significado condicionado à doença e relacionado aos fenômenos que permitem ao organismo se recuperar de uma resposta imunológica de forma que possa responder novamente. O significado relacionado ao equilíbrio do organismo associado às ações de natureza autopoiética não é apresentado e, portanto, esta perspectiva não é explorada e nem desenvolvida pelos títulos clássicos utilizados no ensino de Imunologia.

⁵ O termo imunidade aplicado à Imunologia apresenta, historicamente, diferentes significados relacionados à proteção. Recentemente a literatura clássica aponta que é adequado entendê-lo como o resultado da reação do organismo a determinados componentes de microrganismos, macromoléculas, próprias ou não, como proteínas e polissacarídeos e outras pequenas substâncias que são reconhecidas como elementos estranhos ao organismo independentemente da consequência fisiológica ou patológica (Abbas *et al.*, 2011).

Segundo Maturana e Varela (1980), a automanutenção dos seres vivos é alcançada por meio da interação da rede interna de um sistema químico que continuamente reproduz a si mesmo no contexto do limite (do padrão de organização – a configuração de relações características de um sistema particular) da produção própria.

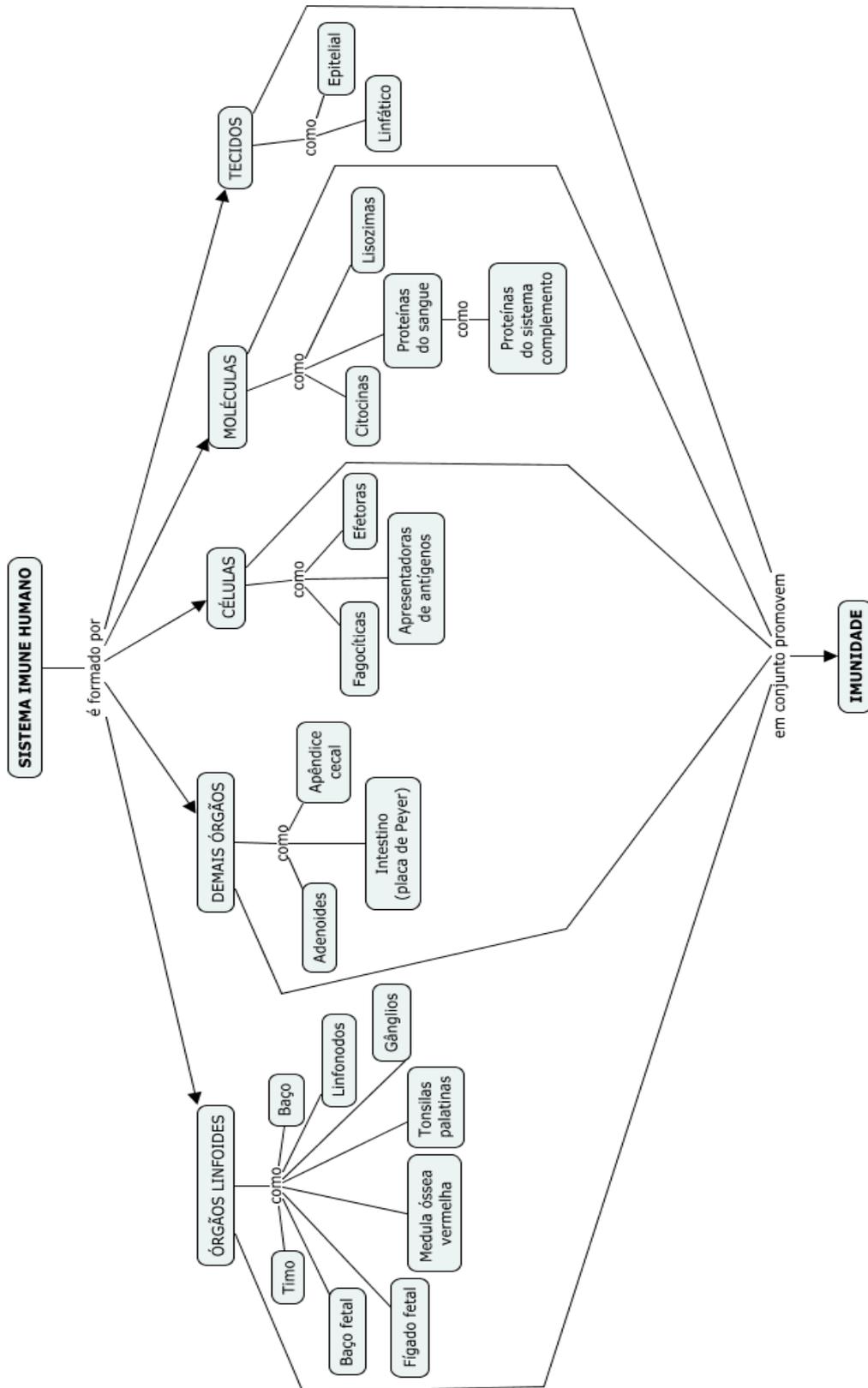


Figura 1 – Componentes (constituição básica) do sistema imune humano.

De forma ampla e de acordo com a perspectiva ecológica do pensamento sistêmico, a manutenção da vida é viabilizada pela obtenção de matéria e energia e por sua metabolização. As interações realizadas pelos seres vivos por meio das relações ecológicas são essenciais à vida e cruciais para transferência da matéria e da energia entre os organismos. Em associação às interações dos seres vivos, um conjunto enredado constituído pelo metabolismo energético, pelas estruturas anatômicas e pelos processos fisiológicos que envolvem a digestão, a respiração, a excreção, a imunidade, a circulação, a sinalização, a nutrição e a reprodução promove a homeostase, a autopoiese (“o fazer a si mesmo”), a perpetuação do organismo e a manutenção da vida (Odum, 1988; Capra & Luisi, 2014).

A adoção dos pressupostos do pensamento sistêmico e da biologia conservadora para subsidiar a interpretação da ação SIH permite a extrapolação da interpretação metafórica bélica de sua ação e de sua atuação prioritária nos casos de infecções de natureza exógena.

METODOLOGIA

Caracterização da pesquisa

O presente estudo resulta de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, que buscou realizar o levantamento e a análise das concepções dos alunos acerca do tema Imunologia. Para tanto, uma determinada realidade escolar foi observada e, com base nesta, foram coletados dados por meio de atividades diagnósticas, entrevistas, observações e gravações de áudio das aulas de um curso de extensão de Imunologia básica, oferecido a alunos matriculados em turmas dos 3º e 4º anos do Curso Técnico, de nível Médio, de Enfermagem. As análises dos dados foram realizadas com base no método interpretativo hermenêutico, em consonância com a abordagem qualitativa (Moreira & Caleffe, 2006).

O tema do objeto desta investigação foi determinado por este agregar um conjunto de conhecimentos relevantes para compreensão da saúde e das relações estabelecidas entre o organismo e o ambiente. Em adição, foi considerada a sua importância para formação do cidadão, em especial, do profissional da área da saúde, para a tomada de decisão adequada à manutenção da saúde e do bem-estar físico, social e mental.

O contexto e o *locus* do trabalho

O presente trabalho foi desenvolvido no contexto de ensino de cinco turmas do curso de extensão intitulado ‘Imunologia básica’, realizado nos anos de 2009 e 2012. Três turmas foram constituídas por alunos matriculados, concomitantemente, nos 3º anos, do Ensino Médio e do Ensino Técnico, de nível Médio, do curso de Enfermagem, do ensino diurno, de uma escola localizada no Município de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro. Duas turmas foram constituídas por alunos que cursavam somente o 4º ano (o último), do Curso Técnico, de nível Médio, de Enfermagem da mesma instituição de ensino supracitada, em 2009⁶.

A pesquisa contou com a participação de um total de 71 alunos. Todos os alunos participantes deste estudo e seus responsáveis foram informados, antes do início do curso de extensão, sobre a pesquisa e forneceram a autorização para utilização dos dados obtidos, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento do sujeito. O conjunto de princípios éticos e regras referente à realização de pesquisas com seres humanos no Brasil, que é regulamentado pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/1996), foi plenamente observado neste trabalho.

