



## Sequência de ensino investigativa contextualizada com *Diabetes mellitus*

### *Investigative Teaching Sequence Contextualized with Diabetes Mellitus*

Prislaine Pupolin Magalhães<sup>1\*</sup>, Rodrigo Cardoso de Oliveira<sup>2</sup>, Flávia Godoy Iano<sup>3</sup>, Isabela Pereira Ferraz<sup>1</sup>, Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências – UNESP

<sup>2</sup>Departamento de Ciências Biológicas, área de Bioquímica, da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

<sup>3</sup>Departamento de Química da Faculdade de Ciências – UNESP

\*e-mail: [prislaine.magalhaes@unesp.br](mailto:prislaine.magalhaes@unesp.br)

Support: CAPES

### Resumo

O Aprendizado Baseado em Problemas (PBL) e as Sequências de Ensino Investigativas (SEI) buscam auxiliar e incentivar a construção do conhecimento, processo no qual o aluno é protagonista em uma proposta ativa de aprendizagem. Este artigo apresenta a inserção de uma SEI contextualizada e interdisciplinar no âmbito de um currículo fundamentado no PBL, a qual se constitui por uma sequência bem planejada de ações. A atividade contempla e integra conceitos básicos e clínicos. A SEI foi previamente testada e validada em um curso de medicina de uma universidade pública, utilizando como problematização e contexto o *Diabetes mellitus*. Apropriados do problema e em grupo, os alunos fazem o levantamento de hipóteses, elaborando uma atividade experimental com os materiais e aparatos disponíveis. Supervisionados pelo professor, realizam as testagens experimentais, seguidas de análise e argumentação dos resultados obtidos, os quais foram discutidos e apresentados pelos grupos na forma de mapas conceituais. Os alunos consideraram inovadora e frutuosa a proposta didática, ressaltando a importância de estabelecerem-se relações entre conteúdos teóricos e experimentais, básicos e clínicos, visando formar sujeitos autônomos e críticos.

**Palavras-chave:** *Atividades Experimentais Investigativas; Diabetes Mellitus; Bioquímica Experimental.*

### Abstract

*Problem-Based Learning (PBL) and Investigative Teaching Sequences (SEI) seek to help and encourage the construction of knowledge, where the student is the protagonist in an activate learning. This article presents the insertion of a contextualized and interdisciplinary SEI within a curriculum based on PBL. An activity contemplates and integrates basic and clinical concepts. The SEI was previously tested and validated in a Medicine course at a Public University, using Diabetes mellitus as a problematization and context. SEI by a well-constituted sequence of actions. Appropriate to the problem, the group's students raise hypotheses, and develop an experimental activity with the materials and apparatus available. Supervised by the teacher, as experimental tests, followed by analysis and argumentation obtained, which were discussed and presented by the groups in the form of conceptual maps. The students thought in an innovative and fruitful way, highlighting the importance of establishing relationships between theorists and experimenting with the basic and critical proposal.*

**Keywords:** *Experimental Investigative Activities; Diabetes Mellitus; Experimental Biochemistry.*

### Ficha de atividade

Título	Proposta de Sequência de Ensino Investigativa contextualizada com Diabetes mellitus
Público-alvo	Estudantes da área da saúde em formação inicial.
Disciplinas relacionadas	Bioquímica básica; Bioquímica experimental; Bioquímica clínica; Fisiologia.
Objetivos educacionais	Promover o entendimento da Bioquímica como Ciência Experimental e sua importância para o diagnóstico de patologias. Por meio de atividades investigativas, aprender conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Reaproximar conteúdos básicos e clínicos.
Justificativa de uso	Apresentar ao estudante da área da saúde, em fase inicial de formação, como os conteúdos e conceitos científicos estão interligados. Compreender as propriedades básicas de biomoléculas, sua análise e relação clínica.
Conteúdos trabalhados	Bioquímica experimental, envolvendo reações de caracterização de proteínas (Biureto), açúcares redutores (Benedict), complexação amido-iodo, entre outras. Química geral experimental envolvendo técnicas de pesagem e reações analíticas qualitativas. Introdução ao laboratório de Análises Clínicas, sua importância e rotina.
Duração estimada	Oito aulas de 50 minutos cada, sendo três expositivas dialogadas e cinco experimentais.
Materiais utilizados	Reagentes específicos para o kit de padrões e o kit de reagentes (detalhado no texto); amostra desconhecida constituída por uma solução de glicose; bico de Bunsen e alças de platina para análises em via seca; tubos de ensaio e estante para análises de via úmida; balança analítica; papel pardo e bloco de notas do tipo <i>Post-it</i> ®.

