

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS***Potentially Meaningful Teaching Units - PMTU**

Marco Antonio Moreira
Instituto de Física – UFRGS
Caixa Postal 15051 – Campus
91501-970 – Porto Alegre, RS
moreira@if.ufrgs.br
<http://moreira.if.ufrgs.br>

Resumo

É proposta a construção de uma sequência didática fundamentada em teorias de aprendizagem, particularmente a da aprendizagem significativa. Partindo das premissas de que não há ensino sem aprendizagem, de que o ensino é o meio e a aprendizagem é o fim, essa sequência é proposta como sendo uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* (UEPS). São sugeridos passos para sua construção, são dados exemplos e é apresentado um glossário dos termos técnicos utilizados.

Palavras-chave: unidade de ensino, aprendizagem significativa, ensino potencialmente significativo.

Abstract

The construction of a didactic sequence is proposed based on learning theories, specially the meaningful learning one. Assuming that there is no teaching without learning, that teaching is a means and learning is the goal, such a sequence is proposed as a *Potentially Meaningful Teaching Unit* (PMTU). Steps for its construction are suggested, examples are given, and a glossary of the technical terms involved is provided.

Keywords: teaching unit, meaningful learning, potentially meaningful teaching.

* Original a ser submetido à publicação.

INTRODUÇÃO

Na escola, seja ela fundamental, média ou superior, os professores¹ apresentam aos alunos conhecimentos que eles supostamente devem saber. Os alunos copiam tais conhecimentos como se fossem informações a serem memorizadas, reproduzidas nas avaliações e esquecidas logo após. Esta é a forma clássica de ensinar e aprender, baseada na narrativa do professor e na aprendizagem mecânica do aluno.

As teorias de aprendizagem sugerem outras abordagens. Os resultados da pesquisa básica em ensino também, mas nem umas nem outros chegam às salas de aula. Não se trata aqui de culpar psicólogos educacionais, educadores, pesquisadores, professores e alunos, mas o fato é que o modelo da narrativa é aceito por todos – alunos, professores, pais, a sociedade em geral – como “o modelo” e a aprendizagem mecânica como “a aprendizagem”. Na prática, uma grande perda de tempo.

Com a intenção de contribuir para modificar, pelo menos em parte, essa situação, propõe-se neste trabalho a construção de *Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*. São sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, que podem estimular a pesquisa aplicada em ensino, aquela voltada diretamente à sala de aula.

CONSTRUÇÃO DA UEPS

Objetivo: desenvolver unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental.

Filosofia: só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos.

Marco teórico: a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968, 2000), em visões clássicas e contemporâneas (Moreira, 2000, 2005, 2006; Moreira e Masini, 1982, 2006; Masini e Moreira, 2008; Valadares e Moreira, 2009), as teorias de educação de Joseph D. Novak (1977) e de D.B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M.A. Moreira (2005).

Princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);

¹ Professores e alunos serão usados ao longo deste texto como termos gerais, referindo-se à docência e à discência sem nenhuma alusão a gênero.

- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- é o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud)
- frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Aspectos sequenciais (passos):

1. definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. criar/propor situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;

3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio-visual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. a avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas

por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. a UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Aspectos transversais:

- em todos os passos, os materiais e as estratégias de ensino devem ser diversificados, o questionamento deve ser privilegiado em relação às respostas prontas e o diálogo e a crítica devem ser estimulados;
- como tarefa de aprendizagem, em atividades desenvolvidas ao longo da UEPS, pode-se pedir aos alunos que proponham, eles mesmos, situações-problema relativas ao tópico em questão;
- embora a UEPS deva privilegiar as atividades colaborativas, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais.

Diagramas: a fim de abordar de outra maneira a estrutura de uma UEPS e também para ilustrar diagramas que podem ser úteis nas atividades colaborativas nela propostas, são apresentados, a seguir, dois tipos de diagramas.

DIAGRAMA V

A Figura 1 mostra um diagrama V (Gowin, 1981) para esquematizar o processo de construção de uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*.

MAPA CONCEITUAL

Na Figura 2 é apresentado um mapa conceitual para diagramar de outro modo a construção de uma *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa*.

Domínio Conceitual

Filosofia: só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino devem ser potencialmente significativos.

Teorias: da aprendizagem significativa de Ausubel; de educação de Novak e Gowin; do interacionismo social de Vygotsky; dos campos conceituais de Vergnaud; dos modelos mentais de Johnson-Laird; da aprendizagem significativa crítica de Moreira.

Princípios:

- o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem;
- a aprendizagem significativa depende da intencionalidade do aprendiz;
- os materiais e as estratégias de ensino devem ser potencialmente significativos;
- são as situações que dão sentido aos conceitos;
- a primeira ação cognitiva para resolver uma situação-problema é a construção de um modelo mental na memória de trabalho;
- o professor é o organizador do ensino, provedor de situações potencialmente significativas e mediador da captação de significados;
- a avaliação deve buscar evidências de aprendizagem significativa; esta é progressiva;
- um episódio educativo envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos dentro de um contexto;
- a aprendizagem deve ser significativa e crítica.

Conceitos: aprendizagem significativa; aprendizagem mecânica; situações-problema; modelos mentais; negociação de significados; captação de significados; diferenciação progressiva; reconciliação integrativa; consolidação; mediação; progressividade; complexidade; organizadores prévios; aprendizagem significativa crítica.

Fenômeno de interesse: ensino e aprendizagem

Pergunta-foco: como construir unidades de ensino potencialmente facilitadoras da aprendizagem significativa de tópicos específicos de conhecimento declarativo e/ou procedimental?

Domínio Metodológico

Asserções de valor: o maior valor da UEPS reside no fato de que é uma sequência didática teoricamente fundamentada e, por isso, com maior potencial de êxito na facilitação da aprendizagem significativa.

Asserções de conhecimento: levando em conta o conhecimento prévio do aluno, os organizadores prévios, a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação; propondo atividades colaborativas em torno de situações-problema; mediando a negociação e a captação de significados; provendo situações-problema e mediando sua resolução pelo aluno; buscando evidências de aprendizagem significativa dentro de uma perspectiva de progressividade e complexidade; desestimulando a aprendizagem mecânica.

Transformações: organização e implementação da UEPS, a partir de uma filosofia educacional, de teorias e princípios de aprendizagem significativa.

Registros: conhecimentos curriculares específicos a serem trabalhados em situação formal de ensino; conhecimentos prévios dos alunos; materiais instrucionais; estratégias de ensino diversificadas; produções dos alunos.

