

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA**

PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES

**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**

**BAURU - SP
2020**

PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES

**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**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Bauru - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência como requisito para obtenção do título de Mestra em Educação para a Ciência.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani.

**BAURU - SP
2020**

Magalhães, Prislaine Pupolin.

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 / Prislaine Pupolin Magalhães, 2020

187 f. : il.

Orientadora: Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2020

1. Aprendizagem Baseada em Problemas. 2. Adaptação à PBL. 3. Sequência de Ensino Investigativa. 4. SEI. 5. PBL.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 28 dias do mês de fevereiro do ano de 2020, às 14:00 horas, no(a) Sala 02 - Seção Técnica de Pós-Graduação - FC/Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof^a. Dr^a. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru, Prof. Dr. JESUS DE NAZARÉ CARDOSO BRABO do(a) Instituto de Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará (IEMCI) / Universidade Federal do Pará, Prof. Dr. JOSÉ BENTO SUART JÚNIOR do(a) Departamento de Química / Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES, intitulada **Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): aproximações teórico metodológicas e suas contribuições aos alunos de medicina em fase inicial de formação**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADA _____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof^a. Dr^a. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI

Prof. Dr. JESUS DE NAZARÉ CARDOSO BRABO

Prof. Dr. JOSÉ BENTO SUART JÚNIOR

Dedico este trabalho aos meus filhos, Henrique Pupolin Magalhães e Arthur Pupolin Magalhães. Vocês me fizeram grande e forte, uma heroína. Vocês são a luz da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Prof.^a Dr.^a Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani, pela confiança, pelo seu exemplo, pela oportunidade de trabalhar e conviver ao seu lado e por ser a maior incentivadora na superação de meus limites. Sem seu apoio carinho eu não teria chegado até aqui.

Ao meu marido, Ricardo Ravanini Magalhães pela paciência e por ser meu maior incentivador.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Faculdade de Ciências – UNESP (Bauru) pelos ensinamentos e trocas de experiências.

Aos funcionários do programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência da Faculdade de Ciências – UNESP (Bauru) pelos cuidados e suporte técnico.

Aos amigos do Grupo de Pesquisa RIPEQ, pelas discussões frutuosas.

Ao Professor Dr. Rodrigo Cardoso de Oliveira, pela confiança e parceria.

*Ninguém nasce feito,
é experimentando-nos no mundo
que nós nos fazemos.*

Paulo Freire

RESUMO

As universidades estão enfrentando desafios ao educar os estudantes para se tornarem aprendizes ao longo da vida e especialistas versáteis em seus próprios campos. No tocante ao ensino de medicina nota-se que a PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas) tem sido adotada em diversas instituições e atende as exigências presentes nas diretrizes curriculares oficiais para estes cursos, pois promove a integração entre teoria e prática, além de incentivar a autonomia, pesquisa e interdisciplinaridade. Preconiza-se a aprendizagem centrada no aluno, em um ambiente onde professor é o agente facilitador, que conduz de forma gradual a aprendizagem. Apesar de haver muitos trabalhos apontando a eficácia da PBL, constatamos uma carência em relação a propostas que apontem estratégias metodológicas que de fato auxiliem os alunos, principalmente nos anos iniciais, onde sofrem com as mudanças didático pedagógicas. Nesse sentido, buscamos nesta pesquisa as potencialidades da inserção das SEI (Sequências de Ensino Investigativas) nos currículos PBL, para alunos em fase inicial de formação. A SEI proposta foi desenvolvida em seis aulas detalhadas neste trabalho. As aulas foram problematizadas e contextualizadas às temáticas Proteinúria e Diabetes, o que despertou o interesse dos alunos do primeiro ano do curso de Medicina de uma Instituição Pública do interior de São Paulo. Após sua aplicação realizamos a coleta de dados. Docentes do módulo Sistemas Orgânicos Integrados foram entrevistados, um da área básica e o outro da área clínica e também foram aplicados questionários aos estudantes, totalizando 24 participantes. A análise de conteúdo resultou em quatro categorias. Assim como a fundamentação teórica, os resultados apresentaram grandes aproximações didático-metodológicas entre as duas propostas pedagógicas (SEI e PBL). Assim como é objetivo da PBL, a SEI também se mostrou eficiente em promover um aumento de motivação intrínseca, integrando conteúdos dos ciclos básico e profissionalizante (clínico), tendo a participação ativa dos estudantes e promovendo a interação entre os pares e o docente. Dentre as várias habilidades desenvolvidas nesta proposta, podemos citar a aprendizagem de conteúdos procedimentais, com ênfase nos conteúdos básicos. Nossos resultados também apontaram que os estudantes e docentes carecem de preparação e adaptação didático-pedagógica. Diante das evidências encontradas, podemos dizer que a SEI se mostrou como uma proposta metodológica efetiva para reaproximar conteúdos, desenvolver novas habilidades podendo ser usada como estratégia metodológica adaptativa para a imersão dos participantes na proposta PBL. Desta maneira, podemos concluir que inseridas na PBL as SEI são uma alternativa interessante para atender aos anseios de uma geração tecnológica, criativa e desafiadora.

Palavras – chave: Aprendizagem Baseada em Problemas. Adaptação à PBL. Sequência de Ensino Investigativa. SEI. PBL.

ABSTRACT

INQUIRY-BASED TEACHING SEQUENCES AND PROBLEM BASED LEARNING (PBL): METHODOLOGICAL THEORETICAL APPROACHES AND THEIR CONTRIBUTIONS TO FIRST YEAR MEDICAL STUDENTS

Universities are facing challenges in educating students to become lifelong learners and versatile experts in their own fields. Regarding the teaching of medicine, it is noted that the PBL (Problem Based Learning) has been adopted in several institutions and meets the requirements present in the official curriculum guidelines for these courses, as it promotes the integration between theory and practice, in addition to encouraging autonomy, research and interdisciplinarity. Student-centered learning is recommended, in an environment where the teacher is the facilitating agent, who gradually conducts the learning. Although there are many studies pointing out the effectiveness of PBL, we found a gap in relation to methodological proposals that point to strategies that actually help students, especially in the early years, where they suffer from pedagogical didactic changes. In this sense, we seek in this research the potential of the insertion of Inquiry-based TLS (Inquiry-based Teaching-learning Sequences) in the PBL curricula, for students in the initial stage of formation. The proposed SEI was developed in six classes detailed in this work. The classes were problematized and contextualized to the themes Proteinuria and Diabetes, which aroused the interest of students in the first year of the course of Medicine at a Public Institution in the interior of São Paulo State. After its application, we performed data collection. Teachers from the Integrated Organic Systems module were interviewed, one from the basic area and the other from the clinical area and also had applied questionnaires to students, totaling 24 participants. Posteriori content analysis resulted in four categories. As well as the theoretical foundation, the results showed great didactic-methodological approaches between the two pedagogical proposals (Inquiry-based TLS and PBL). As is the objective of PBL, Inquiry-based TLS also proved to be efficient in promoting an increase in intrinsic motivation, integrating content from the basic and professional (clinical) cycles, having the active participation of students and promoting interaction between peers and the teacher. Among the various skills developed by this proposal, we can mention the learning of procedural content, with emphasis on basic content. Our results also pointed out that students and teachers lack preparation and didactic-pedagogical adaptation. Given the evidence found, we can say that Inquiry-based TLS proved to be an effective methodological proposal to reconnect content, develop new skills and can be used as an adaptive methodological strategy for the immersion of participants in the PBL proposal. In this way, we can conclude that inserted in the PBL, Inquiry-based TLS are an interesting alternative to meet the desires of a technological, creative and challenging generation.

Keywords: Problem Based Learning. PBL adaptation. Inquiry-based Teaching. Inquiry-based Teaching-learning Sequences. TLS. PBL.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Aula de Medicina Medieval | 22 |
| Figura 2: Frontispício do livro “De humani corporis fabrica” (Basileia, 1543)..... | 24 |
| Figura 3: Fases e subfases do ensino por investigação | 34 |
| Figura 4: Pesquisa de Proteinúria | 60 |
| Figura 5: Sequência de atividades de ensino-aprendizagem por investigação | 73 |
| Figura 6: O ciclo de trabalho da PBL a partir de um problema | 74 |
| Figura 7: A. Caixa de “Reagentes”; B. Caixa de “Padrões” e C. Amostra desconhecida “X” | 87 |
| Figura 8: O planejamento colaborativo em papel pardo sobre a bancada..... | 88 |
| Figura 9: A: Preparo da bancada antes de receber os alunos; B e C: Alunos realizando os testes; D: foto dos tubos contendo a esquerda o teste para açúcares redutores (Teste de Benedict) e a direita o teste para proteína (Reação do Biureto)..... | 90 |
| Figura 10: A: Frasco de tira reagentes para análise urinária 10 parâmetros, tiras teste para a determinação semi quantitativa de dez parâmetros na urina. B: Análise da amostra, contendo albumina. | 92 |
| Figura 11: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo dos questionários dos alunos e da entrevista docente e suas respectivas subcategorias, referente a categoria 1: O Papel do Professor na SEI | 97 |
| Figura 12: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo do questionário dos alunos e entrevista docente, com suas respectivas subcategorias, referentes à categoria 2: Percursos didáticos presentes na SEI | 101 |
| Figura 13: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo do questionário dos alunos e entrevista docente e suas respectivas subcategorias, referente a categoria 3: A SEI como proposta metodológica nos currículos PBL | 109 |
| Figura 14: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo da entrevista docente e suas respectivas subcategorias, referente a categoria 4: Os desafios do professor contemporâneo..... | 117 |
| Figura 15: Núcleo comum entre PBL e SEI: Contribuições da SEI dentro do currículo PBL..... | 119 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Principais características das Sequências Didáticas Investigativas..... | 40 |
| Quadro 2: Níveis de abertura das atividades experimentais investigativas. | 44 |
| Quadro 3: As sete etapas da PBL..... | 51 |
| Quadro 4: Estrutura do grupo tutorial..... | 52 |
| Quadro 5: Fundamentações das Aproximações entre as SEI e PBL..... | 75 |
| Quadro 6: Fundamentações e distanciamentos entre as SEI e PBL..... | 76 |
| Quadro 7: Quadro sintético de aulas e seus objetivos principais..... | 84 |
| Quadro 8: Conteúdo das caixas 1 e 2 entregues aos alunos para realização do planejamento..... | 86 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|------|--|
| ABEM | Associação Brasileira de Educação Médica |
| ABP | Aprendizado Baseado em Problemas |
| DCN | Diretrizes Curriculares Nacionais |
| DMT1 | Diabetes mellitus tipo 1 |
| DMT2 | Diabetes mellitus tipo 2 |
| LAC | Laboratórios de Análises Clínicas |
| MSI | Modelo Sistêmico Investigativo |
| PBL | Problem Based Learning |
| SD | Sequência Didática |
| SE | Sequência de Ensino |
| SEI | Sequência de Ensino Investigativa |
| TLS | Teacher Learning Sequences |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------------------------|
| APRESENTAÇÃO | 14 |
| INTRODUÇÃO | 17 |
| 1 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA..... | 21 |
| 2 PROPOSTAS FORMATIVAS VIGENTES NOS CURSOS DE MEDICINA ... | 22 |
| 3 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEI) | 30 |
| 3.1 O papel da experimentação investigativa | 41 |
| 4 PROBLEM BASED LEARNING (PBL) E O ENSINO DA NOVA GERAÇÃO DE MÉDICOS..... | 47 |
| 5 CAPÍTULO 5..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6 APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS DAS SEIS E A PBL..... | 64 |
| 7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 79 |
| 7.1 Descrição dos participantes da pesquisa | 80 |
| 7.2 Instrumentos e procedimentos para a constituição dos dados..... | 80 |
| 7.2.1 Questionários aplicados aos discentes..... | 81 |
| 7.2.2 Entrevistas com os docentes responsáveis pelo módulo | 82 |
| 7.3 Descrição da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) | 83 |
| 7.4 Metodologia de análise de dados..... | 93 |
| 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 96 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 122 |
| REFERÊNCIAS..... | 127 |
| APÊNDICES..... | 137 |
| APÊNDICE 1: QUADROS DE 9 A 12: EXTRATOS TRANSCRITOS REFERENTES AS UNIDADES DE SENTIDO OBTIDAS NO QUESTIONARIO DISCENTE E ENTREVISTA DOCENTE, SUAS RESPECTIVAS SUBCATEGORIAS E CONSEQUENTES CATEGORIAS | 137 |
| APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO DISCENTE..... | 155 |
| APÊNDICE 3: QUESTIONÁRIO ENTREVISTA DOCENTE..... | 156 |
| APÊNDICE 4: TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA DOCENTE PROFESSOR 1 | 157 |
| APÊNDICE 5: TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA DOCENTE PROFESSOR 2 | 162 |
| APÊNDICE 6: TRANSCRIÇÃO QUESTIONÁRIO DISCENTE | 167 |
| APÊNDICE 7: APROXIMAÇÕES DE CONCEITOS BÁSICOS E APLICADOS: A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE BIOQUÍMICA BÁSICA E CLÍNICA E SUAS PATOLOGIAS..... | Error! Bookmark not defined. |
| APÊNDICE 8: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO | 177 |
| APÊNDICE 9: ARTIGO CIENTÍFICO | 178 |

APRESENTAÇÃO

Morando em Bauru desde 2016, com experiência de mais de dez anos em sala de aula, titulada como Doutora em Ciências (Ênfase em Bioquímica) e Pós-doutora em Ciências Básicas ambos pela Universidade de São Paulo–USP, procurei o grupo de pesquisa em Educação em Química, na época coordenado pela minha orientadora Profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani. Apesar do meu interesse e amor pela docência, minha participação inicial neste grupo me levou a perceber que as pesquisas em ciências exatas e humanas, possuem diferentes perspectivas e métodos de análise, e que, apesar de toda minha bagagem, contemplava uma outra vertente, em um outro paradigma. Eu, como pós doutoranda na área de Bioquímica estava acostumada a ter autonomia, ser dona de comentários construtivos e muitas propostas assertivas e coerentes dentro da minha linha de pesquisa, me vi então perdida e insegura nas reuniões do grupo, nessa nova área. Percebi então que precisaria voltar aos estudos, que minhas concepções e conhecimentos não bastavam e muito menos me asseguraram contribuir com opiniões válidas. Assim, me ingressei no programa de pós-graduação em Educação para Ciências, em nível de mestrado, na UNESP em Bauru. Carl G. Jung, cita no seu livro Memórias, Sonhos, Reflexões que “O desenvolvimento da personalidade só ocorre, quando a pessoa escolhe seu próprio caminho, de maneira consciente – sendo que este não é o convencional, e sim aquele que a própria pessoa escolhe como seu”. Acredito que depois da vivência de anos como professora, possa trilhar meu caminho de maneira mais consciente, sabendo me posicionar perante os desafios da pesquisa, seja em ciências exatas ou em ciências humanas. Desta maneira, o mestrado veio após anos de doutorado direto, em uma área diferente e com seus desafios específicos. Como profissional, posso dizer que o caminho mais maduro é mais difícil, principalmente na pesquisa em ensino de ciências, onde meu olhar, mesmo que norteado por um referencial teórico, é também influenciado pelas minhas vivências, crenças e sonhos.

No final de 2018, fui convidada pelo atual vice-coordenador do curso de Medicina de uma Universidade Pública do interior do estado de São Paulo, a ministrar aulas de Bioquímica para os alunos da primeira turma. O curso de medicina era novo no campus e o Projeto Pedagógico estava sendo consolidado, fundamento na Aprendizagem Baseada em Problemas. Fiquei incumbida na época de ensinar os tópicos envolvidos na “Bioquímica do Ciclo Cardíaco”, no módulo de Homeotase I. No

preparo das aulas, me vi com dificuldades, no que se diz respeito as metodologias de ensino ativas, me preocupando principalmente com os conhecimentos prévios dos alunos, pois ainda estavam no primeiro ano. Depois de muito estudo sobre uma temática específica de Bioquímica, com conteúdos densos, lá fui eu, ministrar as quatro aulas “tradicionais” que me foram incumbidas. Acredito ter dado conta do recado. Observei que os alunos que estavam em fase inicial de formação, apesar de serem dedicados, careciam de conceitos básicos para a compreensão de alguns conteúdos e nós como professores não poderíamos ultrapassar alguns tópicos. Senti dificuldades e achei tudo muito confuso. Com essa experiência, pude perceber o quão difícil era ministrar aulas para estudantes do primeiro ano do ensino superior, contemplando essa metodologia, que era novidade, não só para mim, mas para todos que estavam ali, inclusive os professores que foram formados e estavam familiarizados com o método tradicional de ensino.

Durante a realização deste desafio profissional, me reencontrei com antigos alunos da educação básica. Como meus alunos do Ensino Médio sabiam o quanto eu prezava pelo ensino através de atividades práticas, em um diálogo informal, eles relataram que tinham ido apenas uma vez ao laboratório durante aquele ano, e já estávamos em outubro. Disseram que realizaram uma prática experimental tradicional e reclamaram que sentiam falta de atividades práticas, envolvendo principalmente as disciplinas básicas.

Neste momento, vi a oportunidade de contribuir com propostas inovadoras, e dentro do Aprendizado Baseado em Problemas, propor a inserção de estratégias metodológicas¹, que promovam a integração de conteúdos e tenham o aluno como protagonista de seu aprendizado. Tive a intenção de propor atividades experimentais abertas, contextualizadas e problematizadas, já que eu sou uma estudiosa do Ensino por Investigação. Surgiu a priori a ideia do experimento investigativo e em seguida a Sequência Didática, que englobava a atividade prática. Apresentei a proposta para a coordenação do curso, que aprovou e incentivou a proposta. Desta maneira, tive apoio dos professores, alunos e técnicos de laboratório desenvolver as atividades propostas, incluindo a pesquisa.

Desta maneira, o projeto de pesquisa surgiu devido a minha vivência e percepção frente aos desafios enfrentados mim e por colegas, durante meu estágio

¹ Adotamos o termo estratégias metodológicas, para descrever tanto a PBL quanto a SEI, adotando a terminologia adotada por Alves e Bego (2012).

de pós-doutoramento, na área de Bioquímica, que não conclui para seguir este novo caminho. Criei, propus e validei uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), e durante sua aplicação coletei os dados desta pesquisa.

Uma preocupação era se teria alunos dispostos a mais essa atividade. Me surpreendi com a presença de 24 estudantes, durante praticamente todas as aulas, salvo algumas exceções. Percebi então que os alunos também viram a necessidade da pesquisa, e como ninguém sabiam da sua importância. Assim, agradeço aos alunos do Curso de Medicina, que apesar da extensa carga horária, se prontificaram a participar voluntariamente das aulas propostas na Sequência de Ensino, que foi ministrada no contra turno, sem obrigatoriedade de participação. As atividades propostas foram inseridas em um módulo integrado onde tínhamos dois docentes responsáveis, uma da área básica de Bioquímica e um da área Clínica de Nefrologia, que também foram entrevistados. Vale notar que este fato foi interessante para alcançar os objetivos da pesquisa, com relação a plasticidade e integração entre conteúdos e conceitos específicos, na formação médica através da PBL. Reitero que todos os participantes da pesquisa, sabiam no momento da importância da pesquisa. Quanto a mim, posso dizer que a interface entre as áreas de Ciências e Educação em Ciências vem sendo delineada sob um olhar frutuoso, e espero contribuir para a construção de novos conhecimentos.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a educação médica no Brasil passa por modificações em seu currículo e na prática da formação profissional, visando atender aos anseios do aluno e produzir uma formação mais alinhada à prática e necessidades contemporâneas (LEON; ONÓFRIO, 2015; TEIXEIRA *et al.*, 2018). Basicamente, os cursos de Medicina são formatados em dois modelos principais de ensino. Um modelo conservador, chamado de tradicional, oriundo e difundido desde o início do século XX. Esse modelo ainda perdura em prática em diversos cursos de Medicina do país, em instituições de ensino superior consideradas tradicionais e bem-conceituadas (MACHADO *et al.*, 2018). Neste modelo, o aluno é passivo, e somente após a formação básica (anatomia, bioquímica, fisiologia, farmacologia, imunologia, entre outras), é conduzido aos conteúdos específicos, onde os conteúdos são fragmentados nas diferentes especialidades médicas. O outro modelo tem por base a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP, ou PBL do inglês “Problem Based Learning”). Iremos nesta pesquisa, utilizar o termo PBL, pois ele é mais comumente utilizado no discurso dos participantes da pesquisa.

Essa proposta, considerada inovadora, surgiu no final da década de 1960, tem o estudante como protagonista no processo de aprendizagem e visa a integração dos conteúdos das ciências básicas e clínicas, buscando a inserção do estudante em situação de vivenciar problemas médicos reais (BARROWS; TAMBLYM, 1980; LEE; KWAN, 1997).