## 1 Introdução

Atualmente, os currículos dos cursos superiores estão abandonando algumas de suas características mais tradicionais, inserindo práticas pedagógicas nas quais o aluno é protagonista de seu processo de aprendizagem. Nos cursos de Ciências Médicas, por exemplo, os currículos estão sendo submetidos a grandes e significativas reestruturações, visando a aquisição de competências necessárias à profissão, valorizando-se assim as habilidades de cada estudante [1,3]. Na utilização de novas estratégias que privilegiam a participação ativa do estudante, os professores deixam de ser os protagonistas e passam a atuar de maneira colaborativa com seus alunos no processo de aprendizagem.

Como exemplo de metodologia ativa fundamentada podemos citar o PBL, sigla em inglês para *Problem Based Learning*. No Brasil, para o Aprendizado Baseado em Problemas também se utiliza a sigla PBL. Essa metodologia não é nova, tendo ganho notoriedade nos Estados Unidos da América (EUA) ao final da década de 1960. No Brasil, disseminou-se na última década [2,3], onde tem sido implementada principalmente nos cursos da área da saúde, como medicina e enfermagem. Porém, sua utilização em outras áreas do conhecimento, como contabilidade e engenharias, também tem sido descrita [3]. Ressaltamos que os trabalhos sobre a aplicação e os impactos da PBL no Brasil são em sua maioria relacionados ao ensino superior.

Apesar do crescimento exponencial da utilização da PBL no Brasil, é necessário levar em consideração que a maioria dos professores do ensino superior não possui formação pedagógica específica para o uso dessa metodologia. Muitos professores insistem em manter métodos mais tradicionais de ensino, cujas concepções são baseadas na sua vivência acadêmica. Por outro lado, com o avanço das tecnologias e o fácil acesso às informações, é consenso que o perfil dos alunos contemporâneos mudou. A PBL requer reestruturação curricular, uma vez que suas propostas visam a integração dos conteúdos das Ciências Básicas e Clínicas, levando o estudante a vivenciar situações que envolvem problemas reais [3]. Além dos conteúdos específicos, tais metodologias objetivam desenvolver valores sociais, hábitos e atitudes.

Por outro lado, temos as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), metodologia ativa amplamente descrita para a Educação básica [6,8]. A SEI é uma abordagem didática por meio da qual os alunos têm a oportunidade de investigar, explorar e, neste caso, planejar seus próprios experimentos. Constitui-se de uma série planejada e bem elaborada de atividades que, diferentemente da PBL, não requer mudanças curriculares.

Assim como no PBL, na SEI, a problematização inicial proposta não deve ser

confundida com contextualização. Objetiva-se provocar e despertar o interesse do aluno para aprender determinado conteúdo específico, estimulando-o a buscar soluções, de acordo com sua realidade. Deve-se levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, tendo como etapa fundamental o levantamento de hipóteses. Assim como o PBL, a SEI visa estimular discussões argumentativas [4,9,10], que podem promover o letramento e a alfabetização científica [6].

Apesar de serem metodologias distintas, propostas e aplicadas em fases escolares diversas, as SEI e a PBL possuem o mesmo ancestral filosófico [2,8]. Em ambas as metodologias, o principal objetivo é que o aluno seja o protagonista do seu processo de aprendizagem, ressignificando o papel do professor [3,8]. Este não é mais o centro do saber, devendo evitar a todo momento apresentar respostas prontas [13]. Como no PBL, o professor tem o papel de tutor: ele orienta a pesquisa e estimula os alunos a resolverem o problema. Uma pergunta deve ser respondida com outra, o que fará o estudante refletir sobre as hipóteses propostas ou os fenômenos observados.

O ensino por investigação também propõe que o professor passe a valorizar os erros. Por meio deles, o aluno terá a oportunidade de construir novas hipóteses explicativas, podendo desconstruir concepções alternativas. As etapas da SEI são reversíveis, sendo possível repetir o ciclo quantas vezes for necessário. Diferentemente do ensino experimental tradicional, geralmente proposto para o ensino superior, o aluno não deve ficar restrito somente apenas ao trabalho de manipulação, utilizando-se, por exemplo, de roteiros experimentais fechados e pré-estabelecidos [5].

Nas metodologias ativas, a construção do tripé conceitual, procedimental e atitudinal não deve ocorrer de forma mecânica e fechada [3]. Todas as atividades, experimentais ou não, devem proporcionar abertura, estimulando discussões e reflexões entre os pares e o professor, apresentando características do que é de fato fazer Ciência. Nelas o professor tem um papel importante: orientar o raciocínio de seus alunos, fundamentando-o. Ele deve levantar questões que levem o aluno a tomar consciência e a desenvolver a resolução do problema por meio do raciocínio lógico [8].

A SEI descrita e detalhada neste trabalho foi fundamentada nas Sequências de Ensino por Investigação [8]. Com base na proposição de um experimento investigativo, valorizou-se o raciocínio do tipo hipotético-dedutivo, buscando, por meio de ações manipulativas em Bioquímica experimental previamente planejadas, resolver o problema inicialmente proposto [5,8].