Evento: construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Figura1. Um diagrama V para a construção de uma UEPS.

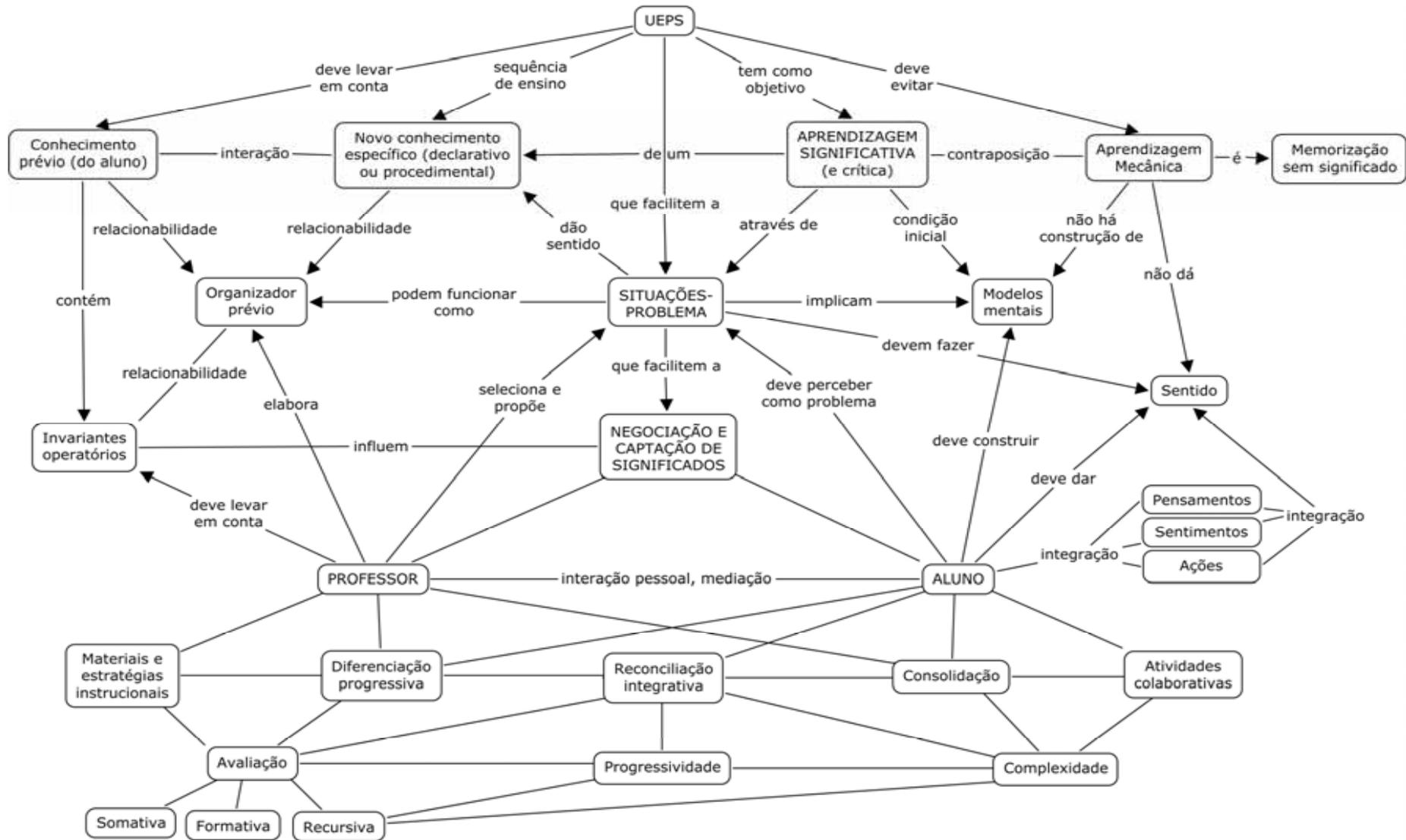


Figura 2 – Um mapa conceitual para a construção de uma UEPS. Neste mapa não foram colocados conectivos na parte inferior para que não ficasse muito denso. As flechas são usadas apenas quando se quer dar um sentido à leitura. É importante não confundir mapa conceitual com diagrama de fluxo. O mapa é estrutural, não sequencial.

GLOSSÁRIO

Aprendizagem significativa: aprendizagem com significado, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento adquirido a novas situações; resulta da interação cognitiva não-arbitrária e não-literaI entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos; depende fundamentalmente de conhecimentos prévios que permitam ao aprendiz captar significados (em uma perspectiva interacionista, dialética, progressiva) dos novos conhecimentos e, também, de sua intencionalidade para essa captação.

Aprendizagem significativa crítica: é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela. É através dessa aprendizagem que o indivíduo poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dela que poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela. Por meio dela poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças. (Moreira, 2005).

Aprendizagem mecânica: é a memorização, sem significado, de informações a serem reproduzidas a curto prazo; aprender mecanicamente é simplesmente decorar. Do ponto de vista cognitivo, as informações são internalizadas praticamente sem interação com conhecimentos prévios. No cotidiano escolar, é a “decoreba”.

Atividade colaborativa: resolução de tarefas (problemas, mapas conceituais, construção de um modelo, realização de uma experiência de laboratório, etc.) em pequenos grupos (dois a quatro participantes), com participação de todos integrantes e apresentação, ao grande grupo, do resultado, do produto, obtido; esse resultado deve ser alcançado como um consenso do pequeno grupo a ser apreciado criticamente pelo grande grupo.

Avaliação formativa: é aquela que avalia o progresso do aluno ao longo de uma fase de sua aprendizagem; a que contribui para a regulação da aprendizagem, em andamento, no progressivo domínio de um campo conceitual; é uma avaliação contínua e ocupada com os significados apresentados e em processo de captação pelo aluno.

Avaliação somativa: é aquela que busca avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem ao final de uma fase de aprendizagem; é usualmente baseada em provas de final de unidade, em exames finais.

Captação de significados: os conhecimentos (conceitos, proposições, construtos, ...) de uma determinada matéria de ensino têm significados que são aceitos no contexto dessa matéria, que são compartilhados por uma comunidade de usuários; para aprender significativamente essa matéria, o aluno tem que, primeiramente, captar esses significados para, então, decidir se quer incorporá-los a sua estrutura cognitiva de maneira substantiva e não-arbitrária; para Gowin(1981), a captação de significados é anterior, e condição, à aprendizagem significativa.