Atualmente, as últimas diretrizes para os cursos de medicina, orientam a utilização da PBL como modelo didático pedagógico. Professores (ABREU NETO *et al.*, 2006) e alunos contemporâneos, relatam as necessidades de mudança e aprovam a PBL (LEON; ONÓFRIO, 2015). Entretanto, toda mudança requer adaptação. Existem relatos de impactos vivenciados no ingresso no Ensino Superior, e segundo Teixeira *et al.* (2015) os estudantes carecem de apoio e adaptação. Segundo a autora, tais dificuldades podem criar lacunas no conhecimento, e essas lacunas precisam ser preenchidas. Os estudantes em fase inicial de formação precisam “aprender a aprender”, utilizar o raciocínio dedutivo, desenvolver o pensamento crítico e serem alfabetizados cientificamente, para então serem capazes de resolver os problemas reais da comunidade que os cerca, atingindo os objetivos da PBL, onde as

aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais devem ocorrer simultaneamente.

Visando contribuir com tais desafios, elaboramos, validamos e aplicamos uma sequência didática para discentes em fase inicial de formação do curso de Medicina de uma Universidade Pública do interior do estado de São Paulo. A proposta pedagógica do curso, que iniciou suas atividades em 2018, utiliza a PBL como principal estratégia metodológica de ensino. A SEI aplicada, envolve conceitos de Bioquímica Clínica, utilizando como contexto uma fisiopatologia: a Proteinúria ou a Diabetes Mellitus. Na vivência, abordamos os conteúdos contextualizados de maneira interdisciplinar, utilizando como recurso didático atividades experimentais investigativas, inseridas em uma SEI, o que pode contemplar e aproximar conceitos específicos e aplicados. Nesta proposta, os alunos foram protagonistas do processo de aprendizagem, interligando o conhecimento e adquirindo habilidades e competências de acordo com suas percepções, análises e predileções, além da oportunidade de reflexão sobre a importância das ciências básicas. O propósito de utilizar SEI como a aqui exemplificada é formar sujeitos autônomos, que saibam tomar decisões e trabalhar em equipe, seguros e críticos, compreendendo como os saberes científicos evoluem e estão relacionados.

Esta SEI resultou no artigo intitulado (Apêndice 9): Bioquímica e função renal: utilizações de sequências didáticas com enfoque investigativo para reaproximação de conceitos específicos (Biochemistry and renal function: uses of Inquiry-based teaching sequences to reapproximation of specific concepts) publicado na Revista Brasileira de Educação Médica (MAGALHÃES *et al.*, 2019)².

Durante a aplicação da SEI relatada neste trabalho, coletamos dados, na forma de entrevistas e questionários. O objetivo foi analisar como os docentes e discentes se relacionam com tal plasticidade, uma vez que sua Formação foi pautada em uma mistura de práticas educativas de várias escolas pedagógicas, entre elas processos memorísticos e tecnicistas.

Nossa hipótese é que existe uma grande proximidade entre as SEI e a PBL. A presente pesquisa se propõe a estudar os impactos da inserção das SEI em um curso de Medicina que tem como proposta pedagógica oficial a PBL.

² MAGALHÃES, P. P. *et al.* Biochemistry and renal function: uses of Inquiry-based teaching sequences to reapproximation of specific concepts. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, n. 1, 2019.

Desta maneira, o trabalho foi estruturado da seguinte maneira. No capítulo 1 apresentamos nossos objetivos e questão de pesquisa. No capítulo 2, iniciamos a trajetória apresentando as propostas formativas vigentes nos cursos de medicina atuais. Discutimos brevemente a necessidade de propostas de atividades integradoras, levando em consideração as características da Ciência (MATHEWS, 2012). Em uma atividade experimental abordando bioquímica, pudemos associar a elas as aplicações clínicas, neste estudo, a proteinúria (MAGALHÃES *et al.*, 2019) e a diabetes mellitus.

No capítulo 3, discorremos sobre a importância de aproximações entre conceitos básicos e aplicados: a interdisciplinaridade entre bioquímica básica e clínica e suas patologias, um dos pilares da PBL. Nesse sentido, propomos o uso de atividades experimentais investigativas como estratégia metodológica para prover a integração entre as áreas básicas e aplicadas. Devido a quantidade e complexidade dos conteúdos, notamos a necessidade de organizar uma atividade fundamentada em SEI.

O capítulo 4, apresenta a fundamentação teórica utilizada para nortear a confecção da SEI. Utilizamos principalmente os estudos de Ana Maria Pessoa de Carvalho (LAPEF – FEUSP) (CARVALHO, 2013) e Pedro L. Cañal (Universidade de Sevilla) (CAÑAL; PORLÁN, 1986; 1987; 1988). Desta maneira, se os cursos de medicina optaram por construir seu Projeto Político Pedagógico (PPP) utilizando a PBL, defenderemos neste trabalho que as SEI podem ser eventualmente utilizadas para organizar as atividades didáticas para atingir os objetivos análogos as atividades na PBL.

No capítulo 5 apresentamos as características da PBL, inspirados nos estudos de Howard S. Barrows (Faculdade de Medicina da Universidade de Southern Illinois), médico e educador médico norte-americano. Na concepção de Barrows (1986), a PBL representa um método de aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos. Em essência, promove uma aprendizagem centrada no aluno, tendo os professores como facilitadores do processo de produção e aquisição do conhecimento (BARROWS, 1980; 1994).

No capítulo 6 buscamos apontar as aproximações e distanciamentos entre as SEI e a PBL. Em ambas as propostas, encontramos uma base ontológica e epistemológica comuns. Os distanciamentos mais marcantes entre essas duas

metodologias são o público alvo e arquitetura curricular (CAÑAL; PORLÁN, 1986; 1987; 1988; CAÑAL *et al.*, 2013, 2016; CARVALHO, 2013; BARROWS, 1980; 1994). Assim, estudamos as potencialidades das SEI na adaptação de estudantes cuja proposta pedagógica é fundamentada na PBL, seus desafios e contribuições.

No capítulo 7 apresentamos os procedimentos metodológicos. Este capítulo descreve os instrumentos para constituição dos dados (questionários e entrevistas), e validação da SEI. Para análise dos dados, optamos por utilizar a análise de conteúdo, proposta por Laurence Bardin (BARDIN, 2011).

Na sequência, no capítulo 8, apresentamos os Resultados e Discussões, seguida de nossas considerações finais. Iniciamos a seguir apresentando nossos objetivos e questão de pesquisa.

1 OBJETIVOS E QUESTÃO DE PESQUISA

O tema central deste estudo refere-se à adaptação frente às mudanças nas propostas de ensino no sistema educacional. Concordamos que estas mudanças são necessárias, e que como toda mudança, carecem de ajustes e adaptação. Este trabalho, neste momento conturbado de mudanças, pretende levantar os obstáculos enfrentados por docentes e discentes, levando em consideração que os participantes da pesquisa estavam envolvidos por conteúdos densos e complexos da Bioquímica Básica, associados a disfunções orgânicas importantes. A SEI foi construída e validada a partir do texto de Guimarães e Giordan (2013) e a fim de dar suporte pra a constituição dos dados para esta pesquisa. A partir destes dados, pretende-se identificar as dificuldades enfrentadas pelos participantes a fim de possibilitar a proposição de estratégias metodológicas para superá-las.

Os estudos e análises destas variáveis visam responder a seguintes questões de pesquisa:

- *Quais as aproximações Teórico-Metodológicas entre as SEI e a PBL?*
- *Como as SEI podem contribuir na inserção de conteúdos básicos a fim de aproximar e facilitar a inserção na proposta metodológica adotada pela instituição, ou seja, a PBL, para estudantes de medicina em fase inicial de formação?*

Diante do exposto, têm-se como objetivos:

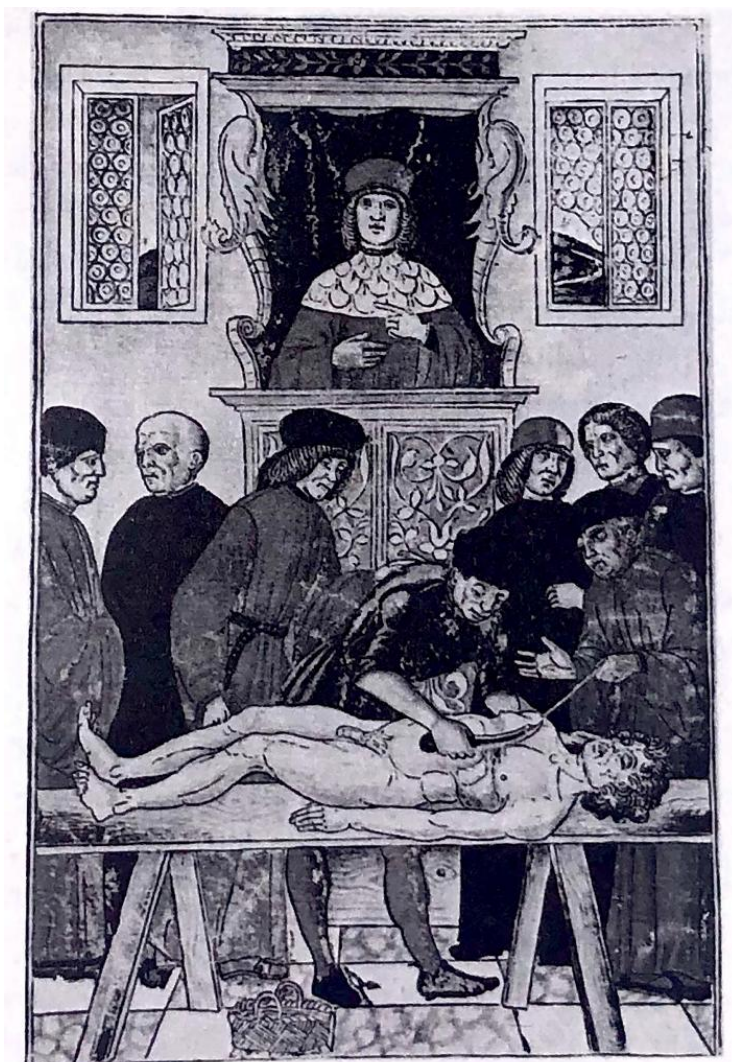
- Construir, validar e aplicar uma SEI para conceitos de bioquímica, enfatizando *a priori* os cursos de ciências da saúde.
- Analisar as aproximações e distanciamentos teórico-metodológicos entre as SEI e a PBL.
- Avaliar as contribuições das SEI, quando aplicadas para estudantes de medicina em fase inicial de formação.
- Analisar a percepção dos alunos e professores frente a inserção da SEI em um módulo que deve ser desenvolvido com auxílio da PBL, para estudantes do curso de medicina em fase inicial de formação.

Sendo assim, iniciaremos apresentando as Propostas Vigentes para os cursos de Ciências Médicas.

2 PROPOSTAS FORMATIVAS VIGENTES NOS CURSOS DE MEDICINA

Foi na Grécia, há mais de 2500 anos que a medicina se constituiu como ciência. Vamos iniciar esse capítulo com uma reflexão baseada na história da medicina. A anatomia e a medicina foram tratadas como uma só história, apesar de serem entidades distintas. No início do século II, estudos e teorias sobre Anatomia e Fisiologia propostos pelo médico grego Cláudio Galeno (129-199) prevaleceram no Ocidente por mais de um milênio (Figura 1), sendo considerado o pai da Anatomia. Galeno iniciou seus estudos através de observação em animais, propondo a Anatomia Comparada e Topográfica. Desta maneira, construiu modelos anatômicos, dissecando animais e comparando com o corpo humano. Um fruto de seu trabalho foi a monumental enciclopédia de Medicina "Exercícios Anatômicos" adotada por mais de quinze séculos na formação médica. (ROMERO e HUESCA, *et al.*, 2011).

Figura 1: Aula de Medicina Medieval



Fonte: Debus, 2004.

Na imagem podemos observar que quem faz o trabalho manual de dissecação é o barbeiro-cirurgião, enquanto o médico professor em sua cátedra expõe o texto. Refletimos sobre o papel do professor e a formação dos alunos, no qual os conteúdos procedimentais não eram competências e habilidades valorizadas na época (ROMERO e HUESCA, *et al.*, 2011). Além disso, historiadores descrevem que o professor nunca deveria descer de sua “cátedra acadêmica” para dissecar e fazer demonstrações no cadáver. Deste modo, Romero e Huesca, *et al.*, (2011), descrevem Galeno como o maior influenciador da história da medicina, onde suas obras nas universidades renascentistas foram fundamentais.

Através do descobrimento no novo mundo no Ocidente, a Renascença retomou a proposta de ciência fundamentada em antigos clássicos, em que o foco era mostrar as possibilidades de investigação e conseqüentemente propor novas soluções, desconstruindo paradigmas. Assim sendo, a revolução renascentista se baseou nos conhecimentos anatômicos, por exemplo de Galeno, propostos no final da Idade Média. Reflexões na Universidade de Bolonha resultaram em novos livros de anatomia, que permitiram a descoberta e contestação de vários conhecimentos científicos propostos na época. Vale a pena mencionar que a dissecação de corpos humanos com finalidade didática foi permitida no pontificado do Papa Sisto IV (1471 e 1484). Nesta época, a dissecação do cadáver ocorria através de um assistente, que era orientado através da leitura dos textos propostos nos livros anatômicos, por um professor que ficava em uma cátedra, um pedestal elevado muito distante dos seus alunos (DEBUS, 2004.).

Porém, Andreas Vesalius defendia que os médicos que não colocavam as mãos no cadáver não conheciam anatomia. Médico nascido em 1514 em Bruxelas, filho de médicos, estudou em Louvain e Paris e foi acolhido como professor de cirurgia e anatomia em 1537 na cidade de Pádua, na Itália. Vesalius criticava os barbeiros e os boticários na qual eram delegadas funções de cuidar dos pacientes e preparar os medicamentos, respectivamente. Na época, já enfatizava a necessidade de colocar a “mão na massa” para se ter um conhecimento adequado em anatomia, e não apenas da observação de segundo ele “um açougueiro”. Nessa época, na Basiléia em 1543, surge a gravura apresentada na Figura 2, mostrando Vesalius com a mão no cadáver (KICKHÖFEL, 2003).

Figura 2: Frontispício do livro “De humani corporis fabrica” (Basiléia, 1543).



Fonte: Debus, 2004.

Esse foi um grande exemplo de reestruturação, marco da história da educação de médicos. De fato, historicamente estamos constantemente passando por processos de mudanças. Na educação médica, mudanças são necessárias para a evolução e visam atender as necessidades dos estudantes e da população. Assim como naquela época, estamos passando por grandes mudanças tecnológicas e conseqüentemente culturais. Apesar e além dos professores não serem formados na proposta ativa, discutida deste trabalho, os mesmos têm que se adaptar ao novo modelo de ensino.

Nos dias de hoje, o currículo dos cursos superiores na área da saúde, estão

abandonando suas características tradicionais e passando por grandes reestruturações para propiciar a aquisição de competências que estejam de acordo com o mundo contemporâneo (TEOFILO *et al.*, 2017, GOMES *et al.*, 2009).

É consenso a necessidade de contextualizar e problematizar as atividades de ensino e a aprendizagem em uma proposta integrada. Assim surgiu a necessidade de repensar os currículos, de modo que estes viessem a integrar o saber científico como um todo e não como partes isoladas deste todo (ABREU NETO, 2006). Além disso, precisamos de estratégias metodológicas que desenvolvam outras habilidades, inerentes à realidade vivenciada. Estas estratégias de ensino devem utilizar analogias, modelos, experimentação, representações, onde o aluno motivado, seja o protagonista (BARROWS, 1986; CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLÁN, 1986; CAÑAL *et al.*, 2016).

Dentre as propostas pedagógicas utilizadas para as reformulações curriculares, podemos destacar a flexibilização da estrutura curricular, o que cria possibilidades (tempo) para outras atividades que favoreçam a formação humanística do estudante; e a utilização de novas estratégias metodológicas de ensino capazes de promover a participação ativa do mesmo, levando-o a ser protagonista do seu conhecimento (HMELO-SILVER, 2004). Neste último caso, podemos citar como exemplo a PBL (BARROWS, 1986).

De acordo com Conceição e Moraes (2018), a PBL atualmente é a proposta metodológica mais utilizada em cursos médicos brasileiros, pois pode promover a aprendizagem cooperativa com foco na construção do conhecimento de forma ativa, propiciando maior entrosamento entre os discentes e maximizando a interação entre ensino, assistência e pesquisa.

Neste sentido, foram realizadas mudanças nas Faculdades de Medicina, que em geral reestruturaram e implementaram uma nova estrutura curricular, onde os cursos não são mais divididos em fases (básica, clínica e internato). Nestas novas propostas as disciplinas tradicionais foram condensadas, ocorreu a inclusão de disciplinas optativas nos três primeiros anos do curso, os estudantes têm contato com pacientes desde o primeiro ano do curso e o ensino dá ênfase aos chamados recursos de auto aprendizado.

Podemos citar como por exemplo, a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto FM-USP, que em 1993 reestruturou seu currículo. O curso passou a ser intitulado Curso de Ciências Médicas. Essa reestruturação também visou à destinação de

tempo livre, em que o estudante pudesse ter um contato mais precoce com a Rede de Saúde para uma melhor formação ética e humanística, além de permitir a possibilidade de ingressar e se dedicar à pesquisa científica em programas de iniciação científica da instituição (PRADO, 1996).

O projeto pedagógico do curso de Medicina (Proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Medicina, 2018), foco deste estudo, que ainda está em construção, parte da compreensão de que o estudante deve ser preparado para tornar-se o profissional e o cidadão que participará dos processos de desenvolvimento do conhecimento (BARROWS, 1986; HMELO-SILVER, 2004). As atividades pedagógicas desenvolvidas têm o aluno como protagonista no processo de aprendizagem, e o professor como facilitador do mesmo, focando em estratégias metodológicas de ensino que envolvam a PBL aproximando os alunos desde o início de seu processo de formação da comunidade (GOMES *et al.*, 2009).

O curso onde foi realizada esta pesquisa, foi iniciado em 2018, e optou por utilizar a PBL em seu projeto político pedagógico (PPP), em sintonia com as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2014) para os cursos de medicina (Conselho Nacional de Educação - Resolução N.º 3, de 20 de junho de 2014), que recomendou a elaboração do currículo baseado em habilidades e competências necessárias ao exercício da profissão, o compromisso com a saúde e a atualização, com a ética e a cidadania, aliados ao desenvolvimento da liderança, gerenciamento e comunicação (Proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Medicina, 2018).

Nesta proposta, as atividades “docente-assistenciais” devem ser centradas no estudante, visto como sujeito da aprendizagem e no professor como facilitador do processo de ensino e aprendizagem, enfocando metodologias com aprendizagem ativa, apoiadas na proposta da PBL, visando a integração entre as disciplinas, ou seja, a articulação interdisciplinar. O modelo do ciclo pedagógico utiliza a problematização nos cenários reais de prática desde o início do curso.

O Projeto pedagógico de um curso fundamentado na PBL (BARROWS, 1986; HMELO-SILVER, 2004) propõe que o processo de ensino e aprendizagem deve ter o aluno como protagonista, inovando as metodologias de ensino, e enfatizando o estímulo às três aprendizagens básicas: o aprender a conhecer, que diferencia a era do conhecimento e da informação, e que esta deve ser contextualizada a partir da realidade e do perfil desejado do estudante - conteúdos conceituais; o aprender a fazer, exigindo habilidades para praticar o conhecimento, aplicando-o à realidade

profissional e necessidades da população atendida - conteúdos procedimentais; e o aprender a ser, aquisição de postura condizente com sua formação, competente para agir de forma assertiva e ética - conteúdos atitudinais (Proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Medicina, 2018). Assim, o objetivo almejado é contribuir para formar um profissional mais realizado e mais seguro, capaz de se adequar às necessidades da população e ao mercado de trabalho.

Existem trabalhos na literatura sobre a implementação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais nos cursos de Medicina (MACHADO *et. al*, 2018). Porém pouco se discute a necessidade de adaptação dos docentes e discentes aos processos de mudança pedagógica. A autora faz uma análise histórica da educação médica no Brasil, e observa a evidência de novos modelos de ensino como opção para a formação de profissionais médicos nas últimas décadas. Relata que no Brasil são escassos os estudos acerca do médico formado pelos diferentes métodos e currículos. E acrescenta que

[...] o perfil do docente brasileiro, caracterizado por médicos que exercem docência sem, necessariamente, ter conhecimentos pedagógicos, corroboraria a inflexão dos estudantes para as especialidades. Pensar num modelo curricular flexível, questionador, com o discente como foco do processo ensino-aprendizagem, e que se adapte às práticas acadêmicas e sociais nacionais parece ser um passo necessário em direção a um novo perfil profissional. (MACHADO, *et. al*, 2018, p. 72).