Os conteúdos de Bioquímica possuem um papel central para a compreensão de processos biológicos e clínicos. Porém, sua complexidade intrínseca torna esse assunto

difícil para professores e alunos [10]. A formação básica do docente que ministra essa disciplina também pode ser considerada um dilema: professores da área, com ênfase em Ciências Biológicas apresentam dificuldades com relação aos conceitos químicos, uma vez que estes envolvem reações orgânicas relativamente complexas; já professores com formação na área de Ciências Exatas, como Química, apresentam dificuldades de contextualização com a Bioquímica Clínica [1,10].

A proposta contextualizadora deste trabalho envolve a urocultura. Sabe-se que o exame de urina de rotina está entre os mais solicitados no laboratório bioquímico. É um exame analítico relativamente simples, que auxilia no diagnóstico e na detecção de inúmeras doenças, contribuindo para a investigação de pacientes assintomáticos e para o acompanhamento da evolução do tratamento. A urocultura também fornece informações importantes na triagem metabólica, auxiliando, diagnosticando e prevenindo doenças renais [9]. Muito utilizadas para testagens rápidas, as tiras de teste de urina permitem detectar a presença de sangue ou glicose, porém de forma puramente tecnicista.

Nesse sentido, acreditamos que se faz importante os alunos vivenciarem algumas reações químicas básicas, conhecendo seu potencial analítico aplicado, refletindo sobre a dialética entre os saberes básicos e os clínicos [1]. Geralmente as aulas experimentais em Bioquímica são de cunho analítico qualitativo ou quantitativo, abordando de maneira isolada a dosagem de proteínas, açúcares e lipídeos, e frequentemente desvinculadas de casos clínicos ou aplicados [14]. Desse modo, acreditamos que as SEI podem ser uma boa estratégia metodológica para experimentação no currículo fundamental no PBL [2,3], promovendo argumentação e alfabetização científica vinculada a uma problematização [4,5].

Como atividade síntese da SEI, foi proposta pelos grupos [15,16] a realização de mapas conceituais (MC) colaborativos. Moreira [16] define-os como um diagrama de significados, de relações significativas, ou seja, de hierarquias conceituais, podendo ser usadas relações entre conceitos ou palavras para representá-los. Fundamentados na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel [15, 17], os MC são utilizados para organizar e representar o conhecimento, sendo muito eficientes quando utilizados em trabalhos em grupo. Segundo Correia [13], desenvolver a construção colaborativa do conhecimento como atividade síntese, utilizando-se de mapas conceituais, representa uma sofisticação do uso dessa ferramenta. As atividades colaborativas envolvem interação social, necessária aos processos de aprendizagem.

Devem ocorrer esforços para que as aulas experimentais de fato valorizem, de forma ativa e fundamentada na literatura, tanto o trabalho individual do aluno quanto seu

trabalho em equipe. Deve-se valorizar também os avanços tecnológicos, a pesquisa dirigida durante as atividades experimentais, a criticidade, o rigor na coleta e na análise de dados, bem como a habilidade de redigir cientificamente [13]. Como educadores, somos responsáveis por desenvolver nos alunos habilidades que lhes permitam ser criteriosos, inovadores e autônomos.

## 2 Percurso metodológico

As aulas foram realizadas no laboratório de microbiologia, no contraturno, as atividades contaram com 24 discentes do 1º ano do curso de Medicina de uma universidade pública do interior de São Paulo. Os alunos foram divididos em grupos de seis integrantes.

A SEI foi realizada durante o módulo de Homeostase, com dois professores de Bioquímica e nefrologia da Instituição, como base para a coleta de dados de uma dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da UNESP/Bauru. Todos os participantes afirmaram compreender e concordar com o objetivo da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

**Quadro 1.** Quadro sintético de aulas e seus objetivos principais

<b>Aula</b>	<b>Objetivo</b>
1 – Boas condutas de laboratório bioquímico.	Tomar ciência das principais regras de segurança em um laboratório bioquímico. Apresentar os equipamentos básicos de proteção individual e discutir sua importância. Discutir técnicas analíticas simples, abordando como elas podem ajudar na identificação e na quantificação de compostos.
2 – Problematização.	Apresentar o caso clínico e a importância de se descobrir e quantificar o conteúdo presente na amostra desconhecida “X”.
3 – Conhecendo um pouco de química e suas análises.	Familiarizar-se com conceitos analítico, padrão, reagentes e seus significados. Escolher as análises que possam ajudar a elucidar o caso clínico e a planejar os testes experimentais dentro das possibilidades cabíveis na proposta.
4 – Prática no laboratório de Bioquímica – Parte A	Aprender o funcionamento e os cuidados necessários à utilização da balança analítica. Vivenciar técnicas indiretas de pesagem de soluções, retomando conceitos de diluição destas.
5 – Prática no Laboratório de Bioquímica – Parte B	Vivenciar atividades experimentais investigativas – <i>Hands on</i> . Iniciar os testes de análise dos padrões escolhidos no planejamento.
6 – Prática no Laboratório de Bioquímica – Parte C	Realizar análise qualitativa química da amostra desconhecida “amostra X”. Discutir os resultados obtidos.
7 – Laboratório de Análise Clínicas (LAC)	Visitar um LAC. Familiarizar-se com a rotina do laboratório, de modo a realizar imersão nesse espaço, conhecendo a rotina de biomédicos e sanando dúvidas relacionadas aos conteúdos. Realizar testes rápidos rotineiros nos laboratórios de biomedicina e refletir sobre a importância e funcionalidade dos <i>kits</i> utilizados.
8 – Atividade Síntese	Construir mapas conceituais colaborativos, envolvendo todas as etapas da SEI aplicada (resultados não apresentados neste artigo).