A seleção do *locus* do trabalho

A determinação do *locus* do trabalho foi motivada pelo fato da primeira autora desse artigo atuar como docente, na instituição pesquisada, da disciplina de Biologia, oferecida pelo curso de Ensino Médio Técnico de Enfermagem. Ademais, a atenção aos relatos orais dos alunos lhe permitiu perceber a utilização, pelos mesmos, de conceitos conflitantes de natureza de senso comum e incoerentes

⁶ Até o ano de 2009, o curso Técnico, de nível Médio, de Enfermagem da Unidade de Ensino pesquisada era realizado em quatro anos letivos. A partir do ano de 2010, este mesmo curso passou a ser realizado em três anos letivos.

(inadequados) com o conhecimento científico vigente sobre o tema Imunologia. Tais observações foram realizadas em aulas que tratavam do tema Genética, especificamente os assuntos polialelia, tipagem sanguínea e fator Rh.

Identificação das concepções dos alunos inscritos no curso de extensão sobre o tema Imunologia

As concepções dos sujeitos da pesquisa a respeito do tema Imunologia foram levantadas oralmente, durante as aulas, e mediante aplicação de uma questão introdutória (*O que você espera estudar em um curso intitulado “Imunologia Básica?”*), de entrevista e de uma atividade diagnóstica com perguntas abertas (Apêndice A) antes do início das atividades teóricas relativas ao curso de extensão em Imunologia básica. Após a devolução das respostas escritas referentes ao estudo de Imunologia na Educação Básica, foram realizadas entrevistas com todos os alunos participantes da pesquisa. Neste período destinado às entrevistas, também foram realizados o preenchimento da pauta do registro de frequência, a distribuição dos materiais didáticos do curso e a apresentação da programação do mesmo. Com o auxílio de um monitor, foi possível administrar a realização de todas estas atividades de forma concomitante. Desta forma e por trabalharmos com grupos compostos por uma média de 14 alunos, conseguimos conduzir todas as entrevistas e evitar a espera dos alunos para a realização desta etapa da coleta de dados.

RESULTADOS

Concepções dos alunos do curso técnico, de nível médio, de Enfermagem sobre Imunologia e sistema imune humano

Na primeira aula do curso de extensão em Imunologia básica, antes da apresentação do curso e dos conteúdos que seriam abordados pelo mesmo, foram aplicados três pré-testes: uma questão introdutória (*O que você espera estudar em um curso intitulado “Imunologia Básica?”*); uma atividade diagnóstica com perguntas abertas (Apêndice A); e, em seguida, foi realizado o levantamento oral das concepções dos alunos acerca do tema do curso e do que esperavam estudar no curso. Ao término da atividade que promoveu o espaço de discussão, no qual foi possível realizar o levantamento oral das concepções acerca do tema em questão, os alunos foram questionados se já haviam estudado Imunologia. No caso de resposta afirmativa, estes deveriam especificar em que nível de escolaridade e/ou série e em qual disciplina haviam estudado o tema Imunologia. A resposta a esse questionamento foi apresentada por escrito.

Todos os alunos (71) que participaram da primeira aula do curso de extensão atribuíram ao SIH ações bélicas, como ataque e defesa destinados à proteção do organismo contra a invasão de materiais e/ou corpos estranhos. Tal visão denota o olhar usual da Imunologia, ligado à saúde, como mencionado por Vaz (1999).

Identificamos a crença em que os microrganismos são inimigos e precisam ser vencidos por linfócitos, anticorpos e fagócitos. Relacionamos a presença da metáfora bélica nas respostas e nas falas dos alunos com a compreensão dos fenômenos imunológicos ligados exclusivamente à manutenção da saúde como condição de isenção de corpos estranhos no organismo humano. Associamos este tipo de descrição do SIH a uma concepção típica da visão médica, segundo a qual, de acordo com Vaz (2011a), é conferida ênfase no resultado da ação e não no mecanismo operante no organismo.

As respostas apresentavam em seus teores a metáfora comumente utilizada na literatura clássica da área, como apontado por Siqueira-Batista *et al.* (2009). Contudo, observamos que a metáfora, além de predominar na concepção do sujeito, influenciava as definições e as relações conceituais acerca do tema.

Os alunos, quando questionados oralmente sobre a definição do termo saúde, apresentaram respostas que evidenciaram a apropriação do modelo sanitário hegemônico⁷. Nestas não foram observadas articulações dos fatores bem-estar físico, mental e social à ausência de doenças, como sugere a definição do estado de saúde⁸ proposta pela Organização Mundial da Saúde – OMS (WHO, 2016).

⁷ De acordo com este modelo, a saúde é concebida como a ausência de doença. E a doença consiste no mau funcionamento físico e/ou químico do organismo sob a lógica mecanicista (DIAS et al, 2007).

⁸ A definição de saúde consta no preâmbulo da Constituição da Assembleia Mundial da Saúde, adotada pela Conferência Sanitária Internacional realizada em Nova York (19/22 de junho de 1946) e assinada em 22 de julho de 1946 pelos representantes de 61

“Saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não consistindo somente da ausência de uma doença ou enfermidade.” (WHO, 2016).

Não foram verificadas as relações dos eventos imunológicos como fenômenos biológicos que acontecem em decorrência das estruturas celulares e moleculares das estruturas associadas ao sistema imunológico e que resultam na interação entre estruturas, processamento de materiais de natureza endógena e/ou exógena, como se o organismo atuasse (se defendesse) sem planejamento prévio e intencional para manter o seu equilíbrio e o seu funcionamento, como sugere Vaz (1999).

O entendimento e a construção das explicações dos eventos imunobiológicos se demonstraram limitados e reduzidos às situações de conflitos e aos combates entre organismos exógenos e o organismo humano. Então, entendemos que a utilização da terminologia da metáfora de natureza bélica, o “análogo”, restringia a compreensão do conhecimento atual acerca da biologia e da fisiologia do SIH, “o alvo” da metáfora.

Concordamos com Ferraz e Terrazan (2003) quando afirmam em seu trabalho que o conhecimento que não é corretamente compreendido por meio do uso da analogia e/ou metáfora⁹ significa que o modelo análogo ou metafórico não apresenta atuação efetiva de ancoragem no processo de aprendizagem. Em outras palavras, neste caso, a analogia não apresenta os elementos passíveis de relações adequadas com o conhecimento que se pretende ensinar. Assim, sugerimos que o contraste apresentado pela metáfora bélica restringe a amplitude do “alvo” e, por esta razão, a relação entre o “alvo” e o “análogo” pode limitar a compreensão do indivíduo acerca do tema, ou seja, o “análogo” pode se configurar como um obstáculo epistemológico.

Destacamos que o uso de metáforas e analogias no ensino visa facilitar a comunicação entre alunos, professores e/ou autores, além de atuar como estratégia pedagógica para a construção de conhecimentos científicos. Espera-se que o uso da analogia neste processo de construção favoreça o estabelecimento de relações entre um sistema conceitual científico (desconhecido ou pouco conhecido) e um sistema conceitual familiar ao discente. Neste contexto, busca-se tornar o conceito desconhecido compreensível para o sujeito por semelhança (Ferraz & Terrazan, 2003).

Contudo, é recomendado que sejam identificadas as características relevantes (as semelhanças) do alvo e do análogo, com mapeamento de similaridades (explícitas e esclarecedoras) e de falhas da analogia para o esboço do novo conhecimento em construção (Ferraz & Terrazan, 2003). Desse modo, cabe à analogia o papel heurístico, e, por isso, esta deve ser eliminada a partir do momento em que tenha esgotado o seu papel. O que ficará das experiências referentes à adoção da analogia serão somente os resultados do que ela pode sugerir. Portanto, recorrendo ao recurso da analogia, Perelman (1987) salienta que o papel da analogia “*será de andaimes de uma casa em construção, que são retirados quando o edifício está terminado*”. (Perelman, 1987 citado por Andrade *et al.* 2002, p.2). Ou seja, a analogia não pode ser interpretada como o conceito em si em estudo. Caso isso ocorra, o aprendiz poderá internalizar somente os detalhes e os contrastes mais evidentes e apelativos em detrimento do conceito científico que se pretende trabalhar.