A fase inicial de formação é onde ocorre o processo de transição e adaptação. Essa fase é muito importante para a integração e aquisição de competências ao longo do curso (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Há uma necessidade premente de se repensar o processo de ensino e aprendizagem e as práticas em saúde até então vivenciadas pelos profissionais, familiarizados com práticas pedagógicas tradicionais.

Como descrito acima, para todo início de curso, independente do nível escolar, podem ocorrer problemas e adaptações. Moraes (2019) aponta discordâncias sobre a condução do processo de implantação nos primeiros anos da graduação de um curso de medicina. Ressalta a falta de capacitação dos docentes frente as novas propostas pedagógicas. Segundo o coordenador do curso em questão,

[...] a grade curricular nova, que traz uma proposta mais interativa, **não foi facilmente assimilada pelos docentes, que precisam passar por capacitação**. A ideia, desde o início, foi integrar, já nos primeiros

anos, ciências básicas e ciências aplicadas, que são as clínicas MORAES, 2019, p. 1, *grifo nosso*).

No mesmo texto o autor relata que é consenso que os estudantes são melhor preparados quando interagem com os doentes e com a própria organização do sistema de saúde desde o início, acrescentando que,

[...] os professores precisam ser capacitados e esta exigência os tira da zona de conforto, cria um novo desafio que demanda estrutura emocional para que reconheçam as próprias limitações (MORAES, 2019, p. 1, *grifo nosso*).

Apesar de os cursos de graduação estarem optando por instituir sua proposta pedagógica na PBL (BARROWS, 1994; GOMES *et al.*, 2009; PAVAN *et al.*, 2019). Não se aponta a necessidade de cursos de atualização e de formação continuada para os docentes e não são sugeridas estratégias metodológicas aos mesmos, que possam auxiliá-los.

Assim, é necessária a adaptação de ambas as partes, alunos e professores (TEIXEIRA *et al.*, 2018; PAVAN *et al.*, 2019). Em um mundo onde há excesso de informação: Google, Google acadêmico, redes VPN, entre outros, conseguimos acessar as pesquisas mais recentes sobre qualquer assunto. Não se leva em consideração, a adaptação dos professores e estudantes, em um campo marcado tradicionalmente por áreas e especialidades (PAVAN *et al.*, 2019).

Os estudantes participantes desta pesquisa, quase na sua totalidade, são oriundos de escolas privadas que utilizaram materiais apostilados, principalmente com base em recursos memorísticos de aprendizagem. Este modelo, que ainda perdura na grande maioria das escolas, é baseado em aulas expositivas dialogadas utilizando quando possível um projetor multimídia. Os estudantes pouco colocaram a “mão na massa”, e os modelos quando apresentados, não foram propostos pelos estudantes, estes apenas observavam uma imagem e analogias, na busca de compreender algo abstrato, submicroscópico. Outra questão a ser evidenciada é a realização pelos estudantes de muitos exercícios do tipo “siga o exemplo”, ou seja, pouco se valoriza o pensamento, principalmente nas fases iniciais de formação (VARGAS, 2008).

A PBL, além da mudança curricular, fundamental para implementação desta proposta de ensino, tem como importante característica, a atuação de uma equipe de trabalho interdisciplinar. Os problemas de saúde-doença devem ser elaborados em

colaboração, pelos professores das áreas básicas e clínicas, visando a integração básico-clínica, além de se sugerir abordagens biológicas, psicológicas e socioculturais (GOMES *et al.*, 2009).

Essas questões interdisciplinares, foram refletidas na elaboração da SEI proposta neste trabalho. A estrutura e fundamentação de uma SEI será descrita com maior profundidade no próximo capítulo. Já o PBL será descrito com mais detalhes no capítulo 4.

3 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEI)

Historicamente ensino por investigação é uma sugestão metodológica bastante antiga, mencionada desde o final século XIX (BARROWS, 1986). Nos meados do século XX o ensino por investigação começa a ganhar notoriedade, por meio de alguns teóricos, como por exemplo, as contribuições filosóficas propostas por John Dewey. Entretanto eram aplicadas apenas no ensino superior e apenas no final do século XX essa proposta metodológica ganhou forças (ANDRADE, 2011).

Acredita-se que o ensino por investigação com alto grau de abertura surgiu no período da primeira Guerra Mundial. Terzian (2013) descreve que nesta época, durante uma conferência sobre ensino de ciências na Teachers College em Nova York, Estados Unidos, um professor jovem chamado Morris Meister, gerou reflexões em seu discurso, sobre a importância no ensino de ciências mostrando seu papel no progresso social. Sua pesquisa consistia em envolver seus alunos com experimentos práticos em suas aulas, e mostrou na sua tese de doutorado os benefícios das atividades extracurriculares de ciências. Esse trabalho continuava fora da escola e foi o marco inicial dos Clubes de Ciências. Meister desenvolveu e promoveu uma elaboração racional para os clubes de ciências acreditando que os clubes de ciência capacitariam as gerações futuras educando cientificamente os alunos para a vida. Baseou seus estudos na filosofia de John Dewey e influenciou milhares de professores na cidade de Nova York e nos Estados Unidos na década de 1920 e início da década de 1930, além de levar as reflexões da importância de se unir o ensino a pesquisa e a extensão na universidade (TERZIAN, 2013).

O ensino por investigação pode ou não conter práticas experimentais, e ser também utilizado nas ciências humanas. Existe por outro lado a visão equivocada que esse tipo de ensino é para formar cientistas (CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015). Na verdade, a educação científica e o pensamento/cultura científica são importantes para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, sejam eles cientistas no futuro ou não (SUART; MARCONDES, 2009). Os alunos nessa proposta podem descobrir que não existe apenas a reprodução de um método científico, mas o que é de fato a Ciência e o que são os métodos na ciência, ou seja, que não existe apenas um método científico (BARROW, 2006).

O ensino por investigação é uma abordagem didática, podendo estar vinculado a qualquer outro recurso de ensino (SASSERON, 2015). Nesta proposta, o professor deve utilizar suas habilidades, ajudando os alunos na resolução de problemas, estimulando a discussão entre os pares, e os diferentes recursos e aparatos que devem estar a disposição, considerando sempre os conhecimentos pré-existentes.

O ensino por investigação exige que o professor valorize os erros e mostre ao aluno a importância de construir novas hipóteses explicativas para aprender, ou seja, que não deve existir o medo de errar. Assumindo que a construção conceitual não ocorre de forma mecânica, propondo que o aluno:

Não se limite apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Como a própria construção de conhecimento em Ciência, o ensino por investigação deve oferecer condições para que os discentes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno observado, por meio do uso de raciocínio do tipo hipotético-dedutivo. Acredita-se que o ensino por investigação deve possibilitar o desenvolvimento de ideias que possam culminar na compreensão de leis e teorias, e possíveis construções de modelos (SASSERON, 2015).

O professor deve possibilitar o protagonismo do aluno, para que ele ativamente construa suas percepções sobre Ciência. Além disso, o professor deve instigar os alunos a realizarem discussões, comparando resultados e buscando a resolução do problema (SASSERON, 2015).

Carvalho (2013) se fundamenta em Piaget e defende que devemos partir de uma problematização que instigue o aluno a raciocinar e descobrir. Desta maneira, o professor orienta e medeia o raciocínio de seus alunos, e não atua apenas de forma expositiva, e desde que o aluno se aproprie da problematização, ocorre a passagem manipulativa para a passagem intelectual. A autora ainda defende que no ensino de ciências, a experimentação passa a ser uma estratégia metodológica de ensino, desde que durante sua execução o professor levante questões que levem o aluno a tomar consciência e desenvolver através do raciocínio lógico, estratégias para resolver o problema. Neste processo, deve ficar claro para o professor, a importância

do erro na construção de novos conhecimentos, sendo que é fácil não errar um experimento quando todas as etapas são determinadas por uma pessoa experiente, no caso o professor. Processos de frustração, reflexão, repetição, entre outros, também segundo a autora são essenciais para que o aluno vivencie seu próprio raciocínio e não o do professor (CARVALHO, 2013).

Cañal e Porlán (1988) apontam uma séria preocupação em alcançar um planejamento mais global. Defendem a necessidade de um modelo didático que permita articular coerentemente as várias contribuições parciais feitas, preexistentes em um corpo teórico, para fazer uma releitura específica, a partir da didática das Ciências, das várias bases científicas que sustentam a ideia de ensino por investigação.

O modelo didático é um esquema mediador entre realidade e pensamento, uma estrutura em torno da qual organizar o conhecimento, uma fonte de hipóteses de pesquisa que não pode interpretar a realidade de maneira absoluta e definitiva, mas sempre terá um caráter provisório e aproximado, sem excluir nenhum outro (CAÑAL; PORLÁN, 1988; CAÑAL *et al.*, 2013).

A informação é a matéria-prima da sala de aula. A educação sempre envolve processos de emissão, recebimento e processamento de informações. A transmissão é realizada de maneiras diversas, tais como: o professor, os alunos, os livros, a mídia audiovisual, os arquivos, outras pessoas (pais, diversos profissionais, alunos de outras classes e outras escolas, etc.) ou a realidade da escola e do ambiente extracurricular. Durante a aula essa informação circula, dissipa, transforma, armazena etc. Cada aluno irá recebê-la de maneira diferente, produzindo alteração de significado maior ou menor, podendo ser armazenado e reestruturado. A energia que move a aula é a motivação (a dos alunos e a do professor). O nível de vontade de ensinar e aprender condicionará fortemente a eficácia da aula na produção de aprendizado. A motivação pode ser intrínseca ou extrínseca, ou seja, pode estar no próprio processo de ensino e aprendizagem, ou vir de outras fontes não diretamente relacionadas a eles.

As concepções prévias ocupam um lugar particularmente especial antes das estratégias para incorporar essas novas informações como meio de provocar a reconstrução e implementação do novo (CAÑAL; PORLÁN, 1986; CAÑAL *et al.*, 2016). Nesse sentido, cada aluno utiliza seus esquemas conceituais anteriores, atitudes, hábitos, habilidades etc. Os professores utilizam suas concepções didáticas,

conceituações, interesses, experiências, habilidades, etc. Também é necessário levar em conta os elementos de contexto, com suas características, como eles estão dispostos, organizados etc.

O papel do professor na busca de seus objetivos, a fim de uma produção de aprendizagem significativa individual e coletiva apropriada, consiste em aumentar as motivações intrínsecas, tanto do professor como dos alunos e regular o fluxo de informações no sistema, através dos recursos disponíveis. Para os autores existe uma diferença entre realizar uma investigação escolar e a investigação científica realizada nos centros de pesquisa. Nesse sentido, os autores definem a pesquisa do aluno na escola como:

[...] um processo de aprendizagem baseado na tendência à exploração e na capacidade de pensamento racional comum em nossa espécie desde o nascimento, bem como nas características fundamentais do espírito científico que é aperfeiçoado progressivamente na prática, em interação dialética com o desenvolvimento das estruturas conceituais e operativas do indivíduo e que é concebido como um instrumento a serviço dos objetivos gerais da educação, no âmbito de uma opção didática global (CAÑAL, 1987, p. 80, *tradução nossa*).

Assim, o ensino por investigação é caracterizado por aprender sobre o que é ciência de fato e como fazê-la. Mencionamos que os conceitos científicos são importantes na resolução das atividades ou problemas propostos. Nessa proposta o foco é que o aluno desenvolva o pensamento científico através de levantamento e testes de hipóteses, elaboração de variáveis e suas relações e generalizações. Assim, através de seus registros e observações, ele poderá elaborar explicações e defender suas ideias.

No ensino por investigação, deve ser planejada sempre uma atividade síntese, onde ocorrem as discussões para que os estudantes aprendam além dos conceitos, o caráter social da atividade, construindo um pensamento crítico e embasado em concepções teóricas. Desta maneira ele compreenderá como se produz ciência e como ela pode influenciar o futuro.

A Figura 3 apresenta uma possível forma de desenvolver a proposta de ensino por investigação cujo autor aponta fases e subfases. Na fase de orientação podemos apresentar algumas teorias e neste contexto exibir a problematização na forma de desafio, objetivando que o aluno se aproprie do problema. Neste momento também

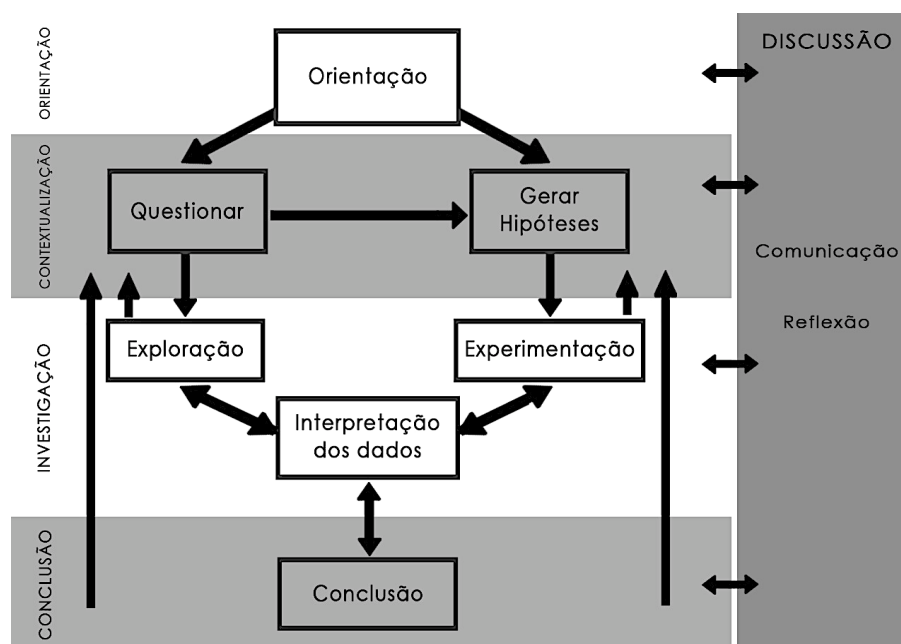
conhecem e se familiarizam com o material, se houver atividades e desafios manipulativos.

A segunda fase é a conceptualização. Nesta fase os alunos devem ter claro qual o problema que precisam resolver, e assim elaboram hipóteses e previsões. Momento de pesquisa e busca de informações com o professor, e outros recursos didáticos como livros e sites, vídeos e blogs.

Após o aluno ter compreendido qual é o problema e propor hipóteses para sua resolução, passamos para a terceira fase, onde ocorre a investigação propriamente dita. Neste momento os alunos fazem os ensaios de maneira mais sistemática, pois já existia um planejamento prévio que foi discutido com os colegas. Após a execução do plano de trabalho, o aluno consegue informações e começa a interpretar esses resultados.

Finalmente, na fase de conclusão os estudantes são capazes de construir um modelo explicativo, refinando (e não comprovam) a teoria e resolvendo o problema.

Figura 3: Fases e subfases do ensino por investigação



Fonte: Pedaste *et al.* (2015).

A discussão deve ocorrer em todas as fases, a comunicação e colaboração entre professores e estudantes são muito importantes para as reflexões. Porém, nessa perspectiva investigativa, devemos compreender o real significado sobre o papel do professor. O interessante do ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.*

(2015) é que todas as fases se conectam, mas não há uma linearidade. A elaboração de questões pode ser seguida por uma fase exploratória que gere outras questões ou que ajude a refinar uma questão que agora poder ser respondida por meio de um teste de hipóteses. As conclusões elaboradas podem levar a novos questionamentos que podem ser explorados por novos ciclos investigativos. Isso mostra que não há uma receita única de passos a serem seguidos, mas que há etapas que, se contempladas em sala de aula, colocam o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem e de construção de conhecimento.

Assim nos encaminhamos para o trabalho de Carvalho (2013), que recomenda que as SEI sejam realizadas em grupo. A autora fundamenta-se em Vigostsky (1984), que mostra que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais e que os processos sociais e psicológicos “se firmam por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses o mundo físico” (CARVALHO *et al.*, 2013, p. 4). Sendo assim, a linguagem, o mais importante conceito de interação, deve ser utilizada de modo que o aprendiz interaja com o problema. Ressaltamos a importância do trabalho em grupo, uma vez interação entre os alunos que estão determinados a responder alguma questão, durante as discussões sobre o assunto, faz com que o aluno aprenda, já que o discurso dos estudantes pode ser bem mais acessível (SASSERON, 2018).

Neste sentido e com base na ideia de Investigação por parte dos estudantes, as interações discursivas, principalmente a argumentação são muito importantes na construção do conhecimento (SASSERON; 2015). Os alunos precisam saber a diferença entre uma mera opinião e argumentação, onde as ideias são sustentadas. Saber argumentar é muito importante em todas as áreas do conhecimento. Enfatizando o Ensino de Ciências, argumentar consiste na capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos a luz de dados empíricos ou oriundos de outras fontes, ou seja, as conclusões devem ser fundamentadas a partir de pressupostos teóricos de fontes seguras.

Fatores culturais, religiosos, ideológicos entre outros, influenciam os processos argumentativos, porém não implicam em argumentações totalmente relativas, uma vez que, em muitos casos existem critérios para comparar enunciados alternativos e escolher o mais adequado (JIMENEZ; DIAS, 2003). O ato de argumentar possibilita aos estudantes aprender conceitos e construir novos modelos explicativos, baseados na sua experiência, desenvolvendo destrezas cognitivas e raciocínio científico. Nas

vivências que envolvem experimentação, enfatizando o ensino de ciências, é possível desenvolver habilidades procedimentais e atitudinais. O ensino por investigação ajuda o estudante refletir sobre a imagem menos ingênua da ciência, desconstruindo a ideia de que ela é neutra.

Sasseron (2015) descreve propósitos e ações para promover a argumentação em aulas de ciências. Ela divide as ações em pedagógicas e epistemológicas. As ações pedagógicas estão relacionadas ao desenvolvimento da aula com relação ao espaço e tempo, ou seja, organizacional, e a ação epistemológica estão relacionadas com a construção do argumento científico, como o professor deve mediar para incentivar os alunos a construir seus próprios argumentos.

Dentre as ações pedagógicas, destacamos o planejamento, focando-se sempre os objetivos. Além disso, com relação ao uso aparatos experimentais muito comuns no ensino de ciências, recomenda-se testar anteriormente, verificar com olhar crítico a pertinência da atividade dentro do contexto, organizar previamente evitando contratempos e tumultos durante a aula. Assim, o professor deve fazer um cronograma detalhado, dividindo os grupos de trabalho, delimitando tempo para cada etapa, o respeito ao contrato didático realizado, deixando claras as expectativas para o trabalho. Além disso, o professor deve motivar os alunos, acolhendo as ideias, estimulando ao engajamento de todos os alunos, valorizando as habilidades e interesses individuais (CARVALHO; SASSERON, 2015).

Com relação às ações epistemológicas, deve-se partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, retomando ideias previamente trabalhadas. Essas experiências prévias podem ser obtidas a partir de uma simples conversa com os alunos, através de uma atividade para avaliação diagnóstica dos pré-requisitos, através de mapas conceituais coletivos, entre outras estratégias metodológicas. Numa SEI devemos valorizar a problematização, uma vez que ela é uma das grandes responsáveis pelo despertar do interesse dos alunos. Uma vez que eles se interessam pelo problema e se apropriam dele, o aprendizado ocorre de maneira ativa e significativa (CARVALHO; SASSERON, 2015; CARVALHO, 2013; MOTOKANE, 2015).

Após a problematização o professor deve mediar, estimulando os estudantes com perguntas do tipo: Como vocês resolverão os problemas? Quais as estratégias vou utilizar? O que você espera do resultado? Nesse momento o professor pode delimitar as condições, orientar como reconhecer as variáveis e correlacionar,

apresentar aparatos experimentais complexos para familiarização e correta utilização. Finalmente, os estudantes devem ter um espaço de tempo para avaliar os seus resultados, comparando com os pares, estabelecendo justificativas e refutações.

Podemos definir uma Sequência de ensino (SE), com aspectos semelhantes a uma Sequência Didática (SD), como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998). Desta maneira, entendemos a SD como um conjunto de atividades planejadas para ensinar um ou mais conteúdos, sejam conceituais, procedimentais ou atitudinais, etapa por etapa, organizada de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para aprendizagem em qualquer dos níveis de escolaridade. Para alcançarmos os objetivos de aprendizagem em uma SD, deve-se estar atento ao planejamento, este possui papel crucial e deve ser flexível a fim de atender as necessidades dos alunos, engajando-os e aguçando a sua curiosidade, atrelando atividades variadas aos conteúdos (MAGALHÃES, 2019).