Fonte: Magalhães, 2000 [14]



Dentro do módulo de homeostase e com a mediação dos professores responsáveis pela disciplina, os alunos utilizaram seus conhecimentos prévios sobre Fisiologia Renal e Bioquímica para planejar e executar experimentos em uma sequência de aulas (Quadro 1). Na descrição aula a aula apresentada nos resultados, essas etapas serão detalhadas.

### 3 Resultados

Descrição da percepção e título proposto para as aulas que constituíram a SEI aplicada aos alunos (Quadro 1).

#### 3.1 Boas condutas de laboratório: como devo me comportar em um laboratório químico?

Nesta etapa, o uso de equipamento de proteção individual foi obrigatório e regras básicas de segurança de laboratório foram lembradas. Por meio de uma aula expositiva dialogada, foram explicitados resumidamente alguns conceitos de análise química quantitativa *versus* qualitativa (escala semi-micro analítica), sob uma perspectiva prática dentro da proposta.

#### 3.2 Problematização: como a Ciência nos ajuda a resolver problemas?

Iniciou-se a segunda aula com um problema de ordem prática, conforme o exemplo abaixo, adaptado de Magalhães [14].

*Menina de 15 anos, previamente hígida, há três meses vem apresentando poliúria, polidipsia, polifagia e nictúria. Chegou ao serviço de urgência em grave estado geral. Após medidas iniciais de suporte, o médico, após elaboração de suas hipóteses diagnósticas, solicitou dois exames de urina: exame de elementos e sedimentos anormais (EAS, conhecido como urina 1 ou urina rotina) e exames de sangue. A paciente foi internada em Unidade de Terapia Intensiva e submetida a sondagem vesical de demora. Da urina coletada em 24 horas, foi purificado sem perdas uma substância X que cabe ao seu grupo realizar a análise quantitativa e qualitativa (por pesagem). Caso hipotético.*

O problema experimental foi norteado pelas seguintes questões:

- Como podemos identificar os componentes químicos da urina?
- Como esses componentes podem ser identificados?
- Quais os valores de referência desses componentes na urina normal?

Nesse momento, foram apresentados para familiarização os reagentes e aparatos que seriam disponibilizados durante a aula (Quadro 2 a seguir). Esses materiais foram

organizados em Caixa 1 e Caixa 2, que continham os reagentes e os padrões analíticos respectivamente.

Essa etapa ocorreu em sala de aula, sendo importante para os alunos realizarem o planejamento, após o levantamento de hipóteses. Além disso foram disponibilizados: tubos com estante, pipetas Pasteur de plástico, pisseta com água destilada, bico de Bunsen, alças de platina, termômetro digital, fita universal de pH, banho-maria em 100 °C e balança analítica [14].

**Quadro 2.** Reagentes fornecidos aos alunos para realização do planejamento [14]

<b>CAIXA 1 – Reagentes</b>	<b>CAIXA 2 – Padrões</b>
1. CuSO <sub>4</sub> 1% 2. NaOH 2,5 mol/L 3. AgNO <sub>3</sub> 0,1 mol/L 4. Citrato de sódio 10% 5. Tintura de iodo 6. HCl 1,0 mol/L  Dispostos em frasco conta-gotas.	1. Cloreto de sódio – Padrão de íons sódio e cloreto 2. Enxofre 3. Cloreto de cálcio – Padrão de íons cálcio e cloreto 4. Bicarbonato de sódio – Padrão de íons bicarbonato e sódio 5. Albumina 6. Ureia 7. Amido 8. Lipídeo 9. Glicose 10. Cloreto de amônio – Padrão de íons amônio e cloreto

Foi informado que a presença de íons ferro, creatinina e ácido úrico foi descartada. Divididos em grupos, os estudantes discutiram, iniciando-se o levantamento de hipóteses. Com base nessas discussões, o planejamento experimental foi iniciado. A pesquisa sobre as possibilidades experimentais foi realizada nos próprios celulares dos alunos e orientada pelos docentes.