Conhecimento declarativo: é o conhecimento que pode ser verbalizado, declarado de alguma maneira, refere-se ao conhecimento sobre objetos e eventos; é representado mentalmente por proposições e imagens mentais.

Conhecimento prévio: conceitos subsunçores, representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, concepções alternativas, invariantes operatórios, enfim, cognições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Conhecimento procedimental: é aquele que consiste de habilidades cognitivas envolvidas no saber fazer algo; é o conhecimento sobre como executar ações; estaria representado mentalmente por meio de produções, ou seja, regras sobre condições e ações.

Consolidação: é um dos princípios programáticos ausubelianos da matéria de ensino (juntamente com a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa e a organização sequencial) segundo o qual é preciso insistir no domínio ou mestria do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, buscando assegurar contínua prontidão na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada. Contudo, este princípio deve ser compatibilizado com a progressividade da aprendizagem significativa e com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

Diagrama V: é um instrumento heurístico, criado por D.B. Gowin (1981), para facilitar a compreensão do processo de construção do conhecimento; por isso mesmo, é também chamado de Vê epistemológico. No centro do V está a questão-chave, a pergunta básica de um processo de produção de conhecimento; no lado esquerdo está o domínio conceitual (conceitos, princípios, teorias, filosofias) e no direito o domínio metodológico (registros, dados, transformações metodológicas, respostas tentativas à questão-básica). Em termos simples, pode-se dizer que o lado esquerdo do V corresponde ao pensar e o lado direito ao fazer; a produção de conhecimentos resulta da interação entre um domínio conceitual (pensar) e um domínio metodológico (fazer). Na ponta do Vê está o evento ou o objeto de estudo do qual são feitos registros que transformados metodologicamente geram asserções de conhecimento (respostas) sobre as quais são feitas asserções de valor.

Diferenciação progressiva: como princípio programático da matéria de ensino, significa que ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início do ensino e, progressivamente, diferenciados, ao longo do processo, em termos de detalhes e especificidades. Do ponto de vista cognitivo, é o que ocorre com determinado subsunçor à medida que serve de ancoradouro para novos conhecimentos em um processo interativo e dialético.

Invariantes operatórios: são conhecimentos contidos nos esquemas. Esquema é a organização da conduta para uma certa classe de situações. Há dois tipos de invariantes operacionais que são componentes essenciais dos esquemas: teoremas-em-ação e conceitos-em-ação. Teorema-em-ação é uma proposição tida como verdadeira sobre o real. Conceito-em-ação é um predicado, uma categoria de pensamento tida como pertinente, relevante, a uma dada situação. (Vergnaud, 1990).

Mapa conceitual: é um diagrama hierárquico de conceitos e relações entre conceitos; hierárquico significa que nesse diagrama, de alguma forma, se percebe que alguns conceitos são mais relevantes, mais abrangentes, mais estruturantes, do que outros; essa hierarquia não é necessariamente vertical, de cima para baixo, embora seja muito usada. No mapa conceitual as relações entre os conceitos são indicadas por linhas que os unem; sobre essas linhas colocam-se palavras que ajudam a explicitar a natureza da relação;

essas palavras, que muitas vezes são verbos, são chamadas de conectores, conectivos, palavras de enlace. A ideia é que os dois conceitos mais o conectivo formem uma proposição em linguagem sintética. O mapa conceitual procura refletir a estrutura conceitual do conteúdo que está sendo diagramado. É importante não confundi-lo com diagrama de fluxo, quadro sinótico, mapa mental e outros tipos de diagramas.

Mapa mental: é uma função natural da mente humana – é o pensamento “irradiado” livremente a partir de uma imagem central, ou de uma palavra-chave, como se fossem ramificações (*branches*); tópicos menos importantes também são representados como ramificações ligadas a outras de mais alto nível; as ramificações formam uma estrutura nodal conectada (Buzan e Buzan, 1994; Ontoria et al., 2004). No mapa mental as associações são completamente livres, enquanto que no mapa conceitual são aquelas aceitas no contexto da matéria de ensino.

Material potencialmente significativo: o significado está nas pessoas, não nas coisas. Então, não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais.

Memória de trabalho: é o sistema cognitivo que permite ao indivíduo manter ativa uma quantidade de informação limitada (7 ± 2 itens) por um curto período de tempo. Antes, no início da revolução cognitiva dos anos 50, era chamada de *memória de curto prazo*. Hoje assume-se que sua principal função é armazenar temporariamente resultados de computações mentais intermediárias quando resolvendo problemas. (Wilson e Keil, 2001).

Modelo mental: é um análogo estrutural de um estado de coisas do mundo que o sujeito constrói em sua memória de trabalho. Frente a uma nova situação, os esquemas de assimilação do sujeito não funcionam; então, para dar conta dela, constrói mentalmente um modelo funcional, recursivo, dessa situação, com uma estrutura análoga a ela. Faz, então, inferências e, dependendo da eficácia dessas inferências, modifica o modelo recursivamente, podendo, inclusive descartá-lo. Dependendo do sucessivo encontro com situações da mesma classe, o modelo mental pode estabilizar-se ou evoluir para esquema de assimilação.

Negociação de significados: na verdade não é bem uma negociação; é mais uma troca, uma externalização de significados: o professor que já domina os significados aceitos no contexto da matéria de ensino os apresenta ao aluno. Este deve externalizar ao professor como está captando esses significados. Caso essa captação não corresponda aos significados contextualmente aceitos na matéria de ensino, o professor deve apresentá-los outra vez, de outra forma, e o aluno deve externalizá-los novamente. Isso pode ocorrer várias vezes até que o aprendiz venha a compartilhar os significados aceitos no contexto da matéria de ensino. É isso que se entende por negociação de significados. Pode ser um longo processo em que o professor media a captação de significados por parte do estudante.

Organizador prévio: material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade; segundo Ausubel (1968, 2000), sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber a fim de que o novo conhecimento pudesse ser

aprendido significativamente. Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a *relacionabilidade* entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio mas não percebe que está relacionado com aquele que lhe está sendo apresentado.

Reconciliação integrativa: do ponto de vista instrucional, é um princípio programático da matéria de ensino segundo o qual o ensino deve explorar relações entre ideias, conceitos, proposições e apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Em termos cognitivos, no curso de novas aprendizagens, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos como relacionados, reorganizarem-se e adquirir novos significados. Esta recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é a reconciliação integrativa na óptica da organização cognitiva.