Desta maneira Zabala propõe que as Sequências Didáticas (SD), podem ter variadas estruturas e englobar diversas áreas do conhecimento. Segundo Zabala (1998), a estrutura da SD deve ser embasada no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes para determinado conteúdo, baseado nas concepções alternativas e nas dificuldades de aprendizagem dos mesmos. Deve possuir objetivos de aprendizagem que valorizem o protagonismo do estudante, abordando tanto conteúdos conceituais como procedimentais e atitudinais, além de utilizar variadas estratégias metodológicas e recursos didáticos multivariados. Não deve ter as aulas expositivas como o foco principal (recomenda-se o máximo de 20%) e, quando houver, devem ser expositivas dialogadas. Finalmente, recomenda-se avaliação processual e formativa no decorrer da SD.

As Atividades Experimentais Investigativas, que não tem o professor como único detentor do saber e não seguem roteiros preestabelecidos, compreendem uma metodologia de ensino problematizada e contextualizada, onde o aluno deve se engajar para resolver um problema com os aparatos disponíveis (CAÑAL; PORLÁN, 1986; 1987; 1988; CARVALHO, 2013). Envolvem etapas de pesquisa, planejamento, levantamento de hipóteses, trabalho e discussões com os pares, estimulando o pensamento científico, e estimulando o aluno a pensar, trabalhar em equipe e elaborar suas conclusões. Além disso, nesta proposta, o professor atua como mediador do

processo de aprendizagem, aprendendo com as discussões trazidas pelos seus alunos durante o desenvolvimento da atividade

Essas atividades experimentais vão além do reconhecimento de fenômenos, pois são planejadas para proporcionar a elaboração de conceitos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento relacionadas aos processos da ciência (CAÑAL; PORLÁN, 1986; 1987; 1988; CARVALHO, 2013). Sendo assim, uma boa estratégia metodológica, onde privilegiam-se práticas de aprendizagem do tipo “*hands on*”, ou seja, praticando.

A filosofia e história da ciência mostram-nos a importância das reflexões sobre os fenômenos para a construção do conhecimento científico, uma vez que a ciência se constrói por um processo não linear de reflexões, debates e embates entre pesquisadores e grupos de pesquisa, alguns renomados e outros quase anônimos (SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011a, 2011b). Lembrando que o trabalho destes grupos é pautado em aspectos teóricos e fenomenológicos, e seus membros possuem diferentes crenças, valores, interesses, conhecimentos e propósitos.

Situações problematizadoras são cruciais em atividades investigativas, nas quais o professor provoca o interesse e instiga os alunos a partir de um problema em que a tentativa de resposta leva à elaboração de hipóteses explicativas (DECKER e BOUHUIJS, 2009). Desta maneira, questionar, criar hipóteses e participar nas discussões são habilidades que proporcionam uma melhor assimilação do conteúdo estudado. Suart (2009) argumenta que:

Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele poderá ser capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental que privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio lógico (SUART, 2009, p. 11).

No ensino de ciências, outra linha teórica para a elaboração de sequências didáticas é a Teacher Learning Sequences (TLS). As TLS tiveram início nos anos 80, tendo sido descritas sequências didáticas orientadas no ensino de ciências em áreas como óptica, calor, eletricidade, estrutura da matéria, fluidos, respiração e fotossíntese (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Somente nos anos 2000 foi introduzido termo sequência didática, considerando uma relação entre os conhecimentos epistemológico e pedagógico (MÉHEUT; PSILLOS, 2001), propondo a elaboração de uma sequência

didática baseada nas dificuldades de ensino e aprendizagem, cuja construção deve envolver duas dimensões: a dimensão epistêmica e a dimensão pedagógica. Nesse sentido, visando melhorar a compreensão dos estudantes sobre o conhecimento científico em países de língua inglesa, tem sido realizadas inovações reconhecidas e aprovadas em educação científica intituladas Inquiry - Based Teaching - Sequences, ou seja, Sequências de Aprendizagem de Ensino Baseadas em Inquérito (SPYRTOU *et al.*, 2018).

Quando tratamos de uma abordagem investigativa para as sequências didáticas, além de Cañal e Porlán (1987), fundamentamos nossos estudos também em Carvalho (2013. p. 9) que propõe as SEI, definidas como:

[...] sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p. 9).

Uma SEI geralmente se inicia por um problema contextualizado (CARVALHO, 2013), oferecendo ao aluno condições para trabalhar com diversas variáveis relacionadas com o conteúdo. Nesta proposta, segundo Grandy e Duschl (2007), a investigação deve partir da observação do fenômeno, e assim propor que os estudantes resolvam o problema, a partir das suas percepções sobre ciência. Sendo assim, o aparato experimental deve ser bem organizado para que os alunos não se confundam e após a observação dos fenômenos devem fazer uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo.

Desta maneira, de acordo com Carvalho (2013), as ações na atividade investigativa podem ser divididas em quatro etapas:

1. A primeira etapa consiste na distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor. Nesta etapa os alunos deverão ser divididos em grupos, se apropriar dos aparatos experimentais bem como da questão problema. O professor deve tomar cuidado para não indicar caminhos e respostas, deixando o aluno pensar e discutir as ideias com o grupo.
2. Na segunda etapa ocorre a resolução de problemas pelos alunos. Os

conteúdos procedimentais estarão a prova, pois as atividades serão manipulativas. Através de hipóteses levantadas pelos grupos, nesta etapa começa a construção do conhecimento. O professor deve se preocupar apenas se a questão central problematizadora foi compreendida. Do mais, deve deixar os alunos discutirem as ideias com os colegas, com maior abertura para colocarem em discussão suas ideias e teorias.

3. A terceira etapa é a etapa de sistematização dos conhecimentos elaborados pelo grupo. Neste momento de debate entre grupos de alunos e professor, visa o início do desenvolvimento de atitudes científicas com o levantamento dos dados. Recomenda-se retirar os aparatos experimentais, para que os alunos não se distraiam. Etapa onde o professor é o protagonista, organiza e sistematiza os conhecimentos adquiridos pelos alunos através da atividade investigativa. Além disso, o professor conduz o aluno na construção do conceito, explorando a linguagem oral e os alfabetizando cientificamente. Cabe também ao professor, conferir se todos os grupos conseguiram resolver as questões problema propostas antes de iniciarem a atividade experimental.
4. Finalmente a quarta etapa, chamada pela autora de etapa de desenhar ou escrever. Esta é uma etapa de aprendizagem individual, após aprendizagem social com os pares e professor. Escrever sobre o que aprenderam na aula, com suas próprias palavras para obtenção de aprendizagem significativa e sistematizada em relação aos conhecimentos pré-existentes.

Propostas como estas, encaminham os alunos a uma enculturação científica, onde desenvolvem habilidades de comunicação oral e escrita, se apropriando de um discurso mais próximo do científico. Motokane (2015) e seu grupo de pesquisa, fundamentados em Carvalho (2013), resumiram as principais características das SEI (Quadro 1).

Quadro 1: Principais características das Sequências Didáticas Investigativas.

| |
|--|
| 1. A participação ativa do aluno surge como um elemento importante, uma vez que os alunos discutem suas ideias e as dos colegas, propondo problemas e suas resoluções e compartilhando suas impressões de forma livre. |
| 2. As atividades são programadas para que possam ter começo, meio e fim em cada aula, possibilitando fechamentos e sistematizações aula a aula. |
| 3. Os conceitos científicos são foco da aprendizagem e estão declarados de modo explícito |

| |
|---|
| para alunos e professores. Esses conceitos são parte do conteúdo programático das escolas, a fim de criar uma identidade da SEI com o trabalho que o professor já realiza. Esse é um item de fundamental importância para estimular o professor a utilizar a SDI em suas aulas. |
| 4. Nas atividades, há produção de textos escritos, que devem ser corrigidos e partilhados em sala de aula. As devolutivas das produções são mediadas pelos professores e fundamentais para a aquisição de elementos da linguagem científica. |
| 5. Muitas atividades também envolvem a leitura de textos, que podem complementar as informações das aulas, sistematizar conhecimentos, promover novas perguntas ou trazer os conteúdos para uma realidade mais próxima da vida do aluno. Algumas atividades de leitura podem, ainda, fundamentar debates e estimular o posicionamento perante uma questão científica ou sociocientífica. |
| 6. Há um problema claro e explícito baseado em problemas da ciência. O ponto de partida das atividades é uma situação problematizadora ou um problema autêntico. Além disso, todos os problemas são passíveis de resolução pelos alunos. |
| 7. Há um conjunto de dados claros para embasar as conclusões. Esses dados podem ser provenientes de atividades experimentais ou teóricas. Tais conclusões devem trazer os dados interpretados. |
| 8. Os alunos recorrem a materiais de apoio de diferentes tipos para construir as justificativas no campo do conhecimento científico. Como as atividades de leitura e escrita são de grande importância para o desenvolvimento das SEI, é necessário que as informações sejam apresentadas em diferentes suportes, tais como: vídeos, páginas da rede mundial, buscadores de informação, textos impressos, imagens impressas produzidas por diferentes equipamentos, entre outros. |
| 9. As atividades permitem que a linguagem seja modulada pelo professor, para que os alunos utilizem terminologias e conceitos adequados e para que essa utilização seja compartilhada entre os alunos. Ele é o mediador de todas essas produções. |
| 10. Todas as SEI têm a possibilidade de inclusões e adaptações necessárias para o bom andamento das aulas, respeitando a realidade de cada escola e sala de aula. |

Fonte: Adaptado de Motokane (2015, p. 133-134).

Assim, de maneira geral, as sequências didáticas têm se tornado bons objetos de pesquisa, dentro de um planejamento bem estruturado, permitindo o diálogo entre o ensino e a pesquisa em sala de aula (ALMOULOU; COUTINHO, 2008).

3.1 O papel da experimentação investigativa

A atividade prática se faz presente quando pensamos no ensino de ciências. Elas são comuns, como por exemplo, trabalho de campo, observações, vídeos ou filmes, todos podem ser compreendidos como atividade práticas. Algumas atividades experimentais que envolvem complexos aparatos experimentais podem não ser simples de realizar, por exemplo, uma destilação fracionada, ou podem requerer a utilização de reagentes nocivos e/ou perigosos, muito comuns na experimentação em Química. Nesse sentido, a atividade demonstrativa passa a ser uma boa opção, dependendo do contexto da aula. De maneira geral, as atividades experimentais são:

Tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social. Nesta experiência, a ação do aluno deve ocorrer – por meio da experiência física, seja desenvolvendo a tarefa manualmente, seja observando o professor em uma demonstração, desde que, na tarefa, se apresente o objeto materialmente. (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 840).

De maneira geral, os alunos que têm a oportunidade de vivenciar atividades práticas ou experimentais o fazem através de roteiros experimentais, ou protocolos fechados. Nesse tipo de atividade, os alunos seguem os passos experimentais, que automaticamente o fazem chegar à resolução do problema proposto, não tendo espaço para argumentação e exercício do pensamento crítico.

Sendo assim, na atividade experimental com enfoque tradicional o aluno faz o que o professor determina, seguindo um roteiro (HODSON, 1988; DOMIN, 1999) e geralmente conhece de antemão os resultados que serão esperados e obtidos. Normalmente não há uma problematização, que poderia motivar e estimular o aluno a pensar, e a interagir com seus pares, tampouco o envolvem na formulação de hipóteses e na elaboração de conclusões. A solicitação ao aluno se limita ao relato dos dados e o professor, como único detentor do saber, fornece explicações, geralmente utilizando o resultado do experimento para comprovar teorias ou conceitos anteriormente apresentados ao aluno.

Por outro lado, as atividades experimentais investigativas vão além do reconhecimento de fenômenos, pois são planejadas para proporcionar a elaboração de hipóteses, o desenvolvimento de habilidades de pensamento relacionadas aos processos da ciência e a construção de conceitos. Um erro constante dos professores, durante aulas experimentais está na ideia de comprovar teorias. E se acontecer do experimento não funcionar ou “dar errado”, a teoria não seria mudada nem mesmo anulada (SOUZA, 2013).

A História e Filosofia da ciência nos mostram a importância das reflexões sobre os fenômenos para a construção do conhecimento científico, uma vez que a ciência evolui por um processo não linear de reflexões, debates e embates entre pesquisadores e grupos de pesquisa, alguns renomados e outros quase anônimos, pautados em aspectos teóricos e fenomenológicos e possuidores de diferentes crenças, valores, interesses, conhecimentos e propósitos.

As atividades investigativas se iniciam com uma situação problematizadora, ao

provocar o interesse dos alunos a partir de uma pergunta ou fenômeno cuja tentativa de resposta leva à elaboração de hipóteses explicativas. Desta maneira, na busca por testar tais hipóteses, questioná-las e sustentar as discussões a respeito delas produzem-se habilidades que proporcionam uma melhor assimilação do conteúdo estudado (SUART, 2008).

A superação de atividades experimentais, onde geralmente o aluno é o agente passivo e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados, pode ser produzida pela utilização de atividades experimentais investigativas (SUART; MARCONDES, 2009). Por isso, ao abrir espaços para que os estudantes, nas aulas experimentais, exponham seus raciocínios, confrontem suas teorias e debatam seus argumentos, maior será o desenvolvimento não apenas da aprendizagem de conceitos, mas também de um pensamento mais próximo do pensamento científico.

Ao aumentar o nível de abertura nas atividades experimentais se produz um maior nível de exigência cognitiva. A proposição de que os alunos elaborem o planejamento, experimental ou não, para testar as hipóteses apresentadas e selecionadas para investigação, discutindo com os grupos para que pudessem ser executados, envolvem os estudantes em atividades de protagonismo no processo de ensino e aprendizagem. A mediação do professor deve ser focada no estímulo dos estudantes para eles elaborem seus próprios planos experimentais. Além disso, devem apenas mediar as práticas experimentais elaboradas nas tentativas de resolução do problema. Assim, promoverão autonomia do aluno na construção do seu conhecimento (CARVALHO *et al.*, 1999).

Neste sentido, as perguntas dos professores passam a ter um papel crucial, pois para que o aluno se engaje efetivamente no processo de aprendizagem, é necessário que a tarefa proposta seja desafiadora e significativa, uma vez que o interesse está diretamente ligado com o aprender. Não se pode esperar que o aluno desenvolva uma resposta de alto nível cognitivo se não for estimulado para isto. Yarden *et al.* (2001), em uma pesquisa realizada para identificar o nível cognitivo das perguntas elaboradas pelos professores, verificou que o nível cognitivo de certas respostas elaboradas pelos estudantes é determinado pelo tipo de questão que é requerida pelo professor. Essas afirmações fortalecem a importância da mediação do professor na construção do conhecimento pelos alunos (SUART, 2008).

Os papéis desempenhados pelo professor e pelos alunos nas diversas etapas envolvidas em uma atividade com características investigativas podem definir diferentes graus de liberdade conferidos ao aluno. Desta maneira, podemos avaliar os níveis de abertura das atividades experimentais investigativas (MUNFORD e CASTRO E LIMA, 2007; JIMENEZ; VISA, 2006) apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Níveis de abertura das atividades experimentais investigativas

| Nível | Nome | Objetivo | Material | Método | Solução |
|-------|--------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|---------|
| 0 | Demonstração | Dado | Dado | Dado | Dada |
| 1 | Exercício | Dado | Dado | Dado | Aberta |
| 2 | Investigação estruturada | Dado | Dado todo ou em parte | Dado em parte | Aberta |
| 3 | Investigação aberta | Dado | Aberto | Aberto | Aberta |
| 4 | Projeto | Dado em parte o aberto | Aberto | Aberto | Aberta |

Fonte: Adaptado de Munford e Castro e Lima, 2007.

Na atividade experimental com enfoque investigativo aberta, o aluno não recebe um roteiro. Isso leva os alunos a determinados questionamentos aos quais uma aula convencional não levaria. Desta maneira, o professor tem a função de nortear, formulando questões que exigem um maior esforço mental, desenvolvendo atitudes de maior nível cognitivo. Todo esse processo de perguntas e respostas, se dará a partir da problematização inicial, a partir da apropriação do problema pelo aluno para que ele se sinta motivado a descobrir a resposta. Desta maneira, podemos avaliar o nível investigativo do experimento a partir dos questionamentos feito pelos os alunos a seus professores, dos professores aos alunos ou até provenientes da interação entre pares, uma vez que o trabalho em grupo é importante nesse tipo de proposta.

Desta maneira, o professor, deixa de lado o papel de único detentor do saber, e os resultados do experimento, sejam eles positivos ou negativos, servirá como pilar para discussões pertinentes, que levarão os alunos a construir argumentos e não apenas para comprovar teorias ou conceitos anteriormente apresentados e até mesmo superar algumas concepções alternativas, fazendo com que o próprio aluno reconheça seu erro.

Segundo Gil-Perez e Castro (1996), são várias as vantagens da utilização de atividades experimentais investigativas. Dentre elas a proposição da problematização aberta, ligada ao cotidiano dos alunos, propostas em alguns casos pelos próprios

estudantes, favorecendo a reflexão sobre o objeto de estudo. Também se potencializam as análises qualitativas para entender e solucionar os problemas através da elaboração e teste de hipóteses. Propiciam a elaboração de modelos e de desenhos experimentais quando necessário, além de gerar a autonomia do aluno para interpretação de resultados e suas possíveis relações com questões sociais, tecnológicas e ambientais.

Finalmente, integram o conhecimento a outros campos do saber (MAGALHÃES *et al.*, 2019), ressaltando a importância do trabalho coletivo e da discussão de ideias. Nesse sentido, percebe-se a importância de se trabalhar em grupo nessas atividades, pois a necessidade de expressão oral combina o cognitivo e o social, onde a fala de um influencia o raciocínio do outro. Para o professor, nestas atividades, a expressão oral é decisiva, pois por meio dela a aprendizagem é demonstrada e irá permitir ao aluno a construção de significados e o seu compartilhamento entre pares.

As atividades investigativas não devem necessariamente ser sempre abertas e envolver experimentos. Ou seja, o ensino por investigação não é sinônimo de experimentação (CARVALHO, 2013). A realização de experimentos e o uso de laboratório são estratégias importantes no ensino de ciências, mas não são as únicas nem as mais necessárias para a realização de atividades investigativas. A coleta de dados e informações para responder a questões de pesquisa pode ser realizada por meio de diferentes estratégias didáticas: observações, comparações entre fenômenos, livros, internet, filmes, jogos, simulações, etc. O importante é contextualizar a situação de pesquisa para que as questões possam ser efetivamente respondidas por meio da construção conjunta de explicações sustentadas em evidências coletadas de diversas fontes.

A SEI proposta nesta pesquisa possui um elevado grau de abertura. Os alunos tiveram autonomia desde a sugestão do problema, levantamento e refutação de hipóteses durante todo o processo, planejamento e escolha dos instrumentos de análise além de discutir racionalmente os resultados.

Se os cursos de medicina optaram por propostas atuais, onde o aluno é o protagonista de seu aprendizado, em um PPP baseado em PBL, defendemos que as SEI possam ser uma forma de organizar as atividades didáticas, ressaltando a importância das atividades experimentais envolvendo ciências básicas (bioquímica, microbiologia, imunologia, etc.). Assim, se conseguirá atingir os objetivos constantes

na PBL, uma vez que esta tem como fundamento a integração entre conteúdos e conceitos, incluindo os procedimentais. No capítulo 3, apresentamos as características da PBL.

4 PROBLEM BASED LEARNING (PBL) E O ENSINO DA NOVA GERAÇÃO DE MÉDICOS

O programa de aprendizagem denominado Problem Based Learning - PBL, surgiu no Canadá na Mc-Master University em 1966, liderados por John Evans com um grupo de aproximadamente 20 professores de diversas partes do mundo.

Nos Estados Unidos, o PBL ganhou popularidade como um conceito mais avançado no final da década de 1960, como resultado dos trabalhos Barrows (BARROWS, 1986; 1994). Os processos ativos de aprendizagem tiveram suas raízes na teoria do conhecimento do filósofo americano John Dewey (DEWEY, 1980; BARROWS, 2006). No Brasil, a PBL tem sido muito utilizado no ensino superior (MARTINS; ESPEJO, 2015). Nos primeiros anos do século XXI, verifica-se o crescimento da adoção da PBL nas diversas áreas do conhecimento, como contabilidade, engenharia, áreas da saúde, entre outras (CONCEIÇÃO; MORAES, 2018; RIBEIRO 2005; RIBEIRO 2008).

Essa proposta pedagógica passou a ser difundida em diversas universidades do mundo, principalmente nos cursos de Medicina. A proposta de Evans era de formar pessoas inventivas que tomassem a inovação como responsabilidade própria. Na década de 1920, James Anderson foi o pioneiro em propor e utilizar a PBL em um curso de Medicina, inspirado no método de casos de ensino da escola de Direito da Universidade de Harvard, Estados Unidos (EUA). Na Holanda a Faculdade de Medicina University Maastricht adotou a PBL em 1976, tendo como objetivo possibilitar que os alunos adquirissem as competências necessárias, através de uma proposta de ensino ativo onde aprendessem “os conhecimentos, as habilidades, as atitudes e a conduta profissional de forma significativa e em um contexto realista” (DEELMAN; HOEBERIGS, 2009, p. 81).