Segundo Siqueira-Batista e colaboradores (2009), o modelo marcial da Imunologia remete à concepção teórica inerente à medicina ocidental, que, em última análise, representa uma leitura limitada da diversidade do sistema imunológico a simples relações causais de defesa contra os ataques microbianos ou das revoltas internas. Porém, esses mesmos autores apontam que a literatura clássica da área, utilizada para o ensino de Imunologia nos cursos de graduação, adota frequentemente este modelo metafórico e analógico. Desta forma, sugerimos que a atribuição bélica conferida ao SIH pelos alunos desse estudo seja justificada pela provável exposição a discursos de professores formados sob esta perspectiva. Soma-se a isso a utilização dos livros didáticos de Biologia¹⁰, adotados pela escola no período pesquisado, cujos trechos relacionados ao tema Imunologia apresentam os tópicos resumidos do tema inscritos sob a metáfora bélica, sem a devida exposição das limitações desta, como fonte de leitura e referência para os seus estudos.

Estados, com vigor a partir de abril de 1948, não emendada desde então (WHO, 2016).

⁹ Analogia e metáfora são conceitos que implicam a comparação entre dois elementos (domínios) distintos e o reconhecimento de semelhanças relevantes. De forma geral, ambas as palavras são consideradas sinônimas. Contudo, a metáfora é mais sintética e mais sugestiva. Já a analogia é mais sistemática, ou seja, a estrutura dos domínios comparados é apresentada de forma explícita e, portanto, as relações entre os domínios são mais evidentes (Ferraz & Terrazan 2003).

¹⁰ Biologia – Volume único. Sônia Lopes & Sérgio Rosso. – São Paulo: Saraiva, 2005.

Biologia – Volume 2 Biologia dos organismos. Amabis & Martho – São Paulo: Editora Moderna, 2010.

Em adição, verificamos, como anunciado por Vaz (1999, 2011a), o pouco reconhecimento da fisiologia do sistema imunológico na dinâmica de interações do organismo consigo mesmo e com componentes do ambiente em que se encontra inserido.

Apenas um dos 71 alunos que responderam a atividade diagnóstica (pré-teste) aplicada na primeira aula mencionou, indiretamente, a relação do SIH com o conceito de homeostase, ou seja, como um sistema que atua na manutenção da estrutura do organismo por meio do equilíbrio metabólico dinâmico, quando afirmou que:

“No contexto do organismo humano, o sistema imune tem como papel principal ajudar no combate de tudo aquilo que prejudique, ou que não esteja de maneira adequada no organismo humano.” (Aluno 01)

Este aluno, quando questionado oralmente quanto ao que seria o “tudo aquilo que prejudique”, respondeu: “... tudo... coisas de dentro e de fora do organismo...”; e quanto ao que seria o “que não esteja de maneira adequada no organismo.”, respondeu: “... em equilíbrio.”

Destacamos que o conceito homeostase foi considerado por este trabalho, em consonância com Novak (1970) e com os Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+ (Brasil, 2008b), como ideia central da Biologia e, de acordo com o recorte desta pesquisa, ideia central para o entendimento da atuação do sistema imune no organismo humano. Portanto, assumimos, de acordo com os pressupostos curriculares brasileiros, que o tópico sistema imune humano trata-se de uma forma de aprofundamento (de diferenciação progressiva) dos temas Imunologia e corpo humano, e estes últimos são consolidados (reconciliados integrativamente) pela ideia central homeostase. Por isso, esperávamos que os alunos associassem a homeostase à Imunologia e ao sistema imune e vice versa.

Quando perguntamos sobre o que os alunos esperavam estudar em um curso intitulado Imunologia básica, observamos elevada frequência referente à expectativa de estudar doenças, quadros e/ou momentos em que há desequilíbrio no organismo e que o SIH apresenta reatividade fora da sua dinâmica de equilíbrio estável (Tabela 1). Para listar e consolidar os tópicos previamente associados à Imunologia e ao SIH pelo grupo de alunos da pesquisa, foi realizada, de acordo com Malafaia *et al.* (2010), a análise do conteúdo das respostas obtidas relativas às questões da atividade avaliativa 02 (Apêndice A). As respostas fornecidas pelos alunos foram analisadas conforme o método de contagem por incidência de determinadas respostas no grupo para a definição das categorias e do tópicos-chave associados aos temas pesquisados.

Observamos que o enfoque esperado pelos alunos quanto ao ensino de Imunologia era semelhante ao apontado por Vaz (2008) e Siqueira-Batista *et al.* (2009), quando mencionam em seus trabalhos o enfoque recorrentemente conferido pela literatura específica da área.

De maneira geral, os alunos esperavam estudar tópicos relacionados à proteção do organismo, tratamento de doenças, agentes patogênicos, anatomia e fisiologia do SIH, vacinas, além das pesquisas e inovações relacionadas ao tema. Tópicos que não corroboram e que não são plenamente explicados pela perspectiva metafórica bélica defensiva, como: a tolerância imunológica; a hipersensibilidade; a natureza das alergias; a inflamação estéril; a autoimunidade; e a imunidade tumoral, não foram apontados pelos alunos. Esses resultados revelam que a natureza das concepções dos alunos participantes da pesquisa acerca da Imunologia limitava-se às interações do organismo associadas a processos infecciosos e a recursos terapêuticos relacionados, em especial, à resposta imune humoral.

Os itens relacionados à anatomia e à fisiologia do SIH, além das vacinas, estiveram presentes em maior frequência nas respostas dos alunos. Observamos que foi a expectativa de quase todos os alunos estudarem sobre estes tópicos. Entretanto, verificamos, no conjunto de respostas da avaliação diagnóstica aplicada antes do início do curso, e no discurso oral dos alunos, que os conhecimentos sobre estes tópicos eram fragmentados, como apontado por Krasilchik (2012), limitados a um tipo de ação do SIH e fundamentados, de forma geral, por proposições de cunho de senso comum.

O levantamento oral realizado apontou que os alunos, quase em sua totalidade, desconheciam os padrões de respostas imunológicas, as estruturas, as células, os componentes, a dinâmica e as ações relacionadas ao SIH. Para os alunos, a fisiologia do SIH limitava-se à produção de anticorpos e à fagocitose em situações em que o organismo humano é “atacado” por agentes exógenos.

Tabela 1 - Tópicos previamente associados, pelos alunos do curso Técnico de nível médio de Enfermagem, aos conteúdos a serem abordados em um curso intitulado Imunologia Básica

Categorias	Tópicos	Número de alunos que estabeleceram associação*	
Proteção	Prevenção de doenças	15	
Tratamentos	Tratamento de doenças	5	
	Terapias	Vacinas	29
		Soros	4
Doenças	Doenças que afetam o sistema Imune	11	
Agentes patogênicos	Microrganismos (vírus e bactérias relacionados a doenças)	7	
Anatomia e fisiologia do sistema imunológico	Funções e características do sistema imunológico	37	
	Imunidade do corpo humano/ Formas de desenvolvimento de imunidade	17	
	Moléculas	Antígeno	2
		Anticorpo	4
Pesquisas	Avanços na área da Imunologia	2	
Saúde	Saúde	2	

Fonte: atividades avaliativas realizadas pelos alunos antes do início do curso de extensão em Imunologia Básica.

*O número de alunos que estabeleceram associações ultrapassa o total de participantes da pesquisa. Este dado justifica-se uma vez que, em conformidade com a solicitação realizada pelas atividades avaliativas, mais de um tópico foi citado por uma parcela dos alunos participantes da pesquisa.

Todavia, ressaltamos que todos os alunos já tinham cursado as disciplinas de Anatomia e Fisiologia, Microbiologia e Parasitologia e Biologia, nas quais são tratados os temas de Anatomia, Fisiologia e Citologia. Esses resultados confirmam os relatos da Coordenadora do curso Técnico, de nível Médio, de Enfermagem e dos professores que atuavam na disciplina Biologia, oferecida pelo Ensino Médio. Segundo esses profissionais, o SIH não era efetivamente trabalhado no contexto das disciplinas supracitadas, ministradas no curso técnico de Enfermagem, por não haver docente com formação específica para atuar com o tema. Já na disciplina Biologia, o tema era tratado superficialmente nos 1º e 2º anos do Ensino Médio, somente quando eram trabalhados assuntos relativos ao sistema circulatório e à imunização, envolvendo soro e/ou vacina.