### **3.3 Conhecendo um pouco de química e suas análises: como colocar a “mão na massa” dentro de um laboratório?**

Essa etapa objetivou que os alunos compreendessem os conceitos de amostra padrão e de reagentes na prática. E novamente questionamos: quais componentes poderão estar com valores alterados de acordo com o caso clínico? (Apêndice A: Correlação entre os padrões fornecidos e exemplos de patologias) [14]. Esse foi o momento de associação com o caso clínico, realizando um levantamento de hipóteses dirigido.

O planejamento experimental iniciou-se pelos grupos, caracterizando-se como o momento de escolha dos padrões que seriam mais “prováveis” para elucidarem o caso clínico na prática. Apenas na etapa posterior ao planejamento estratégico, os alunos tiveram contato com as duas caixas (Quadro 2). Também foi entregue aos grupos, nessa fase, a amostra desconhecida “X”, que seria o analito.



### **3.4 Prática no laboratório de Bioquímica – Parte A: quanto tem da amostra “X”?**

Na presente etapa realizou-se uma introdução sobre o uso correto da balança analítica. Sobre a amostra desconhecida “X” (analito), a solução de glicose foi preparada utilizando-se a proporção de 30 g/dL. A equipe técnica, com os professores responsáveis, pesou o frasco vazio com a tampa, anotando a massa com uma caneta permanente. Em seguida, adicionou 10,5 g dessa solução de glicose, rotulando o frasco como “AMOSTRA ‘X’”. Foram anotadas na lousa as seguintes informações:

- I. Substância sólida à temperatura ambiente; solúvel em água destilada;
- II. Amostra diluída 10 vezes;
- III. Massa do frasco vazio com a tampa anotada no frasco;
- IV. Amostra diluída em exatamente 10 g de solvente, ou seja, água destilada.

Todos os grupos propuseram o uso de uma balança analítica, porém sua manipulação foi orientada pelos técnicos de laboratório responsáveis, pois poucos sabiam utilizá-la corretamente. Dessa forma, e por meio de cálculos simples, obteve-se a massa do soluto. A quantidade de glicose encontrada pelos grupos com base nos cálculos foi entre quatro e cinco gramas, considerando-se os erros.

### **3.5 Prática no Laboratório de Bioquímica – Parte B: o que é a amostra “X”?**

Após quantificarem o soluto, foi lançada em nova aula experimental a seguinte questão aos alunos: qual é a composição química/Bioquímica da amostra “X”?

Os discentes puderam, desse modo, colocar em prática o planejamento de análise qualitativa realizado nas aulas anteriores. Reações como a do Biureto (proteínas) e do Benedict (açúcares redutores) foram comuns. Nesse momento, o professor policiava-se no diálogo com os grupos, tomando os devidos cuidados para não indicar a resposta correta [14]. Atividades investigativas como essa requerem mudança de hábitos, pois visam colocar o aluno como protagonista de sua aprendizagem [1,2].

Entre os ensaios, os alunos ficaram curiosos e realizaram, por meio dos padrões fornecidos, alguns experimentos, como o teste de chama dos íons sódio e potássio e as reações de complexação amido-iodo. Com base na reação do teste de Benedict (via úmida), os grupos concluíram que a amostra continha glicose. O quadro 3 acima exemplifica testes que podem ser realizados pelos grupos de alunos.

**Quadro 3.** Possíveis testes físico-químicos das amostras padrão fornecidas, com os aparatos disponíveis

<b>Análito (solubilidade em água)</b>	<b>Propriedades Físicas/Químicas</b>	<b>Materiais/Reagentes</b>	<b>Técnica</b>
1. Cloreto de sódio – Solúvel	Reage com nitrato de prata, formando um precipitado branco de cloreto de prata.	Água destilada; tubos de ensaio; solução de nitrato de prata.	Reação de precipitação (via úmida).
	Observa-se uma chama amarela alaranjada intensa no teste de chama.	Bico de Bunsen; alça de platina.	Teste de chama (via seca).
2. Enxofre – Insolúvel	Pó amarelo que, ao sofrer combustão, libera dióxido de enxofre, o qual possui mal cheiro e é ácido.	Fita universal de pH; bico de Bunsen; alça de platina.	Reação de combustão e determinação de acidez.
3. Cloreto de cálcio – Solúvel	Observa-se uma chama vermelha intensa no teste de chama.	Bico de Bunsen; alça de platina.	Teste de chama (via seca).
4. Bicarbonato de sódio – Solúvel	Sal básico.	Água destilada; fita universal de pH.	Reação de hidrólise.
	Em solução, libera gás carbônico ao reagir com ácido clorídrico.	Água destilada; tubos de ensaio; HCl 1,0 mol/L.	Reação de neutralização.
5. Albumina – Solúvel	Em solução, observa-se a formação de espuma ao agitar.	Água destilada; tubos de ensaio; solução de sulfato de cobre; solução de hidróxido de sódio; banho-maria.	Reação do Biureto (via úmida).
6. Ureia – Solúvel	Durante a dissolução, pode-se sentir o tubo resfriando.	Água destilada; tubos de ensaio; termômetro.	Dissolução endotérmica.
7. Amido – Solúvel a quente.	Em solução, forma um complexo azul intenso na presença de tintura de iodo.	Água destilada; tubos de ensaio; Tintura de iodo; banho-maria.	Reação de complexação.
8. Lipídeo – Insolúvel	Em água, observa-se duas fases, sendo a lipídica menos densa.	Água destilada; tubos de ensaio.	Solubilidade e densidade.
9. Glicose – Solúvel	Por ser um açúcar redutor, forma um precipitado vermelho tijolo (óxido de cobre).	Tubos de ensaio; solução de sulfato de cobre; solução de hidróxido de sódio; solução de citrato de sódio; banho-maria.	Teste de Benedict (via úmida).
10. Cloreto de amônio – Solúvel	Reage com nitrato de prata, formando um precipitado branco de cloreto de prata.	Água destilada; tubos de ensaio; solução de nitrato de prata.	Reação de precipitação (via úmida).