Na Suíça, a Faculdade de Ciência e Saúde da Universidade de Linköping, adotou a PBL 1986. Na Dinamarca, a Aalborg University também utiliza a PBL há mais de 30 anos, porém no ensino de Engenharia. A United Nations Education, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) criou um movimento denominado de UNESCO Chair in Problem Based Learning (UCPBL), membro do Global University Network of Innovation e que tem por objetivo criar uma sociedade global de pesquisadores e acadêmicos que trabalhem com a PBL (MARTINS, 2015).

No Brasil, em meados da década de 1990, instituições brasileiras de ensino superior adaptaram o currículo dos cursos de Medicina. Em 1997, a FAMEMA (Faculdade de Medicina de Marília, SP) implantou a PBL no curso de Medicina, e no ano seguinte no curso de Enfermagem. A Faculdade de Medicina da Universidade Estadual de Londrina, PR, também adotou a proposta em 1998. Atualmente podemos citar renomadas Universidades que utilizam a PBL como estratégia metodológica. Dentre elas as Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e de Bauru, ambas da Universidade de São Paulo – USP, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Faculdade de Medicina de Marília – FAMEMA, Universidade Estadual Feira de Santana – UEFS, Universidade Estadual de Londrina – UEL, em todos os cursos da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – EACH/USP, na Engenharia de Produção (Universidade Federal de São Carlos – UFSCar) (SOARES, 2008). O curso de medicina, local dessa pesquisa, aponta também em seu projeto pedagógico a fundamentação na PBL. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Medicina, aprovadas em 2014 pelo Ministério da Educação (MEC), os cursos com base na PBL têm o propósito de promover uma formação médica mais geral, humanista e crítica com capacidade para atuar nos diferentes níveis de atenção à saúde com responsabilidade social e compromisso com a defesa da cidadania, dignidade humana e saúde integral da população (BRASIL, 2014).

A PBL é uma prática educativa completamente diferente daquilo que os ingressantes nestes cursos estão acostumados, ou seja, um ensino memorísticos e tecnicista (ALMEIDA, 2010). Segundo Queiroz (2012) a mudança para essa nova proposta de ensino ocorreu devido as insatisfações dos alunos de medicina. Eles criticavam os conteúdos desarticulados e considerados irrelevantes, o que gerava desinteresse. A autora relata que os estudantes apresentam dificuldades em adquirir habilidades e estratégias médicas para conclusão diagnóstica. Segundo ela,

A Aprendizagem Baseada em Problemas é uma estratégia metodológica de ensino e aprendizagem. Trata-se de uma modalidade de abordagem que rompe com o modelo de ensino tradicional onde o aluno aprende e o professor ensina. No formato tradicional do ensino superior, é conhecida de todos a passividade do aluno, de tal modo que este ocupa a periferia da cena educativa centrada em torno da figura do mestre com suas aulas magistrais. Segundo o método da Aprendizagem Baseada em Problemas, usado em cursos de graduação, ao contrário, o aluno é o protagonista de um roteiro de

estudos embasado a partir de problemas que lhe são apresentados semanalmente. Em função dos problemas expostos, o aluno, sob a supervisão de um professor-tutor, constrói ativamente os objetivos e cumpre as estratégias de pesquisa que lhe trarão a possível solução dos problemas analisados (QUEIROZ, 2012, p. 27).

Partindo do princípio que os professores da carreira docente médica, seja ela básica ou aplicada (clínica), em sua grande maioria não possuem formação pedagógica, estes, de maneira geral, reproduzem em sala de aula o que vivenciaram com seu “melhor professor”, tornando-se estes sua referência de ensino. Até os mais experientes na carreira docente, tem observado que o perfil dos alunos mudou. Atualmente, a tecnologia está presente de maneira intensa na vida dos estudantes, e se não forem aliadas, se constituirão em um obstáculo para a atuação dos professores.

Alves e Bego (2020), e seu artigo recente, definem entre outros, os termos metodologia e estratégia. Utilizamos os esclarecimentos e definições propostos por esses autores, no decorrer deste trabalho. Segundo eles:

Metodologia é toda teoria sobre o processo de ensino e aprendizagem. Está relacionada com as concepções psicológicas e pedagógicas de fundo sobre aprendizagem, a natureza da ciência, a função da educação escolar e os papéis do professor e dos alunos em aula. Abarca estratégias de ensino e avaliação e recursos. Situa-se em um plano teórico e social do planejamento desenvolvido pela comunidade acadêmica. Responsável por moldar e orientar todos os demais elementos do planejamento. Estratégia é o conjunto de ações intencionadas e planejadas do professor para a consecução dos objetivos de aprendizagem propostos, ou seja, trata-se do elemento do planejamento responsável pela consecução dos Objetivos. É flexível, moldada a partir de determinada abordagem Metodológica de ensino. É definida, em geral, após a delimitação dos objetivos (ALVES; BEGO, 2020, p. 89).

Diferente do que pensamos a PBL não é uma metodologia nova. Historicamente, a PBL evoluiu de currículos inovadores em ciências da saúde, introduzidos na América do Norte há mais de 40 anos (SAVERY, 2006). A educação médica, com seu padrão iniciando pelas ciências básicas, de maneira exaustiva, seguida por um programa de ensino clínico igualmente exaustivo, estava rapidamente se tornando ineficaz para os alunos. Surgiu a necessidade de inovar no ensino, utilizando as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em prol do aprendizado preparando os discentes para terem autonomia na busca de conhecimento e futura aplicação. A faculdade de medicina da Universidade McMaster, no Canadá, introduziu

a PBL como proposta de reestruturação do currículo, tornando-o multidisciplinar com o processo de aprendizagem centrado no aluno (BARROWS; TAMBLYN, 1980, p. 2).

Essa proposta de ensino e aprendizagem é fundamentada na união entre três elementos essenciais: o problema, o aluno e o professor (MARTINS, 2015), sendo o problema o elemento central da PBL (RIBEIRO, 2008, 2010). Barrows (1996, p. 7) enfatiza que o problema é considerado como “o núcleo absolutamente irreduzível” da PBL. Neste sentido, o uso de um contexto clínico, quando trabalhado em grupo, pode promover aprendizado. Ou seja, a base da PBL encontra-se na problematização inicial, onde “o aluno depare com bons problemas, que o desequilibrem naquilo que sabe, fazendo com que todo o conhecimento de que dispõe seja revisitado, vasculhado, complementado, ampliado, dando lugar as novas e mais complexas relações” (SMOLE, 2005, p. 36). O professor “tutor” deve conseguir chegar ao ápice onde os alunos de forma autônoma e independente se apropriem do problema, sem impor seus métodos e técnicas de trabalho para solucionar o mesmo.

O estudante nesta proposta deixa de ser aprendiz “passivo”, ou seja, passa a ser o protagonista de seu aprendizado, levando em consideração as habilidades e os interesses individuais. Tendo como vantagem o ritmo de aprendizagem, individual para cada discente, os estudantes trabalham em equipes colaborativas, construindo novos conhecimentos. Essas vivências conferem aos profissionais flexibilidades ao aplicar o conhecimento adquirido, na resolução de problemas reais da sociedade (SOCKALINGAM, 2010).

Os professores, não ensinam de maneira “tradicional” apenas transferindo os conteúdos. Eles atuam como mediadores (facilitadores ou tutores) indicando recursos didáticos e estratégias de pesquisa para cada situação. Cada professor acompanha um determinado grupo de alunos, onde relação professor-aluno se torna mais estreita, cabendo ao tutor conhecer as particularidades de cada estudante e acompanhá-los durante todo o curso. Nesse sentido, alunos e professores tem a oportunidade de aprender durante as atividades de formação, desde o básico até o avançado. Neste contexto, podemos refletir as palavras de Paulo Freire “aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, as suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa [...] de ensinar e não a de transferir conhecimento” (FREIRE, 1996, p. 47).

O Quadro 3 apresenta as sete etapas para implantação da PBL proposta por Schultz e Christensen (2004). Foi realizada uma extrapolação para reflexões sobre o

Papel do professor e os questionamentos que ele deve se fazer ao planejar uma atividade fundamentada na PBL.

Quadro 3: As sete etapas da PBL

| | Reflexões para o professor | Papel do Professor |
|------------|--|---|
| I | O aluno entende as palavras e termos utilizados? | Esclarecer termos e/ou expressões desconhecidas no problema. Apresentar a ideia do projeto como problema. |
| II | O aluno sabe quais são os problemas? O aluno consegue escolher o problema (ou parte dele) para pesquisar/trabalhar nele? | Definir o problema a ser discutido. Deixar claro o problema aos alunos. |
| III | O brainstorming está ocorrendo onde os alunos possam se expressar a vontade? (críticas descartadas, tempo necessário, discussão das relações encontradas entre os membros da equipe) | Realizar um brainstorming e levantar os conhecimentos prévios. Estimular discussão e debate (levantando os prós e contras). Focar o debate norteando as possibilidades de solução. |
| IV | Os alunos estão selecionando corretamente os tópicos? O grupo está tendo uma visão geral sistemática do problema? | Revisar os passos e orientar a sistematização das hipóteses do passo III, focando a resolução do problema. Coletar dos alunos sugestões e dúvidas. |
| V | O que os alunos precisam aprender antes de resolver os problemas do caso? Eles sabem procurar onde pode aprender sobre o tópico? | Definir os objetivos de aprendizagem e verificar se será alcançado. Tentar reparar lacunas (dificuldades). Propor tópicos essenciais para entender o problema para realização do estudo individual. |
| VI | Todos os alunos tem tempo e estão orientados a estudar todos os tópicos presentes? | Estudo individual realizado fora da sala de aula. Organização da confecção dos relatórios para futura discussão em grupo. |
| VII | O aluno sabe expressar com clareza o que ele aprendeu? O que ele aprendeu servirá para solucionar o problema? | Mediar o debate e discussão do conhecimento obtido nos estudos individuais. Estimular o surgimento de novas ideias a partir dos estudos realizados. |

Fonte: Adaptado de Schultz e Christensen (2004).

Atualmente, os processos de ensino e aprendizagem não apresentam sentido ao educando, promovendo, assim o desinteresse e o analfabetismo funcional. Segundo Becker (2005, p. 33) o objetivo da aprendizagem escolar “não será mais a estocagem de conteúdos” e os conteúdos serão estudados conforme as necessidades de cada indivíduo. Já Smole (2005, p. 36) relata que “é preciso a quem aprende reinventar” e o conhecimento só é aprendido pelo aluno quando a consciência, executa, compreende, reflete e generaliza.

Embora exista uma insegurança frente às mudanças, por parte de discentes e docentes, nos cursos de Ciências Médicas, que tem convivido com a incerteza sobre a obtenção de níveis satisfatórios de eficácia (ABREU NETO *et al.*, 2006). Nas propostas atuais, não se espera uma formação onde as tecnologias se limitem à aplicação, espera-se que elas corroborem com a produção do pensamento científico, abrindo caminhos para a pesquisa nas diferentes áreas (BORGES *et al.*, 2004).

Uma questão temida pelos professores, frente a alunos críticos é “Por que tenho que aprender isso?”. Nesse sentido, a proposta PBL tende a mostrar ao aluno a utilidade e integração entre os conteúdos, no contexto de sua realidade e aplicação. Essa estratégia metodológica visa a valorização do conhecimento e preza pela autonomia do aluno, uma vez que ele perceba a importância daqueles conceitos e conteúdos, que estão inseridos na PBL.

Os três pilares da proposta pedagógica PBL, sustentam-se na estrutura curricular organizada em módulos temáticos, nos problemas ou questões apresentadas aos alunos nos grupos tutoriais. Os grupos tutoriais, devem ser constituídos por um professor tutor e 8 a 10 alunos (COSTA, 2011; TIBÉRIO *et al.*, 2003). O coordenador e Relator/secretário são alunos escolhidos pelo grupo, porém existe um revezamento destas funções nas diferentes semanas. O Quadro 4, apresenta a estrutura do grupo tutorial.

Quadro 4: Estrutura do grupo tutorial.

| Estrutura | Função | Responsabilidades |
|------------------------|-----------------------|---|
| Professor responsável | Tutor | <ul style="list-style-type: none"> • Definir o problema a ser discutido. • Esclarecer termos e/ou expressões desconhecidas no problema. • Levantar os conhecimentos prévios. • Definir os objetivos de aprendizagem. • Levantamento dos recursos de aprendizagem e estudo individual. • Atividade síntese com resolução com discussão do problema pelos grupos. |
| Grupos (8 a 10 alunos) | Coordenador (1 aluno) | <ul style="list-style-type: none"> • Liderar o grupo. • Estimular a discussão. • Otimizar a discussão (evitar repetição das ideias/ perda de foco). • Manter a dinâmica de discussão. <ul style="list-style-type: none"> • Administrar o tempo. • Assegurar o cumprimento das tarefas. |

| | |
|---------------------------------|--|
| Relator/secretário (1 aluno) | (2 Elaborar o relatório (redação das ideias discutidas). |
| Demais Participantes | (3 Observar se há ideias repetidas/ perda de foco. • Discutir o tema, elaborar os objetivos específicos e juntos propor soluções. |

Fonte: Autoria própria.

Segundo Martins (2015), a proposta metodológica da PBL ajuda a atender as necessidades dessa nova geração de alunos, tendo em vista que o desejo de participação e comunicação num ambiente interativo e colaborativo com utilização de ferramentas tecnológicas é a grande marca dessa geração. De acordo com a autora:

[...] o que poderia ser considerado um empecilho no método de ensino tradicional, em que o professor é detentor da palavra e o centro das atenções, exigindo disciplina e silêncio, na PBL esses elementos são utilizados com maestria, inclusive incentivando a interação entre os alunos. Preconiza-se o uso de tecnologia para pesquisas num ambiente em que professor é o agente facilitador, que conduz de forma suave o processo de ensino-aprendizagem. Reconhece-se a existência de liberdade, porém, sempre em consonância com a observação dos objetivos a serem atingidos (MARTINS, 2015, p. 5).

Por outro lado, Barrows (1994; 1996) reconhece que o desenvolvimento do diagnóstico de um paciente se baseava em uma combinação de um processo de raciocínio hipotético-dedutivo e conhecimento especializado de várias disciplinas, desde o básico até o contato com o paciente e a proposta de possíveis tratamentos. Os conteúdos das disciplinas básicas como, bioquímica, fisiologia, anatomia, imunologia, neurologia, farmacologia, entre outros, segundo o autor, quando ensinados utilizando-se a aula “tradicional”, pouco contribuíram para fornecer aos alunos um contexto para o diagnóstico ou para sua futura aplicação clínica.

Como já dissemos, nas décadas de 1980 e 1990, a abordagem PBL já era utilizada na América do Norte e na Europa. Na busca de responder se essa proposta era tão eficiente quanto a tradicional, os pesquisadores Albanese e Mitchell (1993) e Vernon e Blake (1993), realizaram análises de atividades desenvolvidas na proposta por 20 anos, a fim de comprovar a eficiência da mesma. Eles concluíram que uma abordagem de instrução baseada em problemas era igual às abordagens tradicionais em termos de métodos convencionais de aprendizagem de conteúdo (pontuações nos exames de testes de conhecimentos médicos), e, todavia os estudantes formados

com uso da PBL apresentaram melhores habilidades clínicas de resolução de problemas.

Por outro lado, Newman (2003, p. 5) afirmou que “as visões gerais do campo não oferecem evidências de alta qualidade com as quais sejam possíveis fornecer respostas robustas para perguntas sobre a eficácia da PBL”. Nesse sentido, Sanson-Fisher e Lynagh (2005, p. 260) concluíram que “as evidências disponíveis, embora falhas metodologicamente, oferecem pouco apoio à superioridade da PBL sobre currículos tradicionais”. Apesar da falta de estudos concretos e evidências bem fundamentadas, a adoção da PBL nos Estados Unidos se expandiu para a educação, indo de escolas primárias até universidades e escolas profissionais (TORP; SAGE, 2002).

A PBL foi amplamente adotada em diversos campos e contextos educacionais para promover o pensamento crítico e a solução real de problemas. Sua estreita ligação com a colaboração no local de trabalho e o aprendizado interdisciplinar contribuiu para sua disseminação além do domínio tradicional da educação clínica, para disciplinas aplicadas em ciências da saúde, além de estudos de negócios e engenharia (BARROWS, 1996).

Simões e Gouveia (2009) descrevem quatro elementos que contemplam o perfil do jovem universitário. Dentre eles está a capacidade para desempenhar diversas tarefas simultaneamente, preferência para a construção ativa do conhecimento, e reduzida tolerância a ambientes “instrutivos”, baixa tolerância a atrasos na comunicação; participam de ambientes interativos, nos quais assumem o papel de atores, e não apenas de espectadores. Assim temos que a PBL, é uma metodologia de aprendizagem ativa, que através de problemas reais, permite a reflexão e a investigação, desenvolvendo habilidades de auto-avaliação e de trabalho em equipe, integrando saberes e estabelecendo uma relação com a sociedade. Além disso, promove a integração entre teoria e prática de maneira interdisciplinar, incentivando a pesquisa.

Como já descrevemos anteriormente, esta metodologia tem no centro do processo de aprendizagem o aluno. O professor é um facilitador do processo de aprendizagem, que ocorre a partir das experiências vividas por eles. Estes por sua vez, possuem diferentes níveis de amadurecimento e desenvolvimento, e independente disso, cabe ao professor incentivar os alunos na busca do saber. O

ensino é dinâmico, a partir de conhecimentos anteriores (HMELO-SILVER, 2004; SAVERY; DUFFY; 1995; SCHMIDT *et al.*, 2009; SOCKALINGAM,2010).

O princípio baseado em uma perspectiva construtivista posiciona os alunos como buscadores ativos de conhecimento e criadores que organizam novas experiências relevantes em experiências pessoais a partir de representações mentais ou esquemas com a ajuda de conhecimentos prévios. A PBL é descrita como uma abordagem de ensino construtivista de acordo com Savery e Duffy (1995), Hmelo-Silver (2004), Schmidt *et al.* (2009) e Sockalingam (2010), pois estes afirmam que ela promove o desenvolvimento de competências profissionais, mais do que a educação convencional o faz.

Assim, a PBL visa contribuir para uma aprendizagem autônoma e independente cujo objetivo é formar futuros profissionais auto direcionados, isto é, ajudar os alunos a se desenvolverem para a vida e para a prática profissional a gestão do próprio aprendizado e a habilidade de aprender a aprender (BARROWS, 1992 apud DECKER; BOUHUIJS, 2009). Além disso, visa desenvolver nos alunos as habilidades do pensamento crítico, da metacognição³ (RIBEIRO, 2003) e de resolução de problemas, respeitando a forma como cada aluno aprende (MARTINS, 2015).

As novas abordagens pedagógicas, das modalidades de capacitação profissional implantadas pelas instituições e das dificuldades de docentes e discentes em identificar e trabalhar suas resiliências — traz consigo a imperiosa necessidade de avaliações que possam evidenciar as contribuições das DCN's ao sistema de saúde e às necessidades de melhoria da graduação médica brasileira (TEIXEIRA *et al.*, 2018, p. 20).

As propostas pedagógicas baseadas na PBL se alinham às Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Ministério da Educação (MEC) que indicam o uso de métodos de ensino inovadores e o trabalho em pequenos grupos de estudantes em cenários reais de aprendizagem. As DCN apoiam novas formas de organização curricular, onde o ensino e sua aplicação são articulados. Com esse modelo, espera-se formar profissionais humanistas, críticos, éticos e capazes de atuar no processo saúde-doença em seus diferentes níveis, com responsabilidade social e compromisso

³ Ribeiro (2003) define metacognição em duas formas: *conhecimento sobre o conhecimento*, ou seja, tomada de consciência dos processos e das competências necessárias para a realização da tarefa e *controle ou auto-regulação* que é a capacidade para avaliar a execução da tarefa e fazer correções quando necessário.

com a cidadania (BRASIL, 2001). Porém, a Associação Brasileira de Educação Médica (ABEM) apontam que mais de 200 escolas de medicina brasileiras não estão cumprindo os requisitos propostos nas DCN, e mantendo o modelo tradicional de ensino (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

A estrutura da PBL foi concebida justamente para que o aluno desenvolva habilidades e capacidades para proceder à investigação de forma planejada e sistemática; para aprender a trabalhar em grupo cooperativo e alcançar os resultados da pesquisa, de forma satisfatória, favorecendo também sua aprendizagem individual. Até o momento, em nossos estudos, pudemos notar dificuldades no processo planejamento execução e acompanhamento da PBL. Sockalingam (2014) relatou que a principal dificuldade encontrada na implantação da PBL está relacionada à postura e à cultura, tanto do professor quanto do aluno. Ele também destacou que a orientação e preparação tanto dos alunos como dos professores sobre a PBL é muito importante, eles precisam estar mentalmente preparados para compreender o que é PBL, como desenvolver uma atividade nesta proposta e o porquê destas mudanças.