Recursividade: é a possibilidade de refazer as tarefas de aprendizagem; é o aproveitamento do erro como recurso de aprendizagem. Modelos mentais, por exemplo, são recursivos. Frente a uma situação nova, o sujeito constrói um modelo mental de trabalho para dar conta dessa situação. Se o modelo não funciona, ele ou ela o vai modificando recursivamente até que lhe satisfaça. Mapas conceituais, por exemplo, podem ser feitos recursivamente: o estudante faz seu primeiro mapa e o apresenta ao docente ou aos colegas. Em função de comentários, sugestões, críticas, o mapa pode ser refeito e reapresentado e, assim, sucessivamente.

Sentido: segundo Vygotsky (1987), sentido é a soma dos eventos psicológicos que a palavra, ou a situação, evoca na consciência; é um todo fluido e dinâmico, com zonas de estabilidade variável, das quais a mais estável e precisa é o significado. Significado é uma construção social, de origem convencional, relativamente estável, mas mutável e contextual. Sentido é pessoal, significado é social.

Situação-problema: significa tarefa, não necessariamente problema de fim de capítulo; pode ser a explicação de um fenômeno, de uma aparente contradição, a construção de um diagrama, as possibilidades são muitas, mas, independente de qual for a tarefa, é essencial que o aprendiz a perceba como um problema. Por exemplo, não adianta propor um “problema” que o aluno perceba apenas como um exercício de aplicação de fórmula. Situações-problema e conceitualização guardam entre si uma relação dialética: são as situações que dão sentido aos conceitos, mas à medida que o sujeito vai construindo conceitos mais capaz ele fica de dar conta de novas situações, cada vez mais complexas. No ensino, as situações devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, mas é importante um certo domínio de um determinado nível de complexidade antes de passar ao próximo. Em tudo isso está implícito o conceito de campo conceitual proposto por Vergnaud (1990) como um campo de situações-problema, cujo domínio é progressivo, lento, com rupturas e continuidades.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology – a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston. 685p.
- Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 212p.
- Buzan, T. and Buzan, B. (1994). *The mind map book*. New York, NY: Dutton Books. 320p.
- Gowin, D.B. (1981). *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210p.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 513p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 112p.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. 111p.
- Moreira, M. A. (2002). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: Visor. 100p.
- Moreira, M. A. (2004). (Org.) *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nessa área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 107p.
- Moreira, M.A. (2005). *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 45p.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula*. Brasília: Editora da UnB. 185p.
- Masini, E.A.F. e Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam ao comprometimento*. São Paulo: Vetor Editora. 295p.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 295p.
- Novak, J.D. (1980). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original *A theory of education*.
- Ontoria, A., De Luque, A. e Gómez, J.P.R. (2004). *Aprender com mapas mentais*. São Paulo: Madras. 168p.
- Valadares, J.A. e Moreira, M.A. (2009). *Aprendizagem significativa: sua fundamentação e implementação*. Coimbra: Edições Almedina. 132p.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.
- Vygotsky, L. (1987). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes. 1ª Ed. Brasileira. 135p.
- Wilson, R. A and Keil, F. C. (2001). *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, MA: The MIT Press. 964p.

ANEXOS: Exemplos de UEPS

ANEXO1

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR O MODELO PADRÃO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS

M.A.Moreira*

Objetivo: ensinar o Modelo Padrão das Partículas Elementares no Ensino Médio**Sequência:**

1. *Situação inicial:* construir com os alunos um mapa conceitual sobre a constituição da matéria; inicialmente, perguntar a eles do que a matéria é composta e ir escrevendo no quadro-de-giz as palavras que eles vão dizendo; depois, ir assinalando as que eles acham mais importantes e, em seguida, colocá-las em um diagrama hierárquico (mapa conceitual); finalmente, pedir a cada aluno que explique, por escrito, com suas próprias palavras o mapa construído grupalmente; essa explicação individual deverá ser entregue ao professor ao final desta atividade inicial que ocupará a primeira aula desta UEPS.

2. *Situações-problema:* p.ex., a) se o núcleo do átomo é constituído por partículas carregadas positivamente (prótons), por que esse núcleo não explode?; b) se cargas elétricas negativas e positivas se atraem, por que os elétrons não são absorvidos pelo núcleo?; c) se elétrons e prótons têm massa, qual o papel da interação gravitacional na estabilidade do átomo?; d) e os nêutrons, qual o papel deles na estrutura do átomo? e) teria sentido pensar que as partículas atômicas básicas (elétrons, prótons e nêutrons) poderiam estar constituídas por outras ainda mais elementares? Todas estas situações, propostas em função da natureza do conhecimento explicitado pelos alunos na aula anterior, devem ser discutidas em grande grupo com mediação docente, sem necessariamente chegar a respostas.

A seguir, distribuir cópias individuais do artigo *Partículas e interações* (Moreira, M.A., 2004, *Física na Escola*, v.5, n.2, pp.10-14), dar tempo aos alunos para que o leiam e, logo após, se reúnam em pequenos grupos (dois a quatro participantes) e construam uma tabela análoga à Tabela 1 do artigo, porém simplificada. Feito isso, fazer uma troca de tabelas de modo que cada grupo corrija, comente, faça sugestões, sobre a tabela de um outro grupo. Uma vez recebida de volta a tabela, o grupo poderá modificá-la e entregar a versão final ao professor. Esta etapa da UEPS ocupará duas ou três aulas.

3. *Revisão:* iniciar a aula com uma revisão, ou seja, uma mini-aula expositiva, sobre o que foi visto até agora sobre a constituição da matéria, abrindo espaço para perguntas dos alunos. A seguir, apresentar um vídeo, de 20 a 30 minutos, sobre Partículas Elementares (e.g., v. BBC. The. Big. Bang. Machine. MVGroup). Após o vídeo, distribuir aos alunos os artigos *Um mapa conceitual para partículas elementares* (Moreira, M.A., 1989, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.11, pp. 114-129) e *Um mapa conceitual para interações fundamentais* (Moreira, M.A., 1990, *Enseñanza de las Ciencias*, v.8, n.2, pp.133-139) e pedir a eles que façam, em pequenos grupos, um mapa conceitual para partículas elementares e interações fundamentais, ou seja, um mapa integrando, de modo simplificado, os dois mapas que estão nos artigos. Pelo menos alguns destes

* Professor de Física Geral na graduação em Física e de Física Moderna e Contemporânea no Mestrado Profissional em Ensino de Física do Instituto de Física da UFRGS.

mapas conceituais deverão ser apresentados ao grande grupo (em *datashow*, se possível, ou no quadro-de-giz ou em painéis, tipo pôster, feitos com papel e marcadores). Os mapas de cada grupo deverão ser entregues ao professor que os revisará e devolverá na próxima aula para que os alunos os modifiquem, se quiserem, e cheguem a uma versão final. Esta atividade também ocupará de duas a três aulas.