Salientamos que os registros referentes ao ensino de Imunologia Básica e do SIH realizado no *locus* da pesquisa corroboram os resultados encontrados na literatura quanto à abordagem superficial e limitada do tema, em decorrência do ensino incipiente da Imunologia na Educação Básica (Canto & Barreto, 2006; Souza *et al.*, 2007), e à relação com a formação deficitária de professores que atuam nos níveis de ensino Fundamental e Médio acerca do tema (Canto & Barreto, 2006).

Em síntese, embora o tema Imunologia não fosse assumidamente desenvolvido plenamente no ensino realizado pelos profissionais que atuavam no *locus* da pesquisa, os alunos o conheciam, ainda que fizessem uso de conceitos superficiais e, por vezes, inadequados.

Diante deste cenário, entendemos que se faz necessário que os docentes que atuam no ensino de Ciências e de Biologia no contexto investigado entrem em contato com referenciais mais amplos e diversos acerca do tema Imunologia durante a sua formação continuada. Espera-se que, dessa forma, esses profissionais não venham tratar do tema em suas aulas de forma limitada à produção e ação de soros e vacinas e restrita a uma visão teórica.

Para subsidiar as nossas asserções acerca da abordagem superficial e limitada do tema, destacamos os registros de quatro alunos, identificados pelos números 8, 10, 11 e 15, que mencionaram em suas respostas que a Imunologia estuda as doenças que afetam o sistema imunológico. Quando solicitada oralmente a verbalização da explicação para tal padrão de resposta, o aluno 10 disse: “há coisas que atacam... atingem... o meu sistema imune!”. O aluno 11 justificou oralmente a sua resposta, afirmando que: “A Imunologia estuda o sistema imunológico e as suas doenças específicas...”, como o aluno 15, que afirmou: “A Imunologia estuda as doenças que prejudicam o sistema imune.”.

Quando perguntados se a Imunologia estudava somente as doenças relacionadas ao sistema imune, estes alunos confirmaram que sim. Esses alunos relataram que essas doenças acometeriam, especificamente, o SIH, não havendo relação com outros sistemas que constituem o organismo. Ou seja, ambos consideravam que a Imunologia estudava as doenças que se relacionavam com o sistema imune como um evento local, específico e isolado *do* e *no* organismo. Apenas o aluno 8 respondeu que as doenças que acometem o SIH poderiam acometer outros sistemas; contudo, quando solicitado um exemplo, este não o forneceu.

Interpretamos esses padrões de respostas às questões apresentadas pelas atividades diagnósticas e esses relatos orais como evidência da visão reducionista e da leitura limitada e compartimentalizada da constituição e do funcionamento o organismo. Mediante estes registros, foi possível notar a dificuldade dos alunos quanto à generalização e à extrapolação dos fenômenos biológicos que ocorrem no organismo como um todo. Desse modo, inferimos, subsidiados pela Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel *et al.*, 1980), que estes tipos de respostas denotam a ocorrência de uma incipiente diferenciação progressiva (detalhamento) quanto ao tema, porém sem a reconciliação integrativa (generalização) do mesmo. Ou seja, os dados apontam que há diferentes conceitos mais específicos relacionados ao SIH na estrutura cognitiva do sujeito, contudo, estes não estão (são) relacionados e nem integrados a conceitos biológicos mais amplos, como, por exemplo, o de homeostase e o de organismo, como o conjunto e a integração dos sistemas. Assim, nos pareceu que, nesse contexto, havia a valorização dos acontecimentos locais (das partes) em detrimento do acontecimento global no organismo (do todo), como é verificado na literatura das Biociências (Mayr, 1998) e do ensino em Biociências (Krasilchik, 2012; Brasil, 2008b).

O aluno 12 respondeu à questão introdutória como se somente algumas doenças tivessem relação com a atuação do sistema imunológico em nosso organismo. A visão do organismo como uma unidade biológica com sistemas que atuam de forma integrada não foi observada. Interpretamos esta visão como uma evidência da concepção compartimentalizada do conhecimento.

Destacamos que a concepção de inserção do sistema imune no organismo de forma diferenciada à da inserção dos demais sistemas que constituem o corpo humano é semelhante à observada por Andrade *et al.* (2014) nos livros didáticos aprovados pelo programa do livro didático brasileiro para o ensino de Biologia no Ensino Médio. Este achado parece corroborar a influência exercida pelos livros didáticos na construção e/ou na consolidação da visão fragmentada e não sistêmica do sistema imune e do organismo humano. Este tipo de visão é consonante com as observações de Krasilchik (2012) e Mayr (1998) acerca do conhecimento biológico. Estes autores apontam a ausência de integração dos conteúdos, a apresentação (o ensino), a aprendizagem e o desenvolvimento dos conhecimentos biológicos focados nas causas próximas (nas partes) em detrimento das causas últimas (visão integradora dos fenômenos).

De acordo com Gerhard e Rocha Filho (2012), a fragmentação dos saberes escolares não colabora com a organização do pensamento científico dos estudantes e, tampouco, com o desenvolvimento da capacidade de pensar globalmente um determinado problema. Segundo estes autores, a abordagem isolada e de forma desconexa das partes interligadas do saber dificulta a percepção das relações existentes entre os saberes e, por conseguinte, promove uma visão limitada para a compreensão da realidade. Desta forma, compreendemos que a aprendizagem fragmentada do tema SIH pode gerar obstáculos para a percepção das relações e da complementariedade existentes entre o SIH e diferentes conhecimentos biológicos.

Observamos, também, nas respostas do aluno 12 *“Espero estudar como a Imunologia age no nosso corpo. E algumas doenças relacionadas [à] Imunologia..”* e *“Saber como é efetivamente a ação da Imunologia e lembrar algumas doenças relacionadas a ela..”* (grifo dos autores), que a Imunologia era entendida como uma “entidade” que age no organismo humano.

Quanto às respostas que apresentavam a expectativa de estudo de agentes como vírus e bactérias relacionados a doenças (Alunos 2 e 14) em um curso intitulado Imunologia básica, sugerimos que estas estejam relacionadas à organização e à execução do currículo do curso Técnico, por meio da apresentação de tópicos relacionados à Imunologia, mencionados superficialmente, na disciplina de Microbiologia e Parasitologia, e presentes na ementa dessa mesma disciplina.

Observamos variedade e divergências de respostas quanto à questão sobre os alunos já terem estudado Imunologia em algum momento de suas vidas acadêmicas (Figura 2). Dos 71 alunos entrevistados que responderam a esta questão, somente 10 foram capazes de identificar em qual disciplina haviam sido tratados, de alguma forma, tópicos referentes à Imunologia.

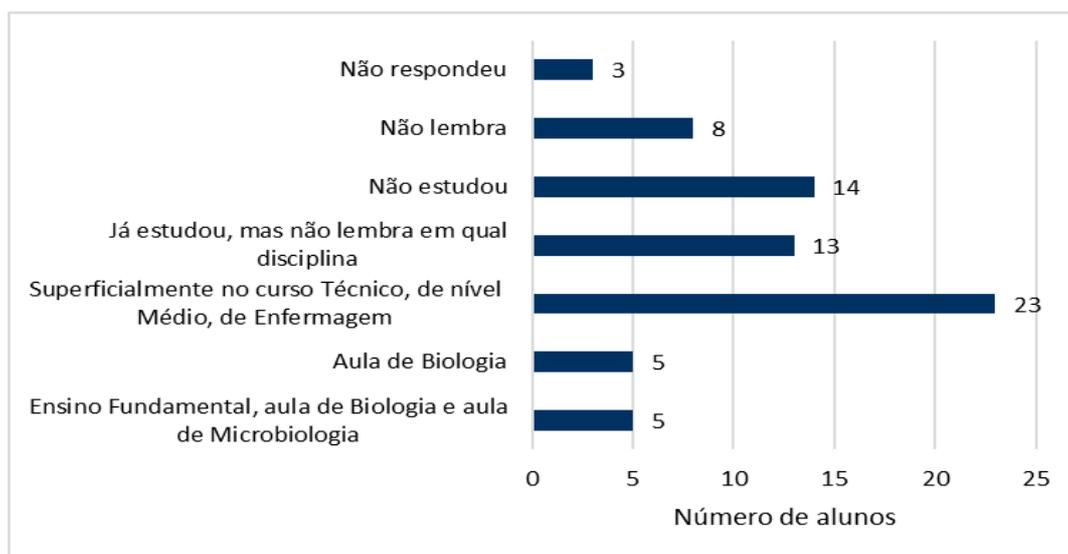


Figura 2 – Perfil de respostas quanto ao estudo prévio de Imunologia pelos alunos do curso de Imunologia básica.