Trabalhar o professor que está chegando e não tem a formação para trabalhar com o PBL, não tem nem ideia do que é o PBL, e estão tão acostumados a lecionar que não aceitam o desafio da mudança. Por ser a primeira experiência dos alunos com o PBL, eles não têm ideia do que é o PBL. Pois, é muito usual o aluno ir para a sala de aula se sentar e não ter lido o material antes da aula. A visão deles do professor é: “Você fala comigo, você me ensina”. Agora, com o PBL é diferente, eles têm como desafio realizar o trabalho, eles buscam a informação, porém eles não estão acostumados a isso. Eles não sabem como fazer isso. Então, eles ficam muito frustrados e avaliam negativamente o PBL (MARTINS; ESPEJO, 2015, p. 104).

Nesta perspectiva e diante do exposto, destacamos que as SEI podem se ajustar facilmente a atitude dos estudantes e auxiliá-los para trabalhar nos preceitos da proposta PBL, pois, operacionalizam as aulas, favorecendo a discussão de conteúdos específicos trabalhados em um determinado problema. Enfatiza-se a importância de sensibilizar os alunos através de contextualizações envolvendo problemas relevantes. Deve-se incentivar o levantamento de hipóteses e as discussões através de grupos colaborativos e avaliar a aprendizagem do aluno no contexto do trabalho realizado, incorporando reflexões de auto avaliação, estimulando o pensamento do estudante, entre outros. Ou seja, resumidamente, as SEI, estimulam

a aprendizagem de maneira sistemática, levando em consideração os pré-requisitos e possibilitando o uso atividades experimentais investigativas.

No próximo capítulo, iremos abordar as aproximações e distanciamentos das SEI e PBL. O estudo será realizado a partir de uma revisão bibliográfica, fundamentada nos autores já citados neste trabalho.

5 APROXIMAÇÕES DE CONCEITOS BÁSICOS E APLICADOS: A INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE BIOQUÍMICA BÁSICA E CLÍNICA E SUAS PATOLOGIAS

É objetivo da PBL desafiar os alunos com problemas de acordo com as suas realidades locais, visando garantir a interdisciplinaridade do problema formulado (BARROWS, 1986; 1994). A SEI proposta nesse trabalho busca articular conhecimentos básicos e clínicos, relacionando a teoria e prática, favorecendo a interdisciplinaridade, abrangendo conteúdos básicos de bioquímica até a resolução de casos clínicos (GOMES *et al.*, 2009; VARGAS, 2008).

A Bioquímica, por sua vez, é uma disciplina fundamental para cursos da área de saúde, compreende o estudo da vida no seu plano molecular, sendo uma ciência multidisciplinar que utiliza conceitos e métodos de diferentes áreas do conhecimento, que juntas podem resolver problemas. Desta maneira, além de ser importante para o aluno ter contato com um simples tubo de ensaio e observar algumas reações orgânicas simples, é imprescindível conectar diversos conceitos para compreender a dialética saúde-doença (MAGALHÃES, 2019).

Os conteúdos de bioquímica, principalmente experimental, podem trazer abordagens qualitativas e quantitativas e ainda são trabalhados de maneira individualizada em muitos cursos, ou seja, uma aula sobre proteína, outra aula sobre lipídeos, etc. Geralmente nos anos iniciais, as aulas conhecidas como componentes do chamado “ciclo básico” estão desvinculadas de problematização adequada, provavelmente devido à complexidade de seus conteúdos/conceitos específicos, o que gera uma distância entre os saberes básicos e os clínico-patológicos (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

Nos cursos de Ciências da Saúde, além dos laboratórios didáticos e suas práticas, é indiscutível a necessidade de vivência e compreensão dos alunos sobre a importância dos Laboratórios de Análises Clínicas (LAC) no auxílio de diagnóstico, prognóstico, terapias, evolução e prevenção de enfermidades (CHAVES, 2010), existindo um vínculo permanente entre a clínica e a bioquímica clínica. Estudos realizados com mais de quatro mil pacientes mostraram que muitas consultas culminaram na solicitação de exames complementares. De acordo com Capilheira e Santos (2006), 67,6% dos pacientes tiveram um exame laboratorial pedido. Dentre eles, o exame de urina é um dos testes mais solicitados, sendo um exame simples que fornece informações importantes na triagem metabólica, além de apresentar

dados para o auxílio no diagnóstico e na prevenção das doenças renais (CÉZAR, 2016).

Existe uma mentalidade tecnicista a respeito dos exames laboratoriais, pois a praticidade dos “kits” ou “fitinhas” fez com que os usuários deixassem de refletir sobre as reações básicas ou como se chegou e aprimorou determinada técnica, por exemplo, como são determinados os valores de referência. É necessário também levar em consideração quais cuidados experimentais tomar, porque e como interpretar esses exames e como escolher o método mais adequado. Igualmente é necessário compreender o que significa o “branco” ou “amostras ou valores de referência” em uma análise bioquímica. Por conseguinte, com a SEI proposta neste trabalho, o aluno vivencia todas as etapas do conhecimento científico, desde as propriedades químicas mais simples das biomoléculas até sua aplicação prática, como no caso de nefrologia relatado a seguir.

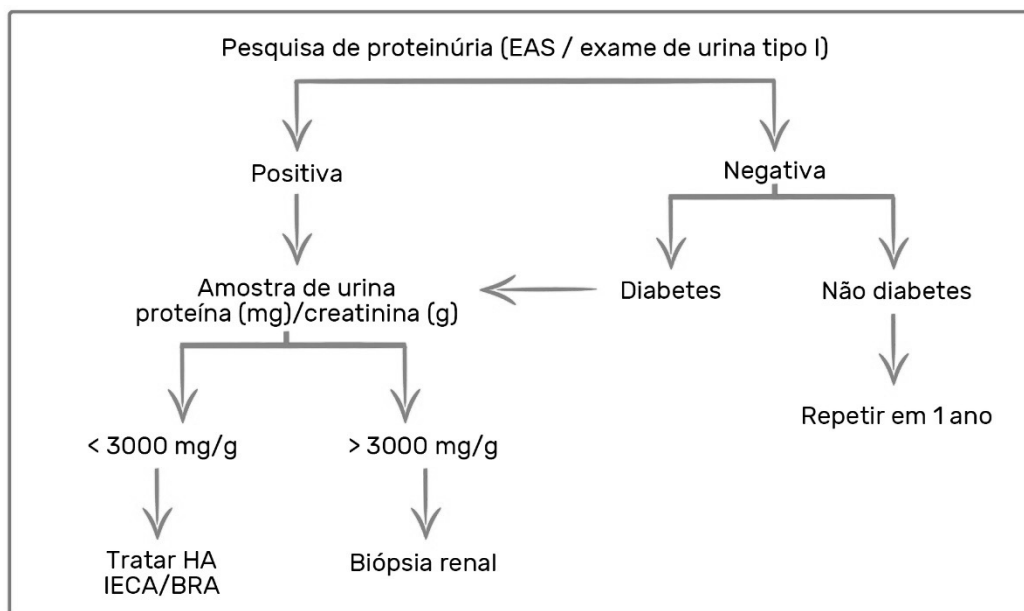
Proteínas em pequena quantidade e de baixo peso molecular podem ser filtradas pelo glomérulo e reabsorvidas no túbulo proximal, considerando-se fisiológico proteinúria e albuminúria inferiores a 300 e 30 mg/d, respectivamente (RUSSO, 2007). Níveis de albuminúria entre 30 e 300 mg/dia são definidos como albuminúria de segundo grau e sua presença é marcador de neuropatia incipiente (BASTOS; BRGMAN; KIRSZTAJN, 2010). Já a albuminúria de terceiro grau é caracterizada pela quantificação de albumina na urina superior a 300 mg/dia, nível este já detectado no exame da fita, ou seja, qualitativamente (GUH, 2010). A síndrome nefrótica é definida como a presença de albuminúria superior a 3g em 24h e geralmente encontrada nas glomerulopatias.

A fisiopatologia da albuminúria ainda é motivo de estudos e controvérsias. As teorias mais conhecidas são as chamadas “overflow”, ou seja, causadas pelo aumento da pressão hidrostática dentro das alças capilares glomerulares e a “underfilling”, a qual atribui a causa da albuminúria à diminuição da pressão oncótica (VOLPE, 2003). Anormalidades no endotélio glomerular também podem explicar a perda de albumina pela barreira glomerular (CLAUSEN *et al.*, 2001). Portanto, em pacientes com risco de desenvolver doença renal crônica, ou seja, nos portadores de hipertensão arterial, diabetes, doenças autoimunes, com história familiar de doença renal e idosos, recomenda-se a análise do sedimento urinário para pesquisa qualitativa de proteína.

Se a proteinúria for identificada no exame qualitativo, recomenda-se sua quantificação em amostra isolada de urina (Figura 4), por meio da relação proteína

(mg)/creatinina (g), a qual apresenta excelente correlação com a proteinúria aferida durante coleta de urina em 24 horas (GINSBERG *et al.*, 1983).

Figura 4: Pesquisa de Proteinúria



Fonte: Ginsberg *et al.*, (1983).

A presença de proteinúria implica pior prognóstico renal e cardíaco, enquanto a sua remissão resulta em maior preservação da função renal e redução de eventos cardiovasculares (HOU *et al.*, 2006). O controle pressórico é benéfico na redução da proteinúria e da velocidade de progressão da DRC (Doença Renal Crônica) tanto em pacientes diabéticos como em não diabéticos (HOU *et al.*, 2006). Os inibidores da enzima de conversão da angiotensina (IECA) e os bloqueadores do receptor da angiotensina (BRA) são as drogas de escolha para tratamento. A biópsia renal é indicada na presença de síndrome nefrótica para o diagnóstico e tratamento específicos das glomerulopatias, o que inclui a imunossupressão.

Além da proteinúria, outra contextualização utilizada foi a Diabetes Mellitus, uma das doenças que mais matam no mundo. Além disso, tem se observado um aumento considerado da doença, devido à má alimentação e o aumento de estresse.

Outra contextualização utilizada na problematização foi um caso de Diabetes em um paciente hipotético. Diabetes é uma doença caracterizada pela elevação da glicose no sangue. Bioquimicamente o termo diabetes descreve um grupo de distúrbios metabólicos caracterizados e identificados pela presença de hiperglicemia

na ausência de tratamento. A etiopatologia heterogênea inclui defeitos na secreção de insulina, ação da insulina, ou ambos, e distúrbios do metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas (WHO, 2019). O diabetes compreende muitos distúrbios caracterizados por hiperglicemia.

O diabetes pode ser classificado nas seguintes categorias gerais: 1. DMT1 - Diabetes tipo 1 (devido à destruição de células auto-imunológicas, geralmente levando à deficiência absoluta de insulina) 2. DMT2 - Diabetes tipo 2 (devido à perda progressiva da secreção de insulina das células β com frequência no contexto da resistência à insulina) 3. Diabetes mellitus gestacional diabetes diagnosticado no segundo ou terceiro trimestre de gravidez que não era claramente manifesto de diabetes antes da gestação) 4. Tipos específicos de diabetes devido a outras causas, por exemplo, síndromes monogênicas de diabetes (como diabetes neonatal e diabetes de maturidade dos jovens), doenças do pâncreas exócrino (como fibrose cística e pancreatite) e drogas ou substâncias químicas, diabetes induzido (como com uso de glicocorticoide, no tratamento do HIV / AIDS ou após transplante de órgãos).

Os dois tipos principais, são o DMT1 e DMT2. A distinção entre os dois tipos tem sido historicamente baseada na idade de início, grau de perda da função das células β , grau de resistência à insulina, presença de auto anticorpos associados ao diabetes e necessidade de tratamento com insulina para a sobrevivência (LESLIE et. al, 2016).

Os efeitos específicos a longo prazo do diabetes incluem retinopatia, nefropatia e neuropatia, entre outras complicações. Pessoas com diabetes também correm maior risco de outras doenças, incluindo coração, doença arterial e cerebrovascular periférica, obesidade, catarata, disfunção erétil e doença hepática gordurosa não alcoólica. Eles também estão em risco aumentado de algumas doenças infecciosas, como tuberculose (WHO, 2019).

O diabetes pode apresentar sintomas característicos como sede, poliúria, visão embaçada e perda de peso. As manifestações clínicas mais graves são a cetoacidose ou um estado hiperosmolar não cetótico que pode levar à desidratação, coma e, na ausência de tratamento efetivo, morte. No entanto, no DMT2, os sintomas geralmente não são graves ou podem estar ausentes, devido ao ritmo lento no qual a hiperglicemia está piorando. Como resultado, na ausência de testes bioquímicos, a hiperglicemia suficiente para causar alterações patológicas e funcionais pode estar presente por um longo tempo antes do diagnóstico, resultando na presença de

complicações no diagnóstico. Estima-se que uma porcentagem significativa de casos de diabetes (30 a 80%, dependendo do país) não seja diagnosticada (ZIMMET *et al.*, 2001).

Atualmente, são recomendados testes de diagnóstico para diabetes, com base nos critérios de glicose no plasma, tanto no valor de glicose no jejum (FPG) quanto no valor de plasmaglicose em 2 h (PG em 2 h) durante um teste de tolerância à glicose oral em 75 g (OGTT) ou nos critérios de A1C e uma glicemia aleatória na presença de sinais e sintomas de diabetes. Pessoas com valores de glicose no plasma em jejum $\geq 7,0$ mmol / L (126 mg / dl), glicemia plasmática pós-carga em 2 horas $\geq 11,1$ mmol / L (200 mg / dl) (5), HbA1c $\geq 6,5\%$ (48 mmol / mol); ou uma glicose no sangue aleatória $\geq 11,1$ mmol / L (200 mg / dl) na presença de sinais e sintomas é considerada diabetes. Se forem detectados valores elevados em pessoas assintomáticas, recomenda-se repetir o teste, preferencialmente com o mesmo teste, o mais rápido possível no dia seguinte para confirmar o diagnóstico (ADA, 2018; WHO, 2011).

Atualmente, o diabetes está se tornando um problema comum em países em desenvolvimento como a Etiópia, em um momento em que o ônus do diabetes está aumentando muito rapidamente nos países mais ricos. As doenças crônicas como diabetes, doenças cardíacas, câncer e doenças respiratórias crônicas são de longe as principais causas de mortalidade no mundo, representando 60% de todas as mortes (WHO, 2019).

Existem várias razões para revisar a classificação do diabetes. Em primeiro lugar, os fenótipos de DMT1 e DMT2 estão se tornando menos distintos, com uma prevalência crescente de obesidade em tenra idade, reconhecimento da proporção relativamente alta de casos incidentes de DMT1 na idade adulta e a ocorrência de DMT2 em jovens. Em segundo lugar, o desenvolvimento da genética molecular permitiu que os médicos identificassem um número crescente de subtipos de diabetes, com implicações importantes para a escolha do tratamento em alguns casos. Além disso, o aumento do conhecimento em fisiopatologia resultou em uma tendência ao desenvolvimento de terapias personalizadas e medicina de precisão. Porém, a glicose alta no sangue causa quase 4 milhões de mortes a cada ano no mundo, e os gastos anuais em saúde com diabetes entre adultos são mais de US\$ 850 bilhões (WHO, 2019).

Partindo-se destas premissas é que se propõe a inserção da SEI nos currículos fundamentados em PBL, cujas percepções de tal ação serão discutidas neste trabalho.

6 APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS TEÓRICOS METODOLÓGICOS DAS SEI E A PBL

Nos capítulos anteriores apresentamos, as SEI e o PBL como propostas pedagógicas e metodológicas que, cada vez mais, vem sendo incorporadas aos projetos pedagógicos de diferentes cursos, em diferentes níveis de ensino. Defendemos neste trabalho que existem proximidades e talvez alguns distanciamentos entre estas duas metodologias. Dentre as diferentes vertentes de Atividades Investigativas, no contexto das pesquisas em ensino, nos fundamentamos na linha espanhola proposta por Pedro Cañal e seus colaboradores (CAÑAL; PORLÁN, 1987; CAÑAL; PORLAN, 1988), juntamente com a proposta de pesquisa nacional, consolidada pelo grupo da Professora Ana Maria Pessoa de Carvalho (CARVAHO, 2013; GIORDAN, et al., 2012).

Historicamente, estudos apontam que a PBL e as SEI possuem o mesmo ancestral filosófico, posposto no final do século XX (ZOMPERO; LABURU, 2011; RIBEIRO, 2008; BARROWS, 2006). Ambas possuem na base filosófica o pragmatismo de John Dewey (1859-1952) e o cognitivismo de Jerome Bruner (1915-2016). Com mais de trinta anos de pesquisas, esses movimentos tiveram seus fundamentos utilizados pelos educadores, Maria Montessori (1870-1952), Henri Wallon (1879-1962), Célestin Freinet (1881-1966), Lev Vygotsky (1896-1934), Jean Piaget (1897-1980), David Ausubel (1918-2008), entre outros, que propuseram experiências educacionais inovadoras e que se contrapunham ao modelo tradicional de educação vigente (SOUZA; DOURADO, 2015; ROCHA, 1988). Porém foi Dewey que iniciou o movimento, argumentando que o verdadeiro aprendizado é baseado na descoberta, ao invés da transmissão de conhecimento (DEWEY, 1980; BARROWS, 2006).

Segundo Zompero e Laburu, (2011), é consenso entre os estudiosos em educação que as atividades de investigação em ciências promovam a aprendizagem de conteúdos conceituais, e também dos conteúdos procedimentais, alfabetizando cientificamente. Dewey (1938) enfatizava que educação científica é a “experiência”, porém não apenas as experiências vivenciadas em laboratório didático, mas sim todas as experiências vividas pelo aprendiz. Um exemplo de como as experiências atuam na aprendizagem, promovendo modificações significativas na compreensão do aprendiz pode ser visto em seu texto:

Uma árvore pode ser somente um objeto da experiência visual, pode passar a ser percebida de outro modo se entre ela e a pessoa se processarem outras experiências como a utilidade, aspectos medicinais, econômicos, etc. Isso fará o indivíduo perceber a árvore de modo diferente. Depois dessa experiência, o indivíduo e a árvore são diferentes do que eram antes. (DEWEY, 1980, p: 114).

No século XIX, os pressupostos destes estudiosos geraram um movimento teórico da chamada aprendizagem por descoberta, que tem como princípio fundamental o confronto com problemas e a busca de respostas (BARROWS, 2006). O ensino baseado em perspectivas investigativas apresentou três fases: descoberta ou abordagem heurística, na qual os estudantes teriam que explorar o mundo natural; a verificação, na qual os alunos teriam que confirmar fatos ou princípios científicos por meio da utilização do laboratório, e o *inquiry*. Neste último caso, os alunos não teriam necessariamente que descobrir algo, e através utilização de método científico, os estudantes teriam que procurar soluções para as questões propostas. A inclusão do *inquiry* na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938 (DEWEY, 1938; ZOMPERO e LABURU, 2011). Dewey propôs que o aluno deveria desempenhar um papel ativo na sua aprendizagem, aplicando seus conhecimentos de ciências na resolução de um problema (BARROW, 2006).

No Brasil, a abordagem do ensino envolvendo atividades de investigação é encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1997 (BRASIL, 1997). Portanto, vale a pena mencionar nesse momento, que existe uma polissemia associada ao termo atividades de investigação e da falta de consenso quanto às peculiares que as referidas atividades apresentam (SÁ et al., 2007). Segundo Zompero e Laburu (2011), o Ensino de Ciências por investigação no Brasil ainda não se encontra bem estabelecido e os professores ainda apresentam muitas dificuldades ao utilizarem práticas com ênfase no Ensino por Investigação.

Nessa linha filosófica de pensamento, a partir 1960 surge a PBL. Nesse período foram encontrados relatos da sua utilização em escolas técnicas e universidades (SAVERY, 2006; RODRIGUES, 2016). Essa metodologia está também presente no ensino de humanidades como contabilidade e administração (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014; SOARES, 2008), nos cursos de engenharia (RIBEIRO, 2008),

entre diversos outros. É mais amplamente utilizando nos cursos de formação na área da saúde (RONN *et al.*, 2019; GOMES *et al.*, 2009) e poucos artigos são encontrados referentes à sua aplicação no ensino fundamental. De fato, Silva Filho *et al.*, (2010) em seu artigo intitulado: Como preparar os professores Brasileiros da Educação Básica para a aprendizagem baseada em problemas? O autor afirma que existe uma precariedade de artigos em português, apontando as inúmeras dificuldades dos professores brasileiros da Educação Básica para utilizar a metodologia, propondo que os livros sejam traduzidos e sejam promovidos cursos de formação.