4. *Nova situação-problema, em nível mais alto de complexidade*: construir um diagrama V para o Modelo Padrão. Fazer uma exposição inicial, com exemplos, sobre o que é um diagrama V e qual a sua proposta, ou seja, para que serve. Destacar a natureza epistemológica do V. A seguir, distribuir a todos o artigo *Um Vê epistemológico para a Física de Partículas* (Moreira, M.A., 2010, *Revista Chilena de Educación Científica*, 9(1): 24-30) e solicitar que construam, em pequenos grupos, um diagrama V para o Modelo Padrão, porém com a seguinte pergunta básica “Como o Modelo Padrão das Partículas Elementares mostra que a Física é uma construção humana, que o conhecimento científico é construído?”. Alguns desses diagramas deverão ser apresentados ao grande grupo para discussão e todos deverão ser entregues ao professor para avaliação qualitativa; em função dessa avaliação, os diagramas poderão ser refeitos pelos alunos. Atividade prevista para duas ou três aulas.

5. *Avaliação somativa individual*: está atividade, que ocupará uma aula, deverá ter sido já anunciada para os alunos; não deverá ser de surpresa. Propor questões abertas nas quais os alunos possam expressar livremente sua compreensão do Modelo Padrão. Fazer perguntas, solicitar algum esquema ou diagrama que dê evidências de aprendizagem significativa. Não apostar em instrumento de avaliação centrado no “certo ou errado”.

6. *Aula expositiva dialogada integradora final*: retomar todo o conteúdo da UEPS, rever os mapas e o diagrama V dos artigos trabalhados nas aulas anteriores. Chamar atenção para o potencial descritivo e explicativo do Modelo Padrão em relação à constituição da matéria. Destacar as dificuldades superadas por essa teoria, as previsões confirmadas, assim como as dificuldades ainda existentes e que poderão levar a mudanças ou ao seu abandono em favor de outra mais explicativa.

7. *Avaliação da aprendizagem na UEPS*: deverá estar baseada nos trabalhos feitos pelos alunos, nas observações feitas em sala de aula e na avaliação somativa individual, cujo peso não deverá ser superior a 50%.

8. *Avaliação da própria UEPS*: deverá ser feita em função dos resultados de aprendizagem obtidos. Reformular algumas atividades, se necessário.

Total de horas-aula: 9 a 12

ANEXO 2

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINO DE TÓPICOS DE MECÂNICA QUÂNTICA

Adriane Griebeler*

Objetivo: facilitar a aquisição de significados de conceitos básicos de Mecânica Quântica no Ensino Médio – *quantização, incerteza, objeto quântico, estado, superposição de estados*.

Sequência:

1. **Situação inicial:** os alunos serão incentivados a elaborar um **mapa mental** sobre a Física Quântica (FQ). No mapa mental o sujeito tem total liberdade para fazer associações entre seus conhecimentos, suas representações, suas cognições, a partir de uma palavra-chave ou uma imagem central. Assim, os alunos ficarão à vontade para fazer relações da FQ com outros ramos da Física e/ou com o seu cotidiano, suas representações sociais. Os mapas mentais serão entregues à professora. A seguir, para refletir sobre o assunto, os alunos receberão a letra e ouvirão a música *Quanta*, de Gilberto Gil. A atividade ocupará uma aula.

2. **Situações-problema iniciais:**

- a) O que você já leu, ouviu, ou viu sobre Física Quântica?
- b) Onde a Física Quântica é aplicada? O que estuda?
- c) O que difere a Física Quântica das outras áreas da Física (Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, etc.)?
- d) O que é um quantum de matéria? E um quantum de energia?
- e) Qual a sua opinião sobre os seguintes anúncios? (Recortes de revistas ou *sites* que anunciem “cursos ou terapias quânticas”, trazidos pela professora.) Você já ouviu falar ou teve contato com algum tipo de terapia que se denomina quântica?

Todas estas questões/situações deverão ser discutidas em grande grupo, sob a mediação da professora, com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimular a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.

A seguir será distribuída uma cópia individual do texto *Física Quântica para Todos* (parcialmente adaptado de um trabalho de Nunes, A. L., 2007, *Física Quântica para Todos*, XVII SNEF.) que está disponível no material de apoio organizado pela professora. Será dado um tempo para que os alunos leiam o texto e depois se reúnam em pequenos grupos para discussão do mesmo e dele façam um resumo ou um diagrama, ou um desenho, em atividade colaborativa. Os produtos dessa atividade deverão ser entregues à professora que os avaliará qualitativamente e os devolverá aos alunos permitindo que os refaçam em função de seus comentários. O desenvolvimento desta etapa ocupará três aulas.

3. **Aprofundando conhecimentos:** serão trabalhados os conceitos de quantização, objeto quântico, incerteza, estado e superposição de estados. Estes conteúdos serão apresentados através de textos e também em *slides*, sendo estimuladas discussões no grande grupo. Ao final da introdução dos novos conteúdos, serão retomados os anúncios, questionando os alunos sobre a validade das proposições anunciadas e sua visão sobre até que ponto estas apropriações são legitimadas pela Física. A etapa será desenvolvida em 3 aulas.

* Estudante do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS. Professora de Física na Escola Estadual de Ensino Médio Dr. Carlos Antonio Kluwe, Bagé, RS.