### 3.6 Prática no laboratório de Bioquímica – Parte C: como confiar meu resultado?

Seguindo uma vertente crítica, os grupos foram questionados com relação à confiabilidade de seus resultados. Foram então orientados a repetirem sistematicamente seus ensaios. Dentro do curso de medicina, no qual a atividade foi aplicada em um primeiro momento, acreditamos ser importante os alunos refletirem sobre erros em análise. Além disso, buscamos conduzi-los à compreensão da importância de realizarmos duplicatas ou triplicatas em análises.

### 3.7 Laboratório de análises clínicas (LAC): como funciona um laboratório de Análises Clínicas?

A etapa experimental objetiva levar os alunos a observar de perto a dinâmica e a rotina dos profissionais de biomedicina, o que nesse contexto significa ter contato com *kits* padronizados de urianálise, levantar questões importantes como prazo de validade, metodologias de utilização, entre outras. Puderam observar na prática como a química e a Bioquímica básicas estão relacionadas com o diagnóstico de patologias.

### 3.8 Atividade síntese: construção de mapas conceituais

Como atividade síntese, realizou-se a construção colaborativa de mapas conceituais, que foram compartilhados e discutidos entre os alunos. Em um primeiro momento, os grupos construíram os mapas visando responder a seguinte questão focal: “Explique como as atividades realizadas confirmaram o diagnóstico da paciente?”. Os mapas foram construídos em folha de papel e, em seguida, transcritos, utilizando-se da ferramenta gratuita *CMapTools*<sup>1</sup>. Para a avaliação dos grupos foram considerados os conceitos abordados, as relações encontradas por meio da análise da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa [18].

Essa atividade oportunizou aos estudantes colocarem em prática tanto conteúdos conceituais quanto procedimentais e atitudinais [16]. Relatos de alunos como “Olha! Isso existe mesmo!” ou “Já vi essa reação por foto.” foram frequentes. Apesar de os estudantes se manifestarem assustados em um primeiro momento, ao final da aula, demonstraram entusiasmo, pois puderam compreender e refletir sobre propriedades organolépticas, reações de complexação e precipitação, solubilidade e transferência de calor, testes de chama e medida de pH com fita universal. Relatos críticos de estudantes com relação a outras poucas atividades experimentais vivenciadas com roteiros pré-estabelecidos também foram mencionadas. Relataram que o modelo experimental utilizado é incoerente com a proposta PBL [2]. Um estudante expressou em voz alta “Naquela outra aula prática aprendemos apenas a contar gotas.”, manifestando assim a falta de argumentação [4]. Além disso, estratégias e cálculos envolvendo conceitos de soluções, diluição e pesagem foram lembrados, já que estes são muito importantes para a prática médica, seja na interpretação de um exame, seja na administração de um medicamento solúvel, entre outras atividades.

1 Disponível em: <https://cmap.ihmc.us>. Acesso em: 24 mar. 2021.

## **4 Discussões**

Atualmente muito se fala em metodologias ativas, porém poucos trabalhos se encontram descritos na literatura com relação à adaptação pedagógica destas, o que reitera a importância da presente investigação. Ademais, faltam cursos de formação de professores com essa proposta, principalmente no ensino superior [14]. No nosso contexto, os professores ficaram apreensivos, relatando não conhecer – e nunca ter ouvido falar em – Sequência de Ensino Investigativa (SEI) no ensino de Ciências. No curso onde a SEI foi aplicada, os docentes já tinham iniciado as vivências dentro da PBL [1,2,3] utilizada.