O método tem sido bastante aplicado em diversas Universidades no mundo inteiro e, no Brasil, vê-se seu desenvolvimento nas várias experiências de mudança curricular nos cursos da área da saúde, por exemplo os cursos de medicina (GOMES; REGO, 2011; MAMEDE; PENAFORTE, 2001;).

Atividades de Ensino em Ciências envolvendo a proposta de ensino por investigação tem sido geralmente propostas, desde a educação infantil, no ensino fundamental e no ensino médio. Diversos autores importantes na área têm realizado pesquisas e análises bem fundamentadas e com resultados interessantes, inclusive no processo de formação de professores (CAÑAL; PORLAN, 1988; CAÑAL *et al.*, 2013; CAÑAL *et al.*, 2016; CARVALHO, 2013; GARCÍA; CAÑAL, 1995; RIVERO *et al.*, 2017).

De fato, Giordan *et al.* (2012) realizaram um levantamento de sequências de ensino investigativas, onde as mesmas são objeto de pesquisa na prática docente ou instrumentos de planejamento de ensino. Nesse levantamento, utilizando a palavra chave “sequência didática” como termo de busca, os pesquisadores analisaram um total de sete teses e dissertações, disponíveis no Banco de Teses e Dissertações da CAPES e trabalhos sobre Sequências Didáticas no Ensino Fundamental apresentados nos ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências) e concluíram que a maioria dos trabalhos são frutos de TCC de graduação (Trabalho de Conclusão de Curso), planejadas, aplicadas e analisadas no ensino fundamental. Por outro lado, no Brasil e no mundo, a PBL é mais comumente utilizada no ensino superior (CONCEIÇÃO; MORAES, 2018; RIBEIRO 2005; RIBEIRO 2008).

Com o advento das tecnologias e da internet se facilitou a implementação de ambas as propostas metodológicas (SEI e PBL), dando mais autonomia de pesquisa dos alunos. Chassot (2003) discute a facilidade de acesso dos alunos contemporâneos a informações. Isso nos leva a seguinte reflexão: Qual o papel do

professor numa sala de aula com alunos nascidos no século XXI? Pois bem, uma vez que essa tarefa é cumprida com eficiência por dispositivos eletrônicos com acesso à internet, na “palma da mão”, o papel de transmissor de informações perde o sentido. As propostas de ensino que permitem que os alunos sejam protagonistas na construção do seu conhecimento, favorecem a formação crítica, contribuindo para o fortalecimento da sociedade e seus rumos de desenvolvimento científico-tecnológico (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Desta maneira, tanto as SEI quanto a PBL, possuem seus fundamentos e perspectivas tendo como foco principal o aluno como protagonista de sua própria aprendizagem. Ambas as propostas têm como característica despertar o interesse do aluno para aprender propondo assim uma reestruturação no papel do professor, deixando de lado o aprendizado passivo como única obtenção do conhecimento (MARTINS, 2015; RIBEIRO, 2008).

Tanto nas SEI quanto na PBL, o papel do professor tem uma relevância também destacada, pois este deixa de ser o único detentor do saber capaz de transmitir o conhecimento que os estudantes recebem passivamente. Ele deve assumir uma postura de intervenção com estilo “socrático”. O professor faz uso dos conhecimentos já estabelecidos, porém tem um compromisso fundamental em aumentar gradativamente os desafios cognitivos, estimulando o alunos ao uso do raciocínio e articulação de conceitos, sempre motivando-os na busca do conhecimento para resolver os problemas propostos (RIBEIRO, 2008).

Nesse processo, o professor deixa de ser responsável por fornecer informações diretamente aos alunos, de modo que o aluno desenvolva cada vez mais sua autonomia e aprenda a trabalhar em equipe. Na PBL, muitas vezes o professor é chamado de tutor. Martins *et al.* (2018) afirmam que os tutores na PBL devem ter dois grandes domínios de competência: o conhecimento de conteúdos e a competência em facilitação de grupos. De maneira semelhante, porém mantendo a denominação de professor, nas SEI deve-se oferecer condições e produzir estímulos, em processos que chamamos de investigação guiada pelo professor (CARVALHO, 2013). A Carvalho (2013) ressalta que devemos levar em consideração

[...] que o ensino por investigação deve proporcionar interação dos saberes em grupo e da resolução de problemas, visando a participação dos alunos, mediada pelo professor, sempre considerando seus conhecimentos prévios (CARVALHO, 2013, p. 10)

Tanto na SEI quanto na PBL, as atividades de ensino devem se iniciar a partir de uma situação problema, que esteja próxima a realidade (problemas / situações reais / experimentos, etc.) dos alunos despertando seu interesse para aprender (BARROWS, 1986, CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLAN, 1988).

A PBL como o próprio nome já diz, se constitui em uma proposta metodológica de ensino e aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos (BARROWS, 1986, TEIXEIRA *et al.*, 2018). De maneira semelhante, no ensino por investigação, dentro de uma SEI, os alunos enfrentam problemas cuja resolução requer o seu engajamento individualmente e com seu grupo. Para ocorrer o bom desenvolvimento da atividade, inicialmente os alunos precisam compreender com clareza a questão-problema (CARVALHO, 2013). A partir desse momento, deve-se focar na

[...] construção progressiva pelo aluno dos conceitos e malhas conceituais necessários para estruturar efetivamente a realidade e alcançar um desenvolvimento adequado (CAÑAL; PORLAN, 1988, p. 57).

Na SEI e PBL deve existir uma preocupação do professor com modo de pesquisa para obtenção de dados. Os dados oriundos da pesquisa podem ser obtidos a partir da internet, da literatura específica, de observações qualitativas ou quantitativas, gerando os dados científicos que serão analisados. De maneira geral, a PBL não preconiza a utilização de recursos experimentais (BARROWS, 1980; MARTINS, 2015).

Desta maneira, os alunos devem ser orientados ao realizar suas pesquisas, tanto na PBL quanto na SEI. Buscar dados em fontes confiáveis como livros, revistas indexadas, sites confiáveis contendo teses e dissertações deve estar previsto nas habilidades desenvolvidas em ambas as propostas metodológicas. Lembrando que para selecionar, registrar e analisar os dados obtidos, os alunos precisam de conhecimentos conceituais prévios e isso deve estar claro para o professor ao propor desafios, tanto na PBL ou na SEI (BARROWS, 1980; CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLÁN, 1987).

As atividades de ensino devem desenvolver nos alunos habilidades próprias da natureza da ciência (MATTHEWS, 2012). Em ambas as propostas, devemos levar em

consideração que as pessoas têm suas próprias experiências cotidianas e estão familiarizadas com alguns fenômenos, e apenas os fatos observados não providenciam uma compreensão do mundo e seus fenômenos (CHALMERS, 1993).

Em buscas de respostas para questões propostas, as hipóteses norteiam as pesquisas e vice-versa. A levantamento de hipóteses é comumente produzida na fase de construção de possíveis soluções em ambas as propostas metodológicas (CARVALHO, 2013; SAVERY, 2006). Nas ciências, a elaboração de hipóteses ocorre, com frequência, como tentativa de explicação de determinado fato ou fenômeno (SASSERON, 2015). Hipóteses são uma tentativa de solução à questão-problema, e são capazes de apontar direções à investigação, podendo ser classificadas em três categorias.

Na primeira estão as hipóteses descritivas, que ainda não foram confirmadas. As segundas são hipóteses procedimentais, que está relacionado ao como fazer. Na terceira categoria, as hipóteses explicativas, que são especulativas. Em uma SEI, todas essas hipóteses podem surgir (GIL PÉREZ; TORREGROSA, 1983; HEMPEL, 1966).

Na ciência, em busca de explicações sobre os fenômenos e seus dados, o observador utiliza seus conhecimentos prévios e suas percepções, e assim propor afirmações que sustentem suas conclusões. Nesse sentido, em ambas as metodologias, o professor deve articular os conceitos e informações, levando o aluno a realizar a distinção entre conhecimento científico e senso comum (CHALMERS, 1993; MATTHEWS, 2012). Sendo assim, cabe aos estudantes, através da pesquisa e levantamento de hipóteses, construir argumentos científicos que se relacionem logicamente às evidências (observação dos fenômenos ou fatos, busca de conhecimento em outras fontes, etc.) e que sejam apoiadas pelos conhecimentos validados pelo campo conceitual, oriundos de fontes confiáveis (CARVALHO, 2013; HMELO-SILVER, 2004).

Sabemos que a educação sempre envolve processos de emissão, recebimento e processamento de informações. Nessas metodologias, o fluxo de informação se dá a princípio entre os alunos e seus grupos, os livros, a mídia audiovisual, os arquivos, outras pessoas (pais, diversos profissionais, alunos de outras classes e outras escolas, etc.). Também devemos levar em consideração a realidade da escola e do ambiente extracurricular. Nesse sentido, o professor contribui na mediação do

processo, experimental ou não, e principalmente nas atividades síntese em ambas as propostas metodológicas (CAÑAL; PORLÁN, 1988; RIBEIRO, 2005).

Tanto na PBL (BARROWS, 1996) quanto nas SEI (CARVALHO, 2013), o trabalho em grupo é sugerido. Dentro dos grupos, o professor desempenha um papel de curador de conteúdos, de orientação das buscas e seleção de materiais relevantes, em uma gama enorme de possibilidades. Orienta-se na PBL os grupos tutoriais serem formado por 8 a 10 alunos (TIBÉRIO *et al.*, 2003). Nas SEI os grupos devem ser constituídos de 4 a 5 crianças (CARVALHO, 2013). Quem auxilia todos os grupos na proposta de uma SEI é um único professor, enquanto na PBL, existe um tutor por grupo. A aprendizagem colaborativa entre pares atualmente é acelerada, de baixo custo e inovadora, pois os alunos estão conectados com dispositivos móveis, o que acelera a aprendizagem individual, grupal e social (MORAN, 2013).

Cabe ao professor, atentar sempre para os conhecimentos prévios dos estudantes (CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLAN, 1988). Antes de se realizar um bom planejamento, seja na PBL ou nas SEI, deve-se levar em consideração os aprendizados anteriores dos alunos, bem como suas atitudes, hábitos, habilidades, etc. De maneira semelhante, lembremo-nos que os professores também carregam consigo suas concepções didáticas, conceituações, interesses, experiências, habilidades, etc. (CAÑAL; PORLAN, 1988).

Tanto as SEI quanto a PBL sugerem que os conteúdos sejam abordados de maneira interdisciplinar (GRAAFF; KOLMOS, 2003; RIBEIRO 2005; MAGALHÃES *et al.*, 2019). Ou seja, ambas as propostas articulam vários pontos de vista, saberes, trazendo questões complexas, que para serem respondidas, precisam de fundamentação de diferentes áreas de conhecimento. Segundo Cañal e Porlan (1988) a motivação será considerada intrínseca ou extrínseca, respectivamente, dependendo de sua origem estar mais próxima do próprio ensino e aprendizagem, ou de outros fatores não diretamente relacionados a eles.

A energia que move o sistema de sala de aula é a motivação (a dos alunos e a do professor). O nível de vontade de ensinar e aprender condicionará fortemente a eficácia do sistema na produção de aprendizado (CAÑAL; PORLAN, 1988, p. 56).

Estudantes e professores, são motivados quando deparados com problemas reais, aprendendo com eles e visando contribuir com soluções concretas para a

comunidade (MARTINS, 2015). Conhecendo a realidade e visando a oportunidade de melhorá-la, os alunos encontram sentido ao aprender, além de desenvolver uma formação mais crítica. É necessário pensar em um currículo que possa ser movido por temáticas transversais capazes de integrar conhecimentos de diversas áreas.

Diferentemente das SEI que são utilizadas ainda em uma proposta de currículo que na prática continua eminentemente⁴ tradicional (PICICININI; ANDRADE, 2018), o currículo dos cursos que adotam a PBL como parte ou totalidade da proposta pedagógica é totalmente inovador, e reestruturado para atender demandas formativas dos estudantes de diferentes áreas profissionais (GOMES *et al.*, 2009). A PBL demanda nova construção curricular, na qual em vez de uma organização convencional por disciplinas, o currículo é proposto em blocos temáticos, com o objetivo de fazer a integração de disciplinas e conteúdos (BARROWS, 1980; 1986; 1994).

Geralmente o semestre é dividido em uma série de períodos de aproximadamente seis semanas e cada período se concentra em um tema específico. Uma série de casos estão planejados para os alunos trabalharem em cada período (GOMES *et al.*, 2009). Os módulos temáticos, também chamados de sistemas orgânicos integrados, devem trabalhar na perspectiva de que as disciplinas deixem de existir separadamente. São organizados visando uma formação integrada do profissional, além de humanizada. “Nos cursos da área da saúde, tal proposta tem sido referenciada como a necessidade de integração dos ciclos básico e profissionalizante (ou clínico) no percurso curricular” (TEOFILO *et al.*, 2017, p. 180). Desta maneira, o princípio da PBL baseia-se em maximizar o aprendizado com investigação, explicação e resolução, partindo de problemas reais e significativos.

Vimos que tanto as SEI quanto a PBL têm como princípio a *arte de resolver problemas*. Processos que vão além levantar questões, incluem também a transferência de conhecimento a outras situações e o processo de produção de soluções tangíveis, dentro de uma realidade, com os recursos disponíveis.

Na proposta de Ensino por Investigação, Gil-Perez *et al.*, 2001, afirmam que o Ensino de Ciências não deve ocorrer de maneira linear, mas deve dar ao aluno a oportunidade de ir e voltar, cruzar, associar, etc. Assim, processos de investigação

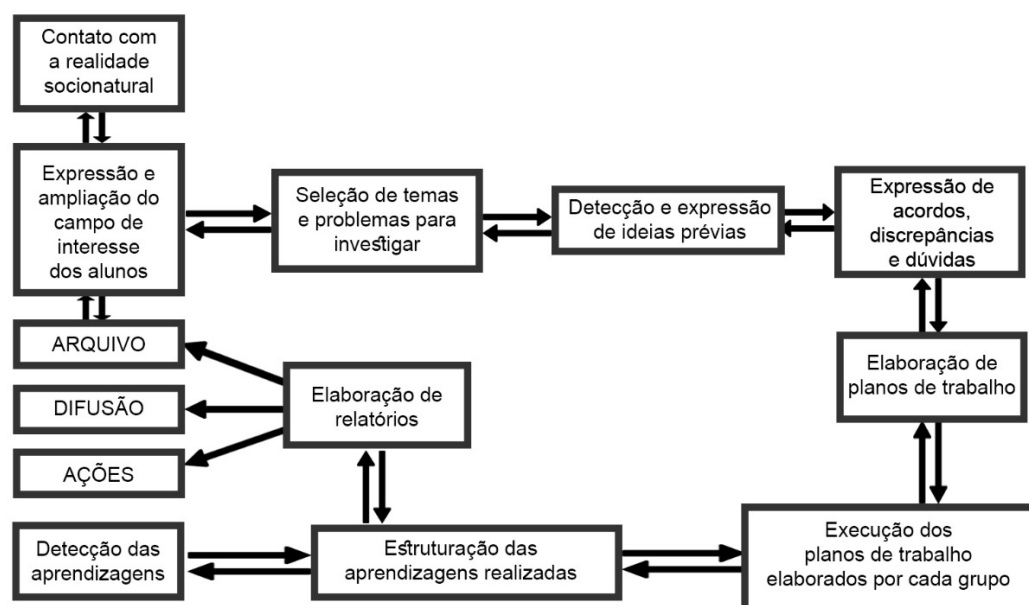
⁴ Apesar dos avanços dos currículos nos documentos oficiais apresentarem propostas inovadoras, na prática ainda não se tem a proposta implantada efetivamente nas escolas (PICICININI; ANDRADE, 2018).

podem ganhar espaço nas propostas didáticas, sendo utilizados com o objetivo de tratar de conhecimentos de ciências e sobre as ciências.

No Ensino por Investigação, Cañal e Porlan (1988), propõem um Modelo Sistêmico Investigativo (MSI), com o objetivo de estruturar métodos para se alcançar objetivos específicos. Nesta proposta, a educação científica deve superar antes de mais nada, a dicotomia entre conceitos e processos, conhecimentos e atitudes. A proposta metodológica é baseada na seleção de alguns tipos de atividades sequenciadas, que organizam o fluxo de informações

Cañal e Porlán, (1988) no MSI (Figura 5), ressaltam a necessidade de: planejar atividades de detecção e desenvolvimento no campo dos interesses dos alunos (desenvolvimento de motivação intrínseca); atividades para detectar problemas específicos a serem investigados; atividades de expressão de esquemas conceituais e outras aprendizagens anteriores sobre o problema investigado, incluindo as possíveis hipóteses explicativas; planejamento de propostas para resolver o problema; atividades de execução do planejado; atividades de expressão de resultados; atividades de aplicação, estruturação, geração e avaliação de resultados; atividades para estimar as lições aprendidas.

Figura 5: Sequência de atividades de ensino-aprendizagem por investigação

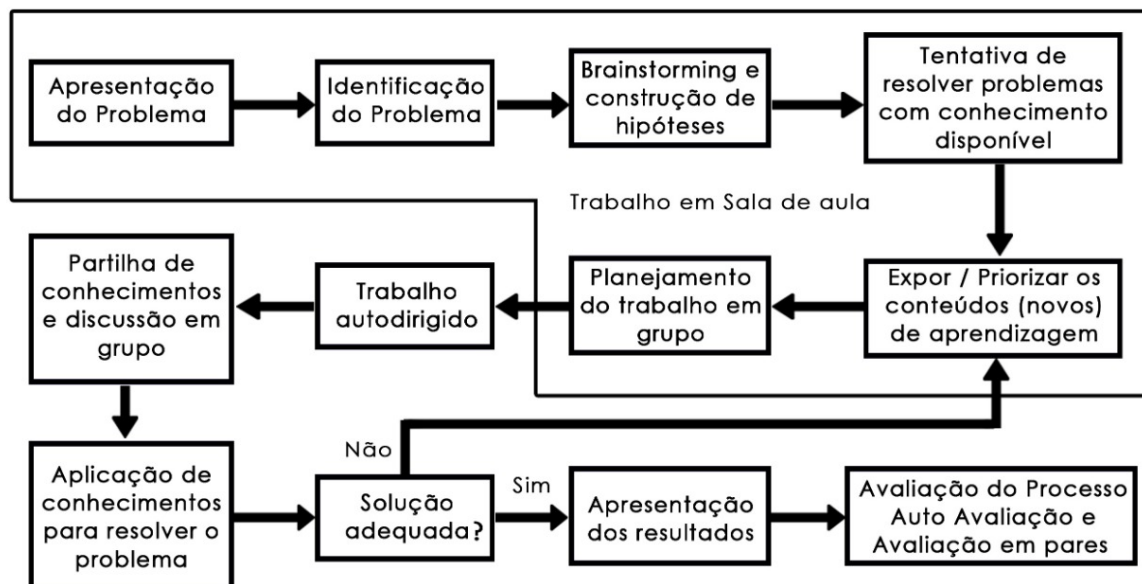


Fonte: Cañal e Porlán (1988).

Segundo os autores a aplicação de projetos curriculares baseados no MSI produzem um maior aprendizado no campo da educação científica, quando comparado com outros. Além disso, a utilização do MSI acarreta um aumento do nível de motivação e traz melhoria na comunicação qualitativa e quantitativa, entre os pares. Finalmente, afirmam desde 1988, que a utilização do MSI pode fornecer uma base adequada para o desenvolvimento de currículos e experiências mais eficazes e um caminho para uma renovação profunda necessárias à modificação da situação do Ensino de Ciências (CAÑAL; PORLÁN, 1988).

Assim como no MSI, Ribeiro (2005; 2008) propõe um ciclo de trabalho para a PBL a partir de um problema (Figura 6).

Figura 6: O ciclo de trabalho da PBL a partir de um problema



Fonte: Ribeiro (2008).

Ao analisar as figuras, nos confrontamos com similaridades em vários pontos. De fato, ambas as propostas metodológicas possuem o mesmo “ancestral comum”, ou seja, como vimos na história de seus pioneiros, apresentados no início desde capítulo.

Além disso, outro fator importante é que em ambas as Figuras (5 e 6), podemos observar etapas de retroalimentação. Cañal e Porlán (1988), apresentam no seu modelo de MSI (Figura 5), todas as etapas conectadas por setas duplas. Carvalho *et al.* (2013 p. 3) apontam a importância do erro, enfatizando que “o professor precisa, ele mesmo, tomar consciência da importância do erro na construção de novos conhecimentos”. E acrescenta:

O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não seu próprio. (CARVALHO *et al.*, 2013 p. 3).

Nesse sentido, a proposta dos autores é deixar claro que as etapas realizadas são reversíveis, permitindo ao aluno errar quantas vezes forem necessárias.