4. ***Nova situação:*** os conceitos serão novamente apresentados na forma de um vídeo. Para tal, o escolhido foi *Mecânica Quântica* produzido pela Discovery e que pode ser acessado em <<http://www.youtube.com/watch?v=pCgR6kns5Mc>>. Logo após, os alunos irão se reunir em pequenos grupos quando serão solicitados a construir um **mapa conceitual** para Mecânica Quântica. Para isso, será feita uma exposição inicial sobre como construir um mapa conceitual e serão apresentados alguns exemplos. Após, os mapas serão trocados entre os grupos para que sejam feitas comparações e sugestões e alguns serão apresentados ao grande grupo. Todos os mapas deverão ser entregues à professora para avaliação. Estes mapas serão avaliados qualitativamente e devolvidos aos alunos que poderão refazê-los e entregá-los novamente à professora. Esta atividade ocupará 3 aulas.
5. **Comparando mapas:** na aula seguinte será desenvolvida uma atividade envolvendo os mapas mentais elaborados na primeira aula e os mapas conceituais na aula anterior. Será feita uma comparação qualitativa entre esses mapas, buscando aspectos que envolvam concepções alternativas, ou representações sociais, sobre a Física Quântica, possivelmente apresentados nos mapas mentais construídos na primeira aula e sua provável ausência nos mapas conceituais. Tal aspecto será utilizado para abordar novamente o assunto e explicar aos alunos que a Física Quântica não pode ser usada para dar embasamento científico para assuntos apresentados em anúncios.
6. ***Diferenciando progressivamente:*** serão apresentadas novas situações-problema, relativas aos conceitos de quantização, objeto quântico, incerteza, estado e superposição de estados, principalmente em forma de imagens, como a do Gato de Schrödinger que pode ser acessada em <http://averomundo-jcm.blogspot.com/2009/10/gatos-e-virus.html> e também será iniciada a confecção de um pequeno jornal da turma contendo breves artigos, charges, quadrinhos ou figuras sobre os assuntos abordados. A elaboração desse jornal será mediada pela professora e o mesmo será exposto no colégio para a leitura de toda comunidade escolar. Atividade a ser desenvolvida em 3 aulas.
7. ***Avaliação individual:*** será realizada uma avaliação individual através de questões abertas envolvendo os conceitos-foco da unidade. A atividade ocupará uma aula.
8. ***Aula final e avaliação da UEPS em sala de aula:*** análise das respostas às questões propostas na avaliação individual. Comentários finais integradores sobre o assunto abordado. Avaliação oral por parte dos alunos sobre as estratégias de ensino utilizadas e sobre seu aprendizado. A atividade ocupará uma aula. As manifestações dos alunos serão gravadas em áudio, se houver anuência dos mesmos.
9. ***Avaliação da UEPS:*** análise qualitativa, de parte da professora, sobre as evidências que percebeu, ou não, de aprendizagem significativa dos conceitos da unidade, na avaliação individual e na observação participante, bem como da avaliação da UEPS feita em sala de aula pelos alunos no último encontro.
10. **Total de horas-aula:** 16

ANEXO 3

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR IMUNOLOGIA BÁSICA

Viviane A. Andrade*

Contexto: esta unidade de ensino foi planejada e desenvolvida para um curso de extensão em Imunologia Básica, com duração de 40 horas (12 encontros), oferecido a alunos de um Curso Técnico de Nível Médio de Enfermagem.

Objetivo: ensinar Imunologia Básica (Anatomia e Fisiologia do Sistema Imune), com base em uma das ideias centrais da Biologia, segundo Novak (1970), a homeostase.

1. Atividades iniciais (2 encontros): propor situações de ensino que favoreçam um amplo levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. Sugere-se, antes da apresentação do tema, a realização de três atividades iniciais: uma questão introdutória ampla, acerca dos tópicos que os discentes esperam estudar; questões relacionadas ao tema (*Como atua o Sistema Imune no contexto do organismo humano?*; *Cite palavras e/ou termos que você relaciona ao Sistema Imune*; *Identifique duas situações nas quais o seu Sistema Imune atuará em seu organismo.*) a serem respondidas individualmente sem recorrer a fontes de consulta; discussão oral e coletiva, orientada pelas perguntas e respostas das questões previamente respondidas.

Em seguida, apresentar um breve relato sobre a história da Imunologia e seu contexto de desenvolvimento no mundo ocidental, ressaltando o processo de construção deste conhecimento. Após a apresentação, propor uma discussão valendo-se da questão: *O homem nos dias de hoje desenvolve varíola?*. Quando os alunos tiverem compartilhado uma resposta para esta questão, apresentar uma síntese do artigo de Lobato et al. (2005). Propor e orientar uma nova discussão com base na síntese deste trabalho. Por fim, conduzir a discussão com a apresentação de questões para reflexão: *E o Sistema Imune... Como se encaixa neste contexto?! Como atua...?* Fornecer textos, sobre a história da Imunologia, para leitura e discussão no encontro seguinte, e os artigos de Lobato et al. (2005) e de Porto e Ponte (2003) para leitura complementar.

Apresentar o trecho inicial do filme “*Yu-Gi-Oh!*™” (até 35 minutos), como organizador prévio da ideia central homeostase. Verificar se o jogo *Yu-Gi-Oh!* (e/ou outros do mesmo tipo) apresentado pelo filme é familiar ao grupo de alunos. Após a projeção do filme, apresentar uma situação-problema (*É possível estabelecer relação da regra do jogo com a atuação do Sistema Imune e a manutenção da vida no “mundo vivo”?*) de nível introdutório, cujo propósito é favorecer a relação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o jogo *Yu-Gi-Oh!*™, com uma ideia central da Biologia, homeostase. Desta forma, buscar-se-á preparar o aluno para a apresentação do conhecimento que pretende-se ensinar, Imunologia Básica.

2. Situações-problema iniciais: a) *Se o sistema imune “defende” o organismo, como e o que acontece neste processo?*; b) *Quais as estruturas envolvidas neste processo?*; c) *E o Sistema Imune... Como se encaixa neste contexto? Como atua...?*. Recomenda-se que todas as questões (situações-problema) e atividades sejam discutidas em grupo com mediação docente.

* Mestre Profissional em Ensino em Biociências e Ciências da Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ. Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, RJ.

3. Revisão¹: revisar os conceitos *Vida e Ser Vivo*. Enfocar o conceito homeostase. Propor o estabelecimento de relações entre o conceito homeostase com outros tópicos já estudados pelos alunos nas diversas disciplinas, já realizadas em seu curso, e com o jogo (organizador prévio). Propor a utilização do jogo didático *Imunostase card gam*², jogo com mecânica³ semelhante à do filme projetado. Além da construção de novas cartas para este jogo.

4. O processo de ensino (6 encontros): propor a identificação dos sistemas que compõem o organismo humano, com base em uma figura esquemática e, em seguida, apresentar uma nova situação-problema: *Qual é o resultado da interação e do funcionamento de todos estes sistemas no organismo humano?* Com base nas respostas que serão obtidas e anotadas no quadro, iniciar a apresentação do material instrucional. Apresentar os tópicos: *conceito de imunidade, barreiras primárias do organismo, anatomia do Sistema Imune e resposta inflamatória*. Fornecer uma lista de exercícios (com questões abertas) como tarefa a ser resolvida e apresentada no encontro seguinte. Solicitar que reflitam sobre a possibilidade de construção de cartas com base nos conteúdos apresentados e em suas experiências acadêmicas e pessoais.