Por meio das atividades diagnósticas, dos levantamentos orais e das entrevistas, foi possível verificar que, nas disciplinas do curso técnico e na disciplina Biologia, oferecida pelo Ensino Médio, os tópicos referentes à Imunologia foram apenas comentados eventualmente e superficialmente pelos docentes, quando alguns temas foram abordados. Entretanto, estes tópicos não foram efetivamente trabalhados. Talvez por esta razão tenhamos observado a recorrência da associação dos tópicos imunização e prevenção de doenças com o SIH. Contudo, percebemos que a Anatomia e Fisiologia desse sistema eram desconhecidas pelos alunos, prevalecendo, no discurso dos mesmos, noções superficiais, como apontado por Canto e Barreto (2006) e Souza *et al.* (2007), sobre o SIH e expressões do senso comum, como: “O sistema imune cria os anticorpos, e ‘constrói’ as ferramentas necessárias para combater as doenças” (Aluno 2). O aluno 2, quando questionado sobre as “ferramentas necessárias para combater as doenças”, não foi capaz de citá-las. Além disso, não mencionou e pareceu desconhecer o processo de produção natural de anticorpos (imunoglobulinas) que ocorre nos organismos saudáveis, não vacinados, não submetidos a outros tipos de intervenção e mantidos em ambientes isentos de germes (Vaz & Carvalho, 2009).

Já o aluno 3 mencionou que “O organismo da mãe tentará combater aquele sangue de Rh diferente do da mãe.”, porém, não foi capaz de descrever sucintamente o processo por ele denominado de “combate”, de acordo com a abordagem apresentada nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio.

Observamos, também, que vários alunos apresentavam conhecimentos limitados acerca dos eventos fisiológicos relacionados ao SIH. Estes alunos utilizaram a palavra ‘baixo’ para adjetivar a atuação do SIH nos casos de desequilíbrio que pode resultar em doença. A estes alunos, foi solicitada uma descrição do que seria e/ou caracterizaria a situação do “sistema imunológico baixo”. Esta solicitação não foi atendida. Os alunos não conseguiram verbalizar uma descrição do estado apontado por eles em suas falas. Aventamos que a utilização da expressão de senso comum “sistema imunológico baixo”, neste caso, tenha decorrido do desconhecimento da anatomia e fisiologia do SIH.

Na descrição da fala do aluno 5 “Na aplicação de vacinas que são apenas vírus atenuados para ‘ativar’ o organismo a produzir seus próprios anticorpos”, podemos observar que o aluno apresentava conhecimentos limitados quanto à composição e quanto aos tipos de vacinas. Este citou somente vacina de natureza viral atenuada, ou seja, vacinas constituídas por vírus, de ação enfraquecida, que portam mutações que interferem com o ciclo viral. DNA, microrganismos inativados (‘mortos’), conjugados (partes dos microrganismos – subunidades vacinais), antígenos sintéticos e de origem bacteriana (atenuada e/ou inativada) não foram considerados como possíveis bases para as vacinas (Abbas *et al.*, 2011). Além disso, destacamos que o aluno considerou que somente a aplicação de vacina e/ou o contato com agentes microbianos poderiam estimular a produção de anticorpos no organismo. Novamente, observamos o desconhecimento do processo de produção natural de anticorpos que ocorre no organismo (Vaz & Carvalho, 2009).

Na sentença “O sistema imune [...] quando detecta algo incomum ao organismo [...] que possa fazer mal, fabrica anti-corpos para tentar conter o corpo invasor.”, construída pelo aluno 6, observamos a relação direta da presença de “algo” incomum, de origem exógena, com o estímulo da produção de anticorpos no organismo. A produção de anticorpos sem a presença do “algo” incomum não foi considerada por este aluno. Contudo, o Aluno 4 discordou, acertadamente, da sentença proferida pelo Aluno 6 na discussão instituída, citando o desenvolvimento das doenças autoimunes, como uma evidência de que a produção de anticorpos pode acontecer mesmo para “algo” comum ao organismo (órgãos que constituem o próprio organismo, por exemplo) e que não faça mal para o mesmo.

“Ele [sistema imune] atua na defesa do organismo, existem ‘soldadinhos’ que lutam contra os agentes estranhos para nos proteger.” (Aluno 9)

O aluno 9 usou uma metáfora bélica genérica, “soldadinhos”, para representar tanto os elementos celulares quanto os moleculares (linfócitos e anticorpos, por exemplo) envolvidos com a atividade do SIH. A diferenciação dos elementos constituintes do SIH e as formas de atuação destes não foram observadas no discurso do aluno. Destacamos que a relação de atuação destes componentes contra agentes estranhos esteve presente tanto no discurso deste aluno, como no discurso de outros alunos. Porém, a interação fisiológica com o próprio organismo não foi relatada, exceto pelo relato pontual do aluno 4 associado à doença autoimune.

Entendemos que a utilização do discurso metafórico “soldadinhos’ que lutam” para designar e descrever a ação dos componentes do SIH se configurou como um recurso explicativo da concepção de ação e do reconhecimento de seus componentes como uma caixa preta. Como apontado por Mpodozis (2011b), entendemos que este recurso não elucida os processos e nem os eventos aos quais a este se refere e, por isto, não tem valor explicativo de fato.

O conceito de resposta imune celular apareceu discretamente e, na maioria das vezes, esteve omissa no discurso dos alunos. Verificamos que a visão inadequada de que a atuação do SIH resulta sempre em produção de anticorpos (para defesa e proteção do organismo contra agentes, em geral, de natureza exógena) esteve frequentemente presente no levantamento inicial das concepções dos alunos sobre o tema do curso de extensão. Este resultado remete à apresentação tradicional e hegemônica do SIH nos livros didáticos, observada por Andrade *et al.* (2014). Nesses livros, observa-se a valorização histórica da resposta imune humoral em detrimento das demais ações relacionadas ao SIH. Associamos esse perfil de respostas dos alunos e da apresentação do tema nos livros didáticos ao fato de, segundo Abbas *et al.* (2011) e Daniel-Ribeiro e Martins (2009), grande parte do conhecimento atual sobre a imunologia ter sido iniciada e desenvolvida pelos estudos sobre a produção de anticorpos.

A visão dos microrganismos como inimigos que precisam ser vencidos por linfócitos, anticorpos e por recursos terapêuticos auxiliares, como anti-inflamatórios e antimicrobianos (antibióticos e quimioterápicos), reitera a relevância da compreensão ampla do tema, além da resposta imune humoral, já que o conhecimento limitado do tema pode gerar importantes consequências. Sabe-se hoje, por exemplo, que a adoção de profilaxia e de terapêutica antimicrobiana baseada no uso de antibióticos está associada ao aumento da resistência a ação desses tipos de medicamentos em populações bacterianas. Portanto, o mau uso desses recursos terapêuticos ocasionam problemas ambientais, econômicos, além de efeitos adversos em seus usuários (Siqueira-Batista & Gomes, 2010).