De maneira geral, nos cursos superiores, as disciplinas experimentais são separadas das teóricas, nas quais os professores e técnicos experientes ajudam os alunos a “não errarem” nas atividades, colocando-os, desse modo, em uma zona de conforto, uma vez que as etapas desafiadoras são apresentadas, exemplificadas – ou até mesmo realizadas – por uma pessoa mais experiente [10]. Segundo Piaget [7], processos de frustração, de reflexão, de repetição, entre outros, são essenciais para que o aluno vivencie seu próprio raciocínio, e não o do professor, principalmente em atividades experimentais, nas quais os roteiros são “amarrados” e sempre “dão certo”, sendo considerados de baixa ordem cognitiva [10,16]. Habilidades cognitivas de ordens mais baixas baseiam-se em conhecer, recordar/relembrar uma informação ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolver exercícios, seguindo modelos e exemplos.

Ressaltamos que na elaboração da SEI, devemos valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes [15, 16, 17]. Assim, durante o planejamento e o desenvolvimento das aulas/atividades, pode-se (re)planejar, levando-se em consideração o nível de desenvolvimento real dos alunos, de modo que estes sejam capazes de conseguir resolver o problema sozinhos, sem se sentirem desmotivados [8].

Assim como o PBL, as SEI são sempre realizadas em grupos colaborativos [2,3,8]. Muitas vezes, as discussões e argumentações geradas na interação social entre pares motivados e determinados a responder uma questão comum podem ser mais frutuosas quando se objetiva desenvolver o letramento e a alfabetização científica [4,11]. O levantamento de hipóteses, a elaboração de procedimentos experimentais em grupo, bem como as testagens podem gerar um nível de exigência cognitiva maior [6,12,13].

Autores descrevem a importância dos questionamentos do professor envolvendo metodologias ativas como as SEI [8, 12] e o PBL [3]. Em uma pesquisa realizada para

identificar o nível cognitivo das respostas elaboradas por alunos, observou-se que o nível cognitivo de certas indagações feitas pelos estudantes é determinado pelo tipo de questões levantadas pelo professor durante a atividade. Desse modo, conclui-se que não se pode esperar que o aluno desenvolva uma resposta de alto nível cognitivo se não for estimulado pelo seu professor/tutor [12] a fazê-lo.

Os estudantes puderam vivenciar termos comuns na prática experimental em Bioquímica, como “amostra padrão”, “analito” e “amostras ou valores de referência”. A atividade englobou todas as etapas do conhecimento científico: desde as propriedades mais simples das biomoléculas até sua aplicação. No laboratório de Análises Clínicas, puderam: conhecer e analisar criticamente a praticidade das “fitinhas” de urianálise; observar prazo e validade; e refletir sobre como os reagentes são impregnados em sua superfície.

Finalmente, a atividade síntese proposta envolveu a elaboração de mapas conceituais colaborativos, uma ferramenta gráfica muito utilizada para estruturar e organizar o conhecimento, apresentando relações significativas e organizadas hierarquicamente. Os MC foram descritos previamente como forma de identificar pontos de acoplamento entre as disciplinas Ciências da Natureza e Psicologia, Educação e temas contemporâneos [15].

Dentro da SEI, observamos que o mapa conceitual foi uma possível estratégia para representar a interface entre as disciplinas, identificando conceitos e estimulando a interdisciplinaridade [14,15]. Alguns autores [13, 14, 16] também ressaltam que a colaboração deve ser compreendida como algo que extrapola a mera contribuição isolada de cada indivíduo, já que os participantes envolvidos nesse processo necessitam de algum grau de compreensão mútua para a efetiva realização das atividades [13], ação prevista dentro da proposta metodológica PBL [2]. Para isso, os mapas foram inicialmente construídos pelos grupos em papel pardo, utilizando-se blocos de notas do tipo *Post-it*®, sob a supervisão e a mediação do professor.

Por meio do currículo estruturado para o PBL, os estudantes puderam vivenciar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) previamente testada e validada [1]. O presente artigo traz reflexões teórico-metodológicas extraídas da dissertação de mestrado intitulada *Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e Aprendizagem Baseada Em Problemas (PBL): aproximações teórico metodológicas e suas contribuições aos alunos de Medicina em fase Inicial de formação e professores* [14]. A pesquisa teve como objetivo avaliar os impactos e as contribuições da aplicação de uma SEI para alunos em fase inicial de formação, no contexto de um curso de medicina de uma universidade

pública do Estado de São Paulo.

Desse modo, os estudantes aprovaram a atividade, pois puderam rever, aplicar e relacionar conhecimentos de química geral, química experimental, Fisiologia, Bioquímica básica e clínica, tornando o aprendizado mais significativo [14, 16]. Além disso, a atividade contemplou conceitos básicos importantes em experimentação em Ciências [5], como a adequação da análise aos reagentes e aos aparatos disponíveis [8], desenvolvendo habilidades necessárias para sua atuação profissional.