Realizar a atividade de “correção” da lista de exercícios, visando à promoção da negociação e do compartilhamento de significados. Ou seja, com discussões em grupos, seguidas da discussão na turma para apresentação de uma proposta de resolução coletiva para cada questão.

Posteriormente, apresentar questões já conhecidas pelos alunos como *Qual(is) é (são) o papel(is) do Sistema Imune no organismo?* e *Qual é o resultado da ação do Sistema Imune no organismo?* E questões não familiares como *Comente as sentenças: Agentes infecciosos são comuns, mas infecções são raras. Há mais bactérias no organismo do que células humanas. Descreva a ação do Sistema Imune no organismo da Bela Adormecida, mediante a lesão causada em seu dedo no fuso da roca; Quais as principais características físicas do processo inflamatório?* Sugere-se que estas questões sejam corrigidas no mesmo formato da lista de exercícios. Com esta medida buscar-se-á “enculturar” os alunos à prática de negociação e compartilhamento de significados, para resolver diferentes tipos de questões (situações), gerando situações no ambiente de ensino, fundamentais no processo de aprendizagem significativa, que favoreçam a verbalização dos alunos a respeito do tema abordado pelas aulas.

Apresentar os tópicos processamento e apresentação do antígeno e seleção clonal. Projetar animações⁴ para ilustrar a dinâmica dos processos. Ao término do encontro, propor questões que favoreçam a reconciliação integrativa das ideias apresentadas e discutidas: *Qual é o resultado da ação do Sistema Imune no organismo? Qual a sua relação com os demais sistemas que constituem o organismo?*

Propor a ordenação sequencial de eventos imunológicos listados e a resolução três questões: *A sequência de eventos por você numerada na questão anterior refere-se a que tipo de resposta imune (celular ou humoral)? Justifique a sua resposta. b) A lesão sofrida pelo organismo que realizou a resposta imune acima atingiu os vasos*

¹ No início das aulas, de maneira geral, revisar os tópicos trabalhados na(s) aula(s) anterior(s).

² Jogo desenvolvido por Andrade (2011), no contexto do Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz/RJ.

³ A mecânica do jogo é a dinâmica que move o jogo, ou simplesmente o *como* jogar. A mecânica pode ser baseada em leilão, tabuleiro, estratégias, batalhas históricas, cartas de eventos e etc. (Marcelo e Pescuite, 2009)

⁴ <http://www6.ufrgs.br/favet/immunovet/animacoes/mhci.html>
/http://www6.ufrgs.br/favet/immunovet/animacoes/mhcii.html

sanguíneos? Justifique a sua resposta. c) *Descreva outra estratégia que o organismo poderia ter utilizado para realizar o mesmo tipo de resposta citada na questão 01.*)

Apresentar os tópicos, memória imunológica, imunoglobulinas, tolerância imunológica, hipersensibilidade, autoimunidade e doença de deficiência imunológica.

5. Nova situação problema, em nível mais alto de complexidade: retomar o jogo *Imunostase Card Gam* e propor aos alunos que estabeleçam relações entre os eventos imunológicos e as possíveis cartas e estratégias de jogadas referentes ao jogo didático a ser utilizado e os resultados destas no organismo do adversário. Esta etapa ocupará dois ou três encontros.

Propor o estudo do caso intitulado “O menino que não produz anticorpos” publicado na *Folha de São Paulo* em 28/06/2009. A atividade consistirá em resolver as questões: *Escreva um texto apresentando as possíveis explicações sobre o que acontece com o organismo de Vitor. Por quê? Pessoas com imunodeficiência primária têm dificuldade em combater as infecções? Qual medida que você sugere para resolver definitivamente o problema de imunológico de Vitor?*

Apresentar quadros de vacinação propostos pelo Ministério da Saúde e pela Sociedade Brasileira de Pediatria. Com base nestes, solicitar a resolução de questões como: *Que motivos justificam a indicação da realização de imunizações logo no início da vida dos indivíduos? b) Em sua opinião, por que há diferenças nos calendários de vacinação propostos pelo Ministério da Saúde e pela Sociedade Brasileira de Pediatria?*

6. Avaliação: avaliação da aprendizagem será baseada nos trabalhos feitos pelos alunos, nas observações realizadas pela docente e, também, por uma avaliação formal.

7. Encontro final integrador: retomar todo o conteúdo da UEPS, rever os casos e atividades e estratégias de jogadas trabalhadas nos encontros anteriores. Ressaltar a relação da ideia central com todos os tópicos abordados e com outros tópicos já estudados pelos alunos. Destacar as dificuldades do estudo e da pesquisa do tema, a importância deste conhecimento para a compreensão dos quadros de saúde e de doença, os avanços da área de conhecimento e as limitações de explicações ainda hoje existentes e que com o avanço das pesquisas e da produção de conhecimentos poderão levar a mudanças ou ao abandono de explicações melhores para os eventos imunológicos.

8. Avaliação da UEPS: a partir das evidências de aprendizagem significativa obtidas, ou não, ao longo do desenvolvimento das atividades.

Referências

- Andrade, Viviane Abreu de (2011). *Imunostase – uma atividade lúdica para o ensino de Imunologia*. (Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino em Biociências e Saúde) - Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
- Andrade, V.A; Lemos, E.S. *Uma proposta didática para o ensino de Imunologia*. (no prelo)
- Lobato, Z.I.P. et al. (2005). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 57 (4): 423-429
- Novak, J.D. 1970. *The improvement of Biology teaching*. New York: The Bobbs-Merrill Company, Inc.
- Porto, A., Ponte, C.F. (2003). Vacinas e campanhas: imagens de uma história a ser contada. *Hist. Cienc. Saúde-Manguinhos*. 10 (sup 2): 725-742.

ANEXO 4

PROPOSTA DE UEPS PARA ENSINAR EQUILÍBRIO QUÍMICO

Agostinho Serrano*

Objetivo: ensinar o conceito de Equilíbrio Químico no Ensino Médio dentro dos diferentes níveis de representação de um fenômeno químico.

Sequência:

1. Situação Inicial: fazer uma demonstração experimental ou mostrar um vídeo sobre a influência da temperatura no Equilíbrio Químico de $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. Explicar que o NO_2 é um gás marrom, enquanto o N_2O_4 é um gás incolor.

2. Situação-problema: explicar, utilizando o quadro-negro, a reação direta $N_2O_4 \Rightarrow 2NO_2$, que resulta na formação de um gás marrom, e a reação inversa $N_2O_4 \Leftarrow 2NO_2$ que resulta na formação de um gás incolor. Perguntar aos alunos como é possível que o gás demonstrado na sequência (1) mude de cor de acordo com a temperatura. A reação química “para” quando a cor estabiliza? Se a reação química “para”, ao mudarmos a temperatura, ela reinicia? Como a reação química pode “parar” se as moléculas estão em constante movimento? E se a reação não “para”, como é que a cor se estabiliza? Estas situações-problema devem ser discutidas em um grande grupo, mediadas pelo professor.