“Quando o meu organismo é atacado por microrganismos, meu sistema imune manda produzir anticorpos para destruir os microrganismos, se os mesmos já forem reconhecidos, ou seja, que já estão registrados [...]” (Aluno 8)

Repetidamente, observamos a utilização de termos bélicos relacionados à descrição da interação do organismo com o contexto, com o ambiente e com os organismos presentes neste. O organismo humano é posto como vítima da ação dos microrganismos. A participação do organismo no processo de interação com os microrganismos não é reconhecida, tampouco, há reconciliação integrativa das interações realizadas pelo organismo humano, especificamente pelo sistema imune, com o conceito de relações ecológicas. Assim, diante desses dados, sugerimos que a ausência de reconciliação integrativa com outros conceitos de outras áreas de conhecimento não favorece a ampliação da estrutura cognitiva e, por isso, pode reduzir a possibilidade de compreensão do tema de forma sistêmica, como destaca Ramos (2011b) e Siqueira-Batista *et al.* (2009).

A produção de anticorpos aparece no discurso como resultado exclusivo do ataque de microrganismos, ou seja, como um evento pontual e direcionado a elementos exógenos ao corpo. A

resposta imune celular, que, no caso de ações virais no organismo, são mais importantes do que a produção de anticorpos (Abbas *et al.*, 2011), não foi considerada. O aluno 8 relatou desconhecer o processo de “*destruição dos microrganismos*” pela ação dos anticorpos. A ação de neutralização realizada pelos anticorpos não foi citada e a possibilidade de tolerância a elementos exógenos ao organismo não foi considerada. Estes dados foram interpretados como resultado do desconhecimento da fisiologia do SIH.

O aluno 9 associou a eliminação de secreções (pus) com a eliminação de antígenos e de microrganismos quando citou que “[...] *ele [sistema imune] também age na eliminação desses seres quando já estão mortos, causando secreções.*”. Não houve a associação da morte de células do SIH e dos tecidos lesados do organismo com a formação das secreções, como na definição apresentada por Abbas e colaboradores (2011).

“... ao tomarmos vacina, como por exemplo a BCG, se o nosso sistema imune não responder a ela de nada adianta. Pois[...] é necessário que aconteça um ‘abscesso’, um processo infeccioso como resultado de que houve atuação!” (Aluno 10)

“Ele [sistema imune] ajuda ao nosso organismo contra as doenças, ou seja, quando reconhece as doenças[,] ele as combate e não nos permite ter sintomas dessa doença.” (Aluno 11)

“Na vacina, o nosso sistema imune atua identificando aqueles microrganismos e nos defende contra eles deixando células de memória para que, então, se atacados por estes microrganismos nosso corpo venha se lembrar e mais uma vez nos defender sem comprometer nosso organismo.” (Aluno 12)

“Ele [sistema imune] tem o papel de nos prevenir contra situações estranhas que possam ocorrer no organismo...” (Aluno 13)

“Quando uma pessoa estar com infecção na garganta, por exemplo, o organismo produzirá os anticorpos necessários para combater com essa infecção, quando isso não ocorre temos que estimular essa produção através de vacina... medicamentos, etc.” (Aluno 13)

“Na invasão de algum vírus. Quando esse vírus penetra no organismo humano o sistema imune irá identificá-lo e tentar combater esse vírus de alguma maneira.” (Aluno 15)

Todos estes relatos foram questionados nos momentos de discussão (negociação de significados) que sempre sucediam às atividades de levantamentos escritos e/ou orais. Observamos que os alunos (os próprios forneceram relatos deste tipo) não sabiam descrever e/ou explicar como aconteciam os processos citados por eles. As restrições de conhecimentos associavam-se a tópicos variados, desde como se dá a ‘*identificação*’ do vírus no organismo humano (Aluno 15), como se estimula o organismo a produzir anticorpos (Aluno 13), a descrição das “*situações estranhas*” que podem acontecer no organismo (Aluno 13), como o organismo *identifica* os microrganismos, como surgem as células de memória, até como estas atuam em nosso organismo (Aluno 12). As dificuldades de encadeamento na construção de respostas observadas foram por nós justificadas pelos conhecimentos superficiais do tema.

Os alunos manifestaram desconforto quando foram solicitadas maiores informações sobre as suas respostas. Falas do tipo “*Não sei explicar como funciona...*”, “*O corpo faz algo... mas não sei o que é.*”, “*o corpo faz alguma coisa para proteger... mas não sei como acontece*”, “*É, professora... está faltando alguma coisa para eu responder esta pergunta*” foram recorrentes na atividade de levantamento dos conhecimentos prévios.

Dessa forma, ficou evidente que os alunos perceberam que eram capazes de responder prontamente a algumas questões postas, todavia não sabiam explicar muitas de suas respostas e tinham dificuldades de utilizar o que sabiam para responder às novas situações (questões) propostas. Logo, pelos relatos orais e escritos e pelas observações realizadas, inferimos, com base nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa (Moreira, 2011), que os conhecimentos prévios dos alunos decorreram de aprendizagem mecânica, do compartilhamento de um discurso muitas vezes composto por frases prontas cuja natureza deriva do senso comum, e de explicações analógicas e/ou metafóricas superficiais presentes nos textos dos livros didáticos dos ensinos Fundamental e Médio e nos discursos dos professores.

Diante destes dados, entendemos que a concepção do SIH restrita à ideia de “ataque e defesa” contra agentes exógenos para manter o organismo isento de possíveis causadores de doenças inviabiliza a compreensão da natureza e da atuação biológica do sistema imune no contexto do organismo. Sob esta óptica bélica contra invasores de natureza externa, não faz sentido promover a lise de células próprias ou tumorais (já que estas não atacam, somente ocupam o organismo) e a fagocitose de células próprias mortas. Em consonância com Mpodozis (2011a), Ramos (2011a, 2011c) e Vaz (1999) assinalamos que preterir as relações de manutenção de estrutura, de síntese de proteínas, de tolerância e de nutrição do organismo no contexto da atuação do sistema imune não parece adequado à compreensão ampla deste último.

As células interagem com outras células e moléculas próprias ou não e o resultado, em geral, não se limita ao processamento destas com a sua internalização em um endossomo ou a sua inviabilização (“eliminação”) para que não mais participe da constituição do organismo. A dita eliminação pode acontecer por diversas razões, como, por exemplo: porque uma célula não realiza mais uma determinada tarefa ou porque a célula passou a participar da produção (replicação) de um agente exógeno (Abbas *et al.*, 2011).

A apresentação de antígenos e a interação entre elementos de naturezas endógena e exógena ocorrem a todo momento no organismo. Entretanto, como aponta Ramos (2011b), a metáfora bélica na maioria dos casos não é adequada à atuação do SIH. Um alimento, uma célula na qual há replicação de vírus ou que age no processo tumoral, ou até mesmo a inalação de grãos de pólen não configuram um ataque deliberado ao organismo. O organismo quando interage com esses elementos não está realizando a defesa contra a ação de todos os exemplos supracitados. De fato, o organismo buscará interagir com cada um desses elementos conforme as suas especificidades (Murphy *et al.*, 2010), sejam eles endógenos ou exógenos, para manter a sua estrutura e o seu funcionamento, ou seja, para manter a homeostase do sistema e, de forma mais ampla, a do organismo (Ramos, 2011b).

Nos casos que envolvem agentes, virais, microbianos e outros, a metáfora “de ataque e de defesa” do organismo não se aplica à maioria dos casos e por isso não se justifica. Em geral, a metáfora é corroborada pelos argumentos correlatos de luta, de agressividade, de combate violento, do perigo da invasão e da necessidade de matar o ‘adversário’ e, dessa maneira, ficar isento deste em seu organismo. Contudo, nota-se que, quando o ser “invadido” não é o organismo humano, o fenômeno é visto sob outro olhar, alinhado à perspectiva ecológica defendida por Odum (1988) e Capra e Luisi (2014), segundo a qual as relações entre os seres vivos são inerentes à vida no planeta. As interações entre os seres vivos são apresentadas como naturais e necessárias à obtenção de matéria e de energia para a manutenção da vida.