## 5 Considerações finais

Compartilhamos uma SEI que consideramos assertiva, por meio da qual os alunos tiveram liberdade para planejar seu experimento, errar, tentar de novo, discutir hipóteses, observar fenômenos e refletir sobre como é a Ciência de fato. Ressaltamos que a SEI proposta neste trabalho pode ser planejada e contextualizada para aplicação em outros cursos. Uma proposta interessante seria substituir a amostra desconhecida por albumina, contextualizando com síndrome nefrótica.

Acreditamos que uma sequência didática dessa natureza, por ser constituída de atividades investigativas que enfatizam a integração entre o currículo, possa promover o desenvolvimento de habilidades específicas, além de aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem, principalmente de atividades experimentais que ainda utilizam roteiro experimental preestabelecido. Sendo assim, consideramos que esta proposta é bem diferente do ensino de Ciências experimental tradicional que ocorre na maioria das instituições. Acreditamos que por mais que os professores tenham a intenção de estimular o protagonismo de seus alunos, faltam cursos de formação pedagógica para os docentes que atuam no ensino superior.

## Referências

- [1] MAGALHÃES, P. P.; OLIVEIRA, R. C.; PONCE, D.; ZULIANI, S. R. Q. A. Bioquímica e função renal: utilizações de sequências didáticas com enfoque investigativo para reaproximação de conceitos específicos. **Rev. Bras. Educ. Med.**, v. 43, n. 1, suppl.1, p. 404-413, 2020.
- [2] BARROWS, H. S. **Practice-based learning: problem-based learning applied to medical education.** Southern Illinois University, School of Medicine, Springfield, 1994.
- [3] MARTINS, D. B.; ESPEJO, M. M. S. B. **Problem based learning – PBL no ensino de contabilidade: guia orientativo para professores e estudantes da nova geração.** São Paulo: Atlas, 2015.
- [4] SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, v. 17 (spe), p. 49-67, 2015.



- [5] AZEVEDO, M. C. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa à prática. 1a Edição. São Paulo: Cengage Learning, 2004, p. 165.
- [6] CARVALHO, A. M. P.; SANTOS, E. I.; AZEVEDO, M. C. P. S.; DATE, M. P. S.; FUJII, S. R. S.; NASCIMENTO, V. B. **Termodinâmica**: um ensino por investigação. São Paulo: USP, 1999.
- [7] PIAGET, J. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos/Edusp, 1978.
- [8] CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- [9] CÉZAR, F. M. **Controle de qualidade laboratorial**: uma atualização em urinálise. Trabalho de conclusão de especialista em Análises Clínicas no curso de Ciências Farmacêuticas. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2016.
- [10] SCHOENMAKER, F. **Análise das dificuldades na disciplina de Bioquímica diagnosticadas por um plantão de dúvidas on line**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências – Bioquímica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2009.
- [11] SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciênc. Educ. (Bauru)**, v 17, n. 1, p. 97-114, 2011.
- [12] SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciência & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.
- [13] ZULIANI, S. R. Q. A. **A utilização da metodologia investigativa na aprendizagem de química experimental**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para as Ciências) –, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2000.
- [14] MAGALHÃES, P. P. **Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)**: aproximações teórico metodológicas e suas contribuições aos alunos de Medicina em fase inicial de formação. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação para as Ciências) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2000.
- [15] CORREIA, P. R. M.; CORDEIRO, G. B.; CICUTO, C. A. T.; JUNQUEIRA, P. G. Nova abordagem para identificar conexões disciplinares usando mapas conceituais: em busca da interdisciplinaridade no Ensino Superior. **Ciência & Educação**; v. 20, n. 2, p. 467-479, 2014.
- [16] MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e texto complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- [17] AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [18] MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor, v. 103, 2006.

## **Agradecimentos**

Agradecemos à Capes pelo apoio; aos alunos de medicina em fase inicial de formação por participarem prontamente desta pesquisa; e aos funcionários e técnicos da FC/UNESP e FOB-USP.

## Apêndice A: Correlação entre os padrões fornecidos e exemplos de patologias [14]

Padrão	Alguns exemplos de diagnóstico por meio das análises
1. Cloreto de sódio (íons sódio e cloreto)	Doença renal crônica.
2. Enxofre	Ingestão de alimentos como aspargos, peixes, cebola, alho, entre outros.
3. Cloreto de cálcio (íons cálcio de cloreto)	Cálculos nas vias urinárias ou nefrite.
4. Bicarbonato de sódio (íons sódio e bicarbonato)	Cetoacidose.
5. Albumina	Proteinúria – Síndrome nefrótica.
6. Ureia	Desidratação (Não existe, mas poderia indicar)
7. Amido	Não existe.
8. Lipídeo	Não existe.
9. Glicose	Diabetes <i>mellitus</i> .
10. Cloreto de amônio (íons cloreto e amônio)	Desidratação.