3. Exposição dialogada: o professor deve agora introduzir o conceito de equilíbrio químico dinâmico, contrapondo-o ao equilíbrio químico estático, sempre relacionando ao fato que a reação química não “para”. Conceitos prévios de reação direta e inversa devem ser utilizados, bem como os de concentração e velocidade da reação. Para tanto, deve-se utilizar o nível representacional simbólico (fórmulas químicas) no quadro-negro. Finalmente, chega-se ao conceito de equilíbrio como o da coexistência de ambas as reações supracitadas, ocorrendo com a mesma velocidade. Assim efetua-se uma diferenciação progressiva a partir de uma situação-problema inicial (2) que será utilizada como organizador prévio e, finalmente, por meio de uma reconciliação integrativa dos conceitos de velocidade, concentração e reação direta/inversa chega-se ao conceito de equilíbrio químico.

4. Nova situação-problema: aqui sugere-se que o docente utilize a simulação computacional gratuita *Equil v. 2.0*¹, onde o equilíbrio químico é explanado utilizando-se os três níveis de representação² de um fenômeno químico simultaneamente (Gabel, 1993). O nível de complexidade da situação-problema é o mesmo, mas introduzem-se diferentes representações (com diferentes invariantes operatórios) que devem ser trabalhados e compreendidos individualmente (etapa de diferenciação progressiva) e depois integralizados, de forma que todas as etapas da reação química, sejam do seu

* Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS

¹ Disponível em: <http://www.gabriela.trindade.nom.br/equil-v1-portugues/>

² A saber: simbólico (equações, gráficos); sensorio (cor da mistura, cheiro); microscópico (moléculas)

início, apenas com reagentes formando produtos na reação direta, passando pelo aumento da velocidade da reação inversa, até que a equalização destas velocidades ao atingir o equilíbrio químico sejam compreendidas pela compreensão simultânea de todos os níveis de representação. Em seguida, sugerimos que um mapa conceitual seja construído em pequenos grupos, permitindo a exposição dos mapas de cada grupo para toda a classe, e discussão dos mapas em sala de aula, sempre objetivando responder as questões propostas inicialmente.

5. Avaliação somativa individual: utilizando avaliações individuais sob a forma de situações-problema de equilíbrio químico, o professor deve questionar os alunos sobre sua compreensão do fenômeno de equilíbrio (Orlandi, Camargo e Serrano, 2006) observando sempre (mas não apenas) se há evidências de:

- compreensão de gráficos de concentração das reações diretas e inversas (nível simbólico);
- compreensão de gráficos de velocidade das reações diretas e inversas, chegando a valores iguais quando em equilíbrio (nível simbólico);
- compreensão do significado da dupla seta na equação química como significando a ocorrência simultânea das reações diretas e inversas, e utilizando setas maiores para representar uma reação direta com maior velocidade no início e vice-versa (nível simbólico);
- capacidade de construir modelos mentais que sejam capazes de representar moléculas com alguma representação aceitável para o nível de ensino e seus objetivos (moléculas bi ou tridimensionais, ou até mesmo esferas representando moléculas caso o aluno compreenda que esta é apenas uma representação simplificada ao extremo – nível microscópico);
- capacidades de fazer com que as representações moleculares se movimentem mentalmente, ora não se chocando, ora se chocando e, quando do choque, possam reagir quimicamente sob a forma direta (reagentes \rightarrow produtos) ou inversa (produtos \rightarrow reagentes), (nível microscópico = modelos moleculares);
- ser capaz de, dentro deste modelo mental, compreender que a taxa de formação de produtos seja igual à de reagentes e que esta reação não pára, sendo esta a explicação para a estabilidade da cor da mistura (nível macroscópico = sensorio).

6. Aula expositiva final: utilizar todos os conceitos já explanados, em todos os níveis representacionais trabalhados para discutir exemplos históricos onde o conceito de equilíbrio químico teve destaque, para ressaltar a importância da compreensão de cada um dos pontos da avaliação somativa individual (etapa 5) para a formação científica-cultural do aluno. Sugere-se a explanação do papel da campanha de Napoleão Bonaparte no Egito, sob a figura do químico Claude Louis Berthollet (Bensaude-Vicent & Stengers, 1992) no estabelecimento deste conceito. Outros exemplos a serem citados são o da síntese da amônia e sua aplicação bélica no processo *Haber-Bosch* (Brown, Lemay and Bursten, 1999) ou exemplos do cotidiano ou da natureza: formação de estalactites e estalagmites, provocadas devido à reversibilidade das reações (Kotz & Treichel, 2002) e outros fenômenos tais como lentes fotocromáticas e a reação reversível do ácido carbônico em refrigerantes.

7. Avaliação da aprendizagem na UEPS: o professor deverá registrar evidências de aprendizagem significativa mediante a aquisição e domínio de níveis representacionais que os alunos, individualmente, não utilizavam dentro deste campo conceitual. Ademais, estas representações devem ser articuladas e utilizadas para resolver situações-problema

típicas de equilíbrio químico (problemas do tipo algoritmo), mas também para explicar o conceito de equilíbrio químico e situações de equilíbrio químico tanto para outros colegas como para o professor. Caso o professor verifique que a aquisição destas representações tornou o conceito de equilíbrio químico mais natural para o estudante, então pode-se inferir que houve uma aprendizagem significativa.

8. Avaliação da própria UEPS: a UEPS só poderá ser considerada exitosa se houver um progressivo domínio do conceito de equilíbrio químico mediante a aquisição de diferentes níveis representacionais, devidamente articulados e gerando significados para o conceito de equilíbrio químico.

Referências

Gabel, D. (1993). Use of the particule nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3): 173-174.

Orlandi, C. C., Camargo, M., Serrano, A. (2006). Avaliação e aplicação de simulação computacional no ensino de equilíbrio químico. *Acta Scientiae*, 8(1): 79-84.

Bensaude-Vincent, B., Stengers, I. (1992). *História da Química*. Instituto Piaget.

Brown, T. L., Lemay, e Bursten B. E. (1999). *Química-Ciência Central*. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos Científicos. 7ª ed.

Kotz, J. C., Treichel, P. (2002). *Química e reações químicas*. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos. 4ª ed.