Diante da argumentação belicosa, algumas questões sempre ficam à margem desta concepção e sucedem a essa proposição de ação. Dentre estas, apresentamos as seguintes: Por quê um microrganismo “invade” e/ou “ataca” uma célula? Por que todas as células em algum momento de suas vidas endocitam outras células e/ou moléculas? Um macrófago que fagocita uma bactéria está agindo primeiro “atacando” esta ou está somente “defendendo” o organismo contra (em resposta) à ação da bactéria? Por que o nosso organismo realiza a resposta inflamatória quando há uma fratura óssea não exposta, já que o osso é próprio? Por que não há a plena resposta inflamatória contra a flora intestinal ou demais floras associadas às mucosas, já que a isenção de organismo de natureza não-própria é o objetivo de ação do SIH (na perspectiva belicosa), segundo a literatura utilizada no nível médio de escolaridade? Por que, em geral, não fazemos resposta imunológica mais intensa para a maioria dos alimentos que ingerimos, já que estes são de natureza não-própria?

As respostas para essas perguntas transitam em direção do “pano de fundo” que é constituído pela nutrição e pela manutenção da estrutura e do funcionamento dos organismos. A luta ou guerra para simplesmente matar o adversário e ficar isento, livre, deste em seu organismo, como propõe o “análogo” da metáfora, não responde adequadamente as perguntas apresentadas. Ademais, é notório que muitas vezes a presença de um agente exógeno não gera danos e/ou resposta ao organismo, como a tinta utilizada em tatuagens. Pelo contrário, o agente exógeno muitas vezes pode inclusive contribuir para o seu melhor funcionamento, como, por exemplo: a flora intestinal (Vaz & Faria, 1998; Vaz, 2011c).

Sabe-se que os conhecimentos acerca da anatomia e da fisiologia do SIH, em parceria com os da Biologia Celular, são fundamentais para a compreensão da Imunologia sob a perspectiva do conceito estruturante homeostase (Brasil, 2006). Por esta razão, defendemos que o ensino de Imunologia deve ir além das proposições presentes na metáfora bélica. Todavia, reconhecemos que o conjunto de conhecimentos supracitados não irá conferir garantias absolutas para o sucesso dos processos de ensino e de aprendizagem. Tanto a compreensão do tema, como a superação de obstáculos epistemológicos que

por ventura sejam estabelecidos pela adoção da metáfora bélica no processo de construção de conhecimentos podem não ser alcançadas pelo discente.

Não podemos perder de vista que a aprendizagem, sob a perspectiva cognitivista, depende de vários fatores. Dentre estes, destacamos a prontidão do sujeito para aprender, ou seja, o conjunto de conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva do sujeito passível de relação com o que se pretende ensinar. A intencionalidade e a predisposição do sujeito em relacionar o que ele conhece com os novos conhecimentos apresentados no processo de ensino também exercem grande influência no processo de aprendizagem. Outros pontos a serem considerados para ocorrência do processo de aprendizagem são o planejamento e o desenvolvimento de eventos e de materiais de ensino que apresentem os conteúdos de forma cognoscível e que venham a favorecer o estabelecimento da relação entre o que o discente conhece e o conteúdo que se pretende ensinar (Ausubel *et al.*, 1980; Moreira, 2011).

Desse modo, diante desse cenário e de nossos achados, apontamos a necessidade de realização de um ensino que considere as concepções dos educandos sobre Imunologia e a influência destas no processo de aprendizagem do tema. Ademais, com base nos resultados da investigação, defendemos que os ensinamentos de Ciências e de Biologia valorizem a abordagem biológica homeostática do sistema imune e a compreensão global do organismo e do conjunto de interações internas e externas que atuam na manutenção da estrutura do organismo por meio do equilíbrio metabólico dinâmico. Assumimos esta posição, por acreditar que essas concepções são essenciais para compreensão ampla da saúde, dos processos de doença e das relações estabelecidas entre as partes do organismo e destas com o ambiente.

Salientamos que os resultados encontrados quanto às concepções dos alunos inscritos no curso de extensão em Imunologia acerca do tema Imunologia foram fundamentais para a definição do planejamento das aulas e para a organização e o desenvolvimento das atividades realizadas nas mesmas. Somente diante dos resultados referentes ao que os alunos já sabiam pudemos perceber que a Anatomia e a Fisiologia do SIH não eram familiares aos alunos, e que a revisão e a relação dos conhecimentos associados à homeostase e à Biologia Celular eram importantes para a apresentação e para o desenvolvimento do tema no início e no decorrer do curso.

Assim, pensar em educação para saúde no contexto escolar pesquisado nos remete à importância do conhecimento para as ações que resultam em melhores condições de vida. Na prática, os conhecimentos da Imunologia e do SIH, aliados aos conhecimentos psiconeuroendócrinos, são centrais para compreensão da saúde e para as ações promotoras de saúde. Dessa maneira, acreditamos que a educação para saúde deve preconizar *a priori* a construção conceitual e a percepção da interlocução de saberes aparentemente dispersos para promover o desenvolvimento pleno de um sujeito capaz conferir sentido às situações que lhes são apresentadas e agir para prevenção, promoção e cuidado da saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar não é uma tarefa simples. Não há uma forma *UNA*, prescritiva e pronta a seguir, capaz de atender a todas as demandas e superar todas as dificuldades, inerentes do aprender. Entretanto, a compreensão de como o sujeito aprende e dos fatores envolvidos neste processo pode favorecer a seleção de distintas estratégias metodológicas para o desenvolvimento de práticas de ensino de boa qualidade em diferentes contextos.

Com base nessas asserções, acreditamos que o professor deve conduzir a sua prática com o fito de mediar e favorecer a relação e a interação individual entre o sujeito e o objeto de ensino. Em suma, o ensino deve oferecer ao aluno ambientes e situações que favoreçam as relações e interações entre: os alunos; os alunos e o professor; e, sobretudo, entre os alunos e o conhecimento.

Dessa forma, destacamos a relevância da realização do levantamento das concepções dos alunos acerca do tema para o processo educativo, pois o conhecimento é construído na escola e fora dela socialmente e historicamente. Assim, conhecer as concepções dos alunos antes da realização do ensino se faz importante, pois esses alunos trazem consigo conhecimentos, que devem ser considerados pelos docentes, e que influenciarão decisivamente, juntamente com a sua disposição para aprender, a aprendizagem do tema no desenvolver das aulas.

No contexto dessa pesquisa, a atribuição, quase que na sua totalidade, de ações bélicas ao SIH, como ataque e defesa destinados à proteção do organismo e manutenção da saúde, esta como um estado de isenção (ausência) de microrganismos no organismo, pareceu-nos limitada e presente em diferentes

níveis de ensino. Sugerimos que tal concepção possa comprometer aprendizagens futuras relacionadas ao tema Imunologia, à compreensão do global da atuação do sistema imune nos organismos e dos estados de saúde e doença, configurando-se, assim, como um obstáculo epistemológico. As metáforas podem criar realidades para o sujeito. Desse modo, uma metáfora pode ser um guia para uma ação futura. Esta ação se baseará na metáfora e, por esta razão, reforçará a evocação da metáfora como uma explicação coerente que tenderá a se perpetuar e a se tornar a compreensão “real” de um fenômeno, mesmo que esta seja inadequada. Por conseguinte, caso, nesse contexto, as concepções dos alunos sejam desconsideradas no processo de ensino, espera-se que os alunos não venham *reformular* as suas concepções a respeito da Imunologia. E a ausência dessa reforma em sua estrutura cognitiva poderá impedir a aprendizagem adequada e coerente de diferentes e plurais perspectivas científicas acerca do tema.

Salientamos que o conhecimento da atribuição de cunho bélico à atuação do SIH, conferida pelos alunos, somado ao pouco reconhecimento da fisiologia do sistema imunológico na dinâmica de interações do organismo consigo mesmo e com componentes do ambiente em que se encontra inserido foram fundamentais para nortear o ensino de Imunologia realizado por nós posteriormente a esta pesquisa.

Ademais, as concepções reveladas pelos sujeitos dessa pesquisa parecem indicar a necessidade de realização de um ensino de Imunologia, em seus diferentes níveis (Básico [Fundamental e Médio], Técnico e Superior), que valorize a abordagem biológica homeostática do SIH e a compreensão global do organismo e do conjunto de suas interações internas e externas.

Nessa direção, destacamos a importância do aprofundamento das investigações em outros níveis de ensino para subsidiar discussões e reflexões sobre o que nos parece ser a visão limitada e socialmente compartilhada sobre a Imunologia e o SIH, e sobre a atenção a ser dada a estes conhecimentos, trazidos pelos alunos, no evento educativo, além de suas implicações com o processo de aprendizagem adequada do tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbas, A. K., Litchman, A. H., & Pillai, S. (2011). *Imunologia Celular e Molecular*. Rio de Janeiro: Revinter.
- Andrade, B. L., Zylbersztajn, A., & Ferrari, N. (2002). As Analogias e metáforas no ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio*, 2(2), 1-11.
- Andrade, V. A., Araújo-Jorge, T. C., & Coutinho-Silva, R. (2014). O sistema imune no organismo humano segundo os livros didáticos da Educação Básica Brasileira. *LAJSE*, 1, 2, 22026-1 - 22026-14.
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2003). *Biología 2 – Anatomía y fisiología*. México: Pearson Educación.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Educational Psychology: a Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Bateson, G. (1987). *Steps to an Ecology of Mind*. London: Jason Aronson Inc.
- Brasil, Secretaria de Educação Básica. (2006). *Orientações curriculares para o ensino Médio – Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.
- Brasil, Ministério da Educação. (2008a). *Educação profissional e tecnológica: legislação básica – Técnico de nível Médio*. Brasília: MEC/ SETEC.
- Brasil, SEMETC - Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (2008b). *PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC.
- Botelho, J. F. Epigênese. (2011). Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 61-84). Florianópolis: Editora UFSC.

- Canto, F. B., & Barreto, C. M. B. (2006). O teatro de bonecos como estratégia didática para o ensino do sistema imunológico. In X Encontro “Perspectivas do ensino de Biologia”; 1º Encontro Regional de ensino de Biologia (MT/MS/SP). *Caderno de programa e resumos*. São Paulo: FE/UNICAMP.
- Capra, F., & Luisi, P. L. (2014). *A visão sistêmica da vida*. São Paulo: Cultrix.
- Chassot, A. (2006). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora UNIJUÍ.
- Coico, R., & Sunshine, G. (2010). *Imunologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Curtis, H., & Barnes, N. S. (2015). *Biología*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Daniel-Ribeiro, C. T., & Martins, Y. C. (2009). Uma (não tão) breve história da imunologia cognitiva: mecanismos de geração e manutenção da diversidade do repertório imune. *Neurociências*, 5, 189-211.
- Dias, G., Franceschini, S. C. C., Reis, J. R., Reis, R. S., Siqueira-Batista, R., & Cotta, R. M. M. (2007). A vida nos olhos, o coração nas mãos: concepções e representações femininas do processo saúde – doença. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 14(3), 779-800.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1999). Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova da Escola*, 9, 31-40.
- Ferraz, D. F., & Terrazan, E. A. (2003). Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: Que relação?. *Ciência e Educação*, 9, 213-227.
- Forte, W. C. N. (2011). *Imunologia do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed.
- Gerhard, A. C., & Rocha Filho, J. B. (2012). A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(1), 125-145.
- Krasilchik, M. (2012). *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Levinson, W. (2010). *Microbiologia médica e imunologia*. Porto Alegre: Artmed.
- Malafaia, G., Bárbara, V. F., & Rodrigues, A. S. L. (2010). Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino da Biologia. *Revista Eletrônica de Educação*, 4(2), 165-182.
- Martins, I., Gouvêa, G., & Vilanova, R. (2012). *O livro didático de Ciências: contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula*. Rio de Janeiro: [s.n.].
- Maturana, H., & Varela, F. (1980). *Autopoiesis and cognition: the realization of the living*. Dordrecht: Reidel.
- Mayr, E. (1998). *O Desenvolvimento do Pensamento Biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: UnB.
- Moreira, H., & Caleffe, L. G. (2006). *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. Rio de Janeiro: DP&A.
- Moreira, M. A. (2011). *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Mpodozis, J. (2011a). A equação fundamental da Biologia. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 25-44). Florianópolis: Editora UFSC.
- Mpodozis, J. (2011). Ontogênese. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 45-60). Florianópolis: Editora UFSC.
- Murphy, K., Travers, P., & Walport, M. (2010). *Imunologia de Janeway*. Porto Alegre: Artmed.
- Novak, J. D. (1970). *The improvement of Biology Teaching*. New York: The Bobbs-Merrill Company.
- Novak, J.D., & Gowin, D. B. (1984). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

- Odum, E. P. (1988). *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Parham, P. (2001). *O Sistema Imune*. Porto Alegre: Artmed Editora.
- Parslow, T. G., Stites, D. P., Terr, A. I., & Imboden, J. B. (2004). *Imunologia médica*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan.
- Ramos, G. C. (2011a). As perguntas antes das respostas. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 17-22). Florianópolis: Editora UFSC.
- Ramos, G. C. (2011b). Inflamação como um fenômeno do desenvolvimento animal. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 125-142). Florianópolis: Editora UFSC.
- Ramos, G. C. (2011c). O nó górdio entre a Biologia e a Imunologia. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 107-124). Florianópolis: Editora UFSC.
- Rose, F., & Geha, R. (2002). *Estudos de casos em Imunologia*. Porto Alegre: Artmed.
- Siqueira-Batista, R., Gomes, A. P., Albuquerque, V. S., Madalon-Fraga, R. Aleksandrowicz, A. M. C., & Geller, M. (2009). Ensino de imunologia na educação médica: lições de Akira Kurosawa. *Rev. Bras. Educ. Med.*, 33, 186-190.
- Siqueira-Batista, R., & Gomes, A. P. (2010). *Antimicrobianos: guia prático 2010-2011*. Rio de Janeiro: Editora Rubio.
- Souza, F. H. T., Souza, E. L. Falcão, G. M. Medeiros, L. N. Hirsch-Monteiro, C., & Mascarenhas, S. R. (2007). Impactando as aulas de imunologia: apresentando o sistema imunológico com aulas práticas. In Anais do X Encontro de iniciação à docência - UFPB-PRG. Recuperado de <http://www.prac.ufpb.br/anais/IXenex/iniciacao/documentos/anais/4.EDUCACAO/4CCSDFPMT01.pdf>
- Vaz, N. M. (1999). O ensino e a saúde: um olhar biológico. *Cad. Saúde Pública*, 15(2),169-176.
- Vaz, N. M.(2008). Imunologia: uma harmonia de ilusões. *Neurociências*, 4, 196-204.
- Vaz, N. M. (2011a). Uma breve história da Imunologia.. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 143-160). Florianópolis: Editora UFSC.
- Vaz, N. M. (2011b). História nos linfócitos - Uma fisiologia conservadora para o sistema imunológico. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. *Onde está o organismo?* (pp. 161-179). Florianópolis: Editora UFSC.
- Vaz, N. M. (2011c). Imunopatologia por desconexão.. In Vaz, N. M., Mpodozis, J. Botelho J. F., & Ramos, G. (2011). *Onde está o organismo?* (pp. 181-193). Florianópolis: Editora UFSC.
- Vaz, N. M., & Carvalho, C. R. (2009). Imunologia, intencionalidade e acaso. *Informática na Educação: teoria & prática*, 12, 195-200.
- Vaz, N. M., & Faria, A. M. F. (1998). *Guia incompleto de Imunobiologia*. Belo Horizonte: Coopmed Editora.
- Vaz, N. M., Mpodozis, J., Botelho J. F., & Ramos, G. (2011). *Onde está o organismo?*. Florianópolis: Editora UFSC.
- Vaz, N. M., & Pordeus, V. (2005). Visiting Immunology. *Arq. Bras. Cardiol.*, 85, 350-361.
- WHO. (2016). World Health Organization definition of health. Recuperado de <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>

Recebido em: 14.06.2016

Aceito em: 10.10.2016

APÊNDICE A – ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

Atividade diagnóstica:

1ª Questão: Como o sistema imune atua no contexto do organismo humano?

2ª Questão: Cite (liste) palavras e/ou termos que você relaciona ao sistema imune.

3ª Questão: Identifique e descreva duas situações em que o seu sistema imune atua e/ou atuará em seu organismo.

Situação 01 -

Situação 02 -