O Quadro 5 sintetiza as principais aproximações entre as SEI e a PBL discutidas nesse capítulo. Ambas as propostas metodológicas se concentram na busca por uma problematização que desperte o interesse dos alunos e os instigue à busca de soluções, no estímulo a debates, favorecendo o aprendizado colaborativo entre os pares, a coleta de dados e informações para determinação de conhecimentos prévios e a partir destes construir e ancorar novos conhecimentos, no estímulo da capacidade de pensar, na construção de hipóteses e vivência de cenários investigativos e na geração do desenvolvimento da autonomia, tendo o aluno como protagonista.

Quadro 5: Fundamentações das aproximações entre as SEI e PBL.

| APROXIMAÇÕES | SEI e PBL | REFERÊNCIAS |
|-------------------------|--|--|
| Pioneiros (precursores) | John Dewey e Howard Barrows | BARROWS, 1986; 1994; DEWEY, 1980. |
| Papel do aluno | Protagonista na busca do conhecimento. | BARROWS; TAMBLYM, 1980; LEE; KWAN, 1997; CAÑAL; PORLAN, 1988; GARCÍA; CAÑAL, 1995; CARVALHO, 2013. |
| Grupos colaborativos | Aprendizagem social com os pares e professor. | TIBÉRIO <i>et al.</i> , 2003; MORAN, 2013; CARVALHO, 2013. |
| Papel do professor | Facilitador do Aprendizado e Norteador das Pesquisas. Responsável pelas Sínteses e conclusões. | CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLAN, 1988; MORAN, 2013. |
| Contextualização | Temáticas envolvendo problemas do cotidiano (reais), visando a formação científica crítica. | ABREU NETO, 2006; BARROWS, 1986; HMELO-SILVER, 2004; CARVALHO, 2013. |
| Problematização | Inicia-se com a proposição de um problema. | CARVALHO, 2013; SUART, 2008; CAÑAL; PORLÁN, 1988; BARROWS, 1980; 1994. |
| Obtenção dos dados | Pesquisas guiadas a partir de fontes seguras. Professor norteador durante o processo de pesquisa. | GOMES <i>et al.</i> , 2009; BARROWS, 1986; HMELO-SILVER, 2004. |
| Hipóteses | Iniciadas a partir do Brainstorming individual e seguida do grupo. Início da construção de preposição de soluções. | CARVALHO, 2013; MOTOKANE, 2015; SCHULTZ E CHRISTENSEN, 2004. |

| | | |
|---|---|---|
| Informações prévias | Importantes para o sucesso da aprendizagem. Muito discutido nas pesquisas no âmbito da formação e alfabetização científica. | CARVALHO, 2013; MOTOKANE, 2015; TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2018. |
| Interdisciplinaridade | Amplamente favorecida. | CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLÁN, 1987; CAÑAL; PORLAN, 1988; BARROWS, 1996; TEIXEIRA <i>et al.</i> , 2018. |
| Desenvolvimento de Competências e Habilidades | Ocorre nos campos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais. | CAÑAL; PORLÁN, 1988; RIBEIRO, 2005; RONN <i>et al.</i> , 2019. |
| Avaliação | Formativa e Contínua. Inclui auto avaliação, avaliação dos pares e avaliação do professor ou tutor. Discussões e entrevistas em grupo, confecção de relatórios parciais e finais. | CARVALHO, 2013; MOTOKANE, 2015; MAMEDE; PENAFORTE, 2001; RIBEIRO, 2009. |

Fonte: Autoria Própria.

Entretanto as propostas metodológicas se distanciam com relação ao público-alvo e a estrutura curricular (Quadro 6). Além disso, as SEI, principalmente no Ensino de Ciências enfatizam o fazer em ciências”, com mais atividades práticas e experimentais de cunho investigativo.

Quadro 6: Fundamentações e distanciamentos entre as SEI e PBL.

| DISTANCIAMENTOS | SEI | PBL | REFERÊNCIAS |
|---------------------------------------|--|--|---|
| Público-alvo | Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio | Ensino Superior em todas as áreas do conhecimento, porem com ênfase nos cursos de ciências da saúde. | CARVALHO, 2013; CAÑAL; PORLÁN, 1987; CAÑAL; PORLAN, 1988; BARROWS, 1996. |
| Planejamento e Atividade Experimental | De maneira geral, as SEI envolvem etapa experimental para a solucionar o problema utilizando | Pouco comum. Nenhuma citação na literatura englobando atividades experimentais de conteúdos básicos. | CARVALHO, 2013; CAÑAL <i>et al.</i> , 2016; RIVERO <i>et al.</i> , 2017; BARROWS, 1996. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | recursos disponíveis. | | |
| Currículo | Proposta metodológica a ser introduzida dentro dos currículos tradicionais. Não necessita de alterações curriculares. | Currículo reestruturado em módulos temáticos semanais. Necessita de alterações curriculares. | CARVALHO, 2013; CAÑAL et al. 2016, CAÑAL et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2018; PAVAN et al., 2019; GOMES, et al., 2009. |
| Tamanho dos grupos (equipes de trabalho) de alunos e proporção Professor/aluno | Orienta-se grupos contendo 4 a 5 alunos. Um único professor por sala de aula. Ele deve mediar todos os grupos de trabalho. | Geralmente os grupos são constituídos por 8 a 10 alunos. Todos os grupos contêm um tutor. | POZUELOS; RODRÍGUES, 2008; CONCEIÇÃO; MORAES, 2018; COSTA, 2011. |
| Aprendizagem de Conceitos | Geralmente necessitam de conhecimentos de conceitos básicos para a resolução do problema. | Geralmente as questões propostas preconizam os casos clínicos, priorizando os conteúdos aplicados. | CARVALHO, 2013; CAÑAL et al. 2016, CAÑAL et al., 2013; BARROWS, 1986; 2006; RONN et al., 2019; BOBATO et al., 2018. |

Fonte: Autoria Própria.

Outro distanciamento dar-se-á no tamanho dos grupos, sendo maior a quantidade de alunos por grupo na PBL, porém cada grupo tem seu tutor, professor que irá acompanhar de perto todo o trabalho desenvolvido pelo grupo.

Ramos (1999) sugere que avaliação, assim como as etapas anteriores, continue sendo em um ambiente de aprendizagem cooperativo. Inclui três perspectivas sendo auto avaliação, avaliação dos pares e avaliação do tutor. No que se diz respeito a avaliação, o livro “PBL Aprendizagem Baseada em Problemas - uma experiência no ensino superior, tem como propostas avaliativas da PBL, Avaliação de Desempenho (AD) e avaliação do Processo Educacional (APE). O autor apresenta modelos de “roteiros avaliativos”, a serem preenchidos pelos alunos, seus pares e tutores. A escala avaliativa sugerida é (E) Excelente, (B) Bom, (R) regular e (I) Insuficiente. Relatórios parciais, preenchidos no decorrer das atividades também são propostos, e recomenda-se a confecção de relatório final em grupo (RIBEIRO, 2008). Segundo o autor, além dessas avaliações, deve-se realizar uma entrevista em grupo,

debatendo-se questões conceituais e formativas. Na SEI, Carvalho (2013) descreve que as avaliações não devem ser somativas e que os “instrumentos de avaliação propostos precisam ter as mesmas características que o ensino proposto” (CARVALHO, 2013, p. 18). A autora menciona que os conteúdos procedimentais e atitudinais não são comuns de serem avaliados pelos professores, mas que na SEI, são essenciais, e que estas avaliações requerem uma mudança de postura dos professores, que estão acostumados a avaliarem apenas conteúdos conceituais. Além disso relata que os professores possuem dificuldades em realizar a avaliação de conteúdos procedimentais e atitudinais.

Com relação a avaliação dos conteúdos conceituais, a autora não critica os métodos tradicionais, como questionários. Porém, enfatiza que os outros conhecimentos também precisam ser levados em consideração (CARVALHO, 2013).

Partindo desta premissa, detalhamos, neste trabalho, uma SEI (CAÑAL; PORLÁN, 1986; 1987; 1988; CAÑAL et al., 2016; CARVALHO, 2013), como proposta metodológica para o Ensino de Bioquímica a alunos dos anos iniciais dos cursos superiores em Ciências Médicas, podendo ser aplicadas nos cursos de Ciências Farmacêuticas, Biomedicina, entre outros, podendo também ser adaptada com outras contextualizações.

No próximo capítulo apresentamos a importância das aproximações de conceitos básicos e aplicados com ênfase em bioquímica, que foi a problematização proposta deste estudo, porém podendo englobar outros cursos e áreas do conhecimento.

7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Caracterizamos esta pesquisa como pesquisa qualitativa. Na opinião de Chizzotti (2003) os conhecimentos só fazem sentido quando o sujeito-observador, neste caso o pesquisador, encontra-se inserido no processo do conhecimento, interpretando determinado fenômeno e atribuindo-lhe significados, os quais acredita estarem carregados por sua cultura e suas visões de mundo. Para esse autor, existe uma relação de dinamismo entre o sujeito e o mundo real, que são interdependentes e cheios de significados.

No contexto da pesquisa qualitativa, preza-se pelo “[...] desvelamento do sentido social que os indivíduos constroem em suas interações cotidianas” (CHIZZOTTI, 2003, p. 80), ou seja, o pesquisador deve estar inserido no cotidiano para ser capaz de observar os atos dos indivíduos observados, a fim de capturar os significados específicos na vida diária dos participantes, ainda que estes não tenham sido ditos. Nesse sentido, o pesquisador não é alguém passivo, que apenas descreve os fatos e acontecimentos. Ele carrega significados, constrói representações parciais da prática, através de ‘seus óculos’, possibilitando assim que sua pesquisa seja única, pois fora passível de interpretação.

Segundo Silva e Menezes (2001, p. 20) a pesquisa é qualitativa quanto a forma de abordar o problema considera:

[...] que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (SILVA; MENEZES, 2001, p. 20).

Nesta modalidade, parte-se de dados descritivos que o pesquisador obtém no contato direto com os participantes da pesquisa, no seu ambiente e a partir de suas falas, preocupando-se em retratar as perspectivas dos mesmos, privilegiando a compreensão dos comportamentos, dos valores, das crenças, das representações, das opiniões e das atitudes (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Outra questão importante, é que deve haver uma relação direta de colaboração entre pesquisador e participantes da pesquisa, a fim de buscar um produto final também construído de forma colaborativa e coletiva. A pesquisa proposta foi interessante para todos os participantes, pesquisadora e sujeitos, pois se vive um momento histórico, de intensas mudanças metodológicas, onde se fazem necessárias reflexões de todas as partes, pesquisadores, docentes e discentes participantes da pesquisa. Assim, na próxima sessão, apresentamos participantes da pesquisa, os instrumentos de constituição dos dados, a descrição da SEI realizada e a proposta de análise dos dados.

Descrição dos participantes da pesquisa

Essa pesquisa foi desenvolvida com 24 alunos e dois docentes do 1º ano do Curso de Medicina de uma Universidade Pública do interior de São Paulo. Todos compreenderam o objetivo da pesquisa, concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice 8). A SEI foi proposta durante o módulo 4 – Homeostase 1 e foi realizada pelos professores de Bioquímica e Nefrologia da Instituição, com a participação efetiva da pesquisadora como docente convidada. O objetivo geral descrito para o módulo era caracterizar o conceito de homeostasia e o envolvimento dos diferentes sistemas, no equilíbrio hidroeletrolítico (absorção e excreção) e ácido-básico gerado pelo Sistema Renal e sua influência na regulação da pressão arterial sistêmica e na Homeostase. Com base nas instruções e mediação dos professores, os alunos utilizaram seus conhecimentos de fisiologia renal e bioquímica para planejar e executar experimentos em uma sequência de aulas. As atividades foram realizadas em seis grupos de cinco alunos, e as aulas experimentais foram realizadas no laboratório de microbiologia da universidade. Os alunos participaram voluntariamente das aulas, em que todas as aulas foram ministradas no contra turno. A SEI, composta de sete alulas, foi realizada com 32 alunos, entretanto apenas 24 se dispuseram a responder o questionário utilizado.

Instrumentos e procedimentos para a constituição dos dados

Para constituir os dados desta pesquisa, foi proposto pela pesquisadora, uma SEI fundamentada em Carvalho (2018) e Cañal *et al.* (1997) e aplicada aos alunos

das turmas I e II, do curso de Medicina de uma universidade pública do interior do Estado de São Paulo. A obtenção dos dados ocorreu durante a aplicação da SEI. Os instrumentos utilizados pela pesquisadora-autora, e que permitiram a obtenção dos dados, podem ser agrupados em:

- A) Entrevista gravada com docentes (2 docentes do módulo onde foi aplicada a SEI), identificados como P1 e P2.
- B) Questionário (24 discentes), identificados como A1 a A24 (Apêndice 6).

Os trechos da entrevista e do questionário, foram identificados como X.Y.Z/(A ou P)N, onde X é a categoria, Y é a subcategoria e Z é a unidade de sentido. A letra A significa aluno, enquanto a letra P professor, e o N é a identificação. Por exemplo: 2.3.2/A10 se refere à categoria 2, subcategoria 3, unidade de sentido 2, mencionada pelo Aluno de número 10; 1.2.1/P1 se refere à categoria 1, subcategoria 2, unidade de sentido 1, mencionada pelo Professor de número um.

7.2.1 Questionários aplicados aos discentes

Segundo Gil (2009), os questionários são uma técnica de investigação com questões que possuem o propósito de obter informações, buscando-se responder uma questão de pesquisa ou cumprir os objetivos de um projeto. Para isso formulou-se um questionário, que foi aplicado aos alunos no final da Atividade Experimental Investigativa (aula 4 da SEI).

Melo e Bianchi (2015, p. 56) descrevem que para se construir um bom questionário, o pesquisador deve ter cautela e atenção para esta etapa. Um trabalho feito sem preocupação pode conduzir a análises precipitadas levando a conclusões sem ter havido de fato uma averiguação dos dados, portanto, inválidas. Além disso, os autores apontam que:

O “ajuste” de ferramentas de pesquisa, em particular o questionário, é primordial para a realização de um projeto. Um termômetro clínico mal calibrado, voltando à metáfora inicial, fornece informações inúteis para formar um diagnóstico sobre o estado de um indivíduo (MELO; BIANCHI, 2015, p. 56).

Segundo Parasuraman (1991), um questionário é um conjunto de questões feito com o fim de gerar os dados necessários para se atingirem os objetivos de um

projeto, sendo muito importante na pesquisa científica, especialmente nas Ciências Sociais. Embora não exista uma metodologia padrão, o questionário precisa ser formulado de modo a atender ao objetivo do trabalho. Os discentes que responderam as seis questões (Apêndice 2) serão identificados como A1 a A24, e o Quadro contendo a Transcrição completa está no Apêndice 6.

7.2.2 Entrevistas com os docentes responsáveis pelo módulo

Szymanski *et al.*, (2004) sustentam que a entrevista é um instrumento utilizado em pesquisas qualitativas como solução para a compreensão dos significados subjetivos e para a busca de pontos complexos a serem investigados. As autoras consideram que a entrevista é fundamental para a interação humana, já que envolve um jogo de percepção, expectativas, sentimentos e preconceitos, e as informações buscadas são processadas entre um conjunto de conhecimentos e pré-conceitos. Sobre isso, as autoras comentam que “a fala do entrevistado, as vezes a simples escuta, atenta e respeitosa, é interpretada com “ajuda”, ainda mais se ocorrer desenvolvimento de consciência do entrevistado a respeito de um tema importante e na sua experiência” (SZYMANSKI *et al.*, 2004, p. 18).

Na entrevista, o entrevistador possui algumas informações e, ao mesmo tempo, procura outras, enquanto o entrevistado tem um conjunto de conhecimentos e pré-conceitos sobre o entrevistador e organiza suas respostas para a situação em questão. A intencionalidade do entrevistador deve ir além da simples busca por informações, criando uma situação de confiabilidade. A conferência torna-se um momento de organização das ideias e o discurso caracteriza um recorte da experiência no qual o processo interativo complexo tem um caráter reflexivo, criando um intercâmbio contínuo entre significados, crenças, valores, emoções e sentimentos.

A entrevista é um encontro interpessoal, no qual as subjetividades dos protagonistas constituem um momento de construção de um novo conhecimento, enquanto a reflexividade é uma ferramenta de auxílio à construção de uma horizontalidade e de contorno das dificuldades inerentes ao entrevistado e ao entrevistador. Em geral, as entrevistas podem ser estruturadas, semiestruturadas e não-estruturadas. A entrevista estruturada pressupõe “perguntas previamente formuladas” que devem ser seguidas pelo entrevistador, já na entrevista não estruturada, o informante “aborda livremente o tema proposto”. Na modalidade

semiestruturada, existe uma articulação entre as características das entrevistas estruturada e não estruturada, onde o entrevistador deve ser preferencialmente o próprio pesquisador que saberá permitir que o informante deixe aflorar questões importantes para a pesquisa, mesmo que não estejam no seu protocolo inicial ou que não se encontrem na ordem idealizada por ele. (MINAYO, 2003, p. 57-58).

Para desenvolver este projeto, a entrevista realizada com os professores foi semiestruturada (Apêndice 3), onde a grande parte das questões seguem um roteiro rígido, onde o pesquisador, fez poucas intervenções e adaptações, dependendo das respostas obtidas. O Professor Doutor da Clínica Médica foi denominado P1 (Apêndice 4) e Professor Doutor da disciplina de Bioquímica P2 (Apêndice 5).

7.3 Descrição da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A SEI foi desenvolvida em seis aulas com 50 minutos de duração. Como mencionado, a maioria das aulas foi experimental e as expositivas-dialogadas foram dedicadas às etapas de planejamento, sistematização e discussão de conhecimentos elaborados pelos grupos. A SEI proposta teve como pré-requisito, a bioquímica básica, e poderá ser reproduzida por outros cursos superiores de Ciências da Saúde, como Medicina, Biomedicina, Enfermagem, entre outros, quando conceitos de fisiologia envolvendo homeostasia e caracterização do equilíbrio hidroeletrólítico (absorção e excreção) e ácido básico gerado pelo Sistema Renal estiverem sendo discutidos. Assim, com base nas instruções e mediação dos professores, os alunos utilizam seus conhecimentos de fisiologia renal e bioquímica para planejar e executar os experimentos. O quadro 7 apresenta uma síntese das seis aulas propostas na SEI e seus objetivos principais cujos detalhes serão discutidos na descrição aula a aula.

Quadro 7: Quadro sintético de aulas e seus objetivos principais

| Aula | Objetivo |
|--|--|
| 1) Problematização | Apresentar o caso clínico e a importância de se descobrir e quantificar o conteúdo presente na amostra desconhecida "X" ⁵ . Discutir técnicas analíticas simples e como elas podem ajudar na identificação e quantificação de compostos. |
| 2) Conhecendo um pouco de Química e suas análises. | Familiarizar-se com os conceitos de analito, padrão e reagentes e seus significados. Escolher as análises que possam ajudar a elucidar o caso clínico, levantar hipóteses e planejar os testes experimentais dentro das possibilidades cabíveis na proposta. |
| 3) Atividade no Laboratório de Bioquímica: Pesando uma amostra. | Aprender o funcionamento e cuidados ao se utilizar a balança analítica. Vivenciar técnicas indiretas de pesagem de soluções, retomando conceitos de diluição de soluções. |
| 4) Atividade no Laboratório de Bioquímica – Parte A | Vivenciar atividades experimentais investigativas. Realizar os testes de análise com os padrões escolhidos no planejamento. |
| 5) Atividade no Laboratório de Bioquímica – Parte B | Realizar análise qualitativa bioquímica da amostra desconhecida "amostra X". |
| 6) Atividade no Laboratório de Análise Clínicas | Visita a um LAC (laboratório de Análises Clínicas). Familiarizar-se com a rotina do laboratório de análises clínicas, realizando imersão neste espaço, conhecendo a rotina de biomédicos e sanando dúvidas. Realizar testes rápidos rotineiros nos laboratórios de biomedicina e refletir sobre a importância e funcionalidade dos kits utilizados, revendo a prospecção da substância "X" neste espaço. |
| Síntese das atividades realizadas e formulação dos conceitos envolvidos no processo. | |

Fonte: Autoria própria.

Foram disponibilizados aos grupos, estante com tubos de ensaio, 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. Além desses materiais e equipamentos, foi permitido aos estudantes a solicitação de outros reagentes, materiais e equipamentos simples que julgassem necessários dentro da proposta. Além disso, também foi informado que presença de íons ferro, creatinina e ácido úrico foram descartadas na amostra desconhecida "X". Durante as atividades envolvendo bioquímica experimental, caso fosse necessário, poderiam ser revisados sucintamente sob uma perspectiva prática, conceitos de análise química quantitativa e/ou qualitativa, em uma escala semi-microanalítica. Como exemplo,

⁵A amostra "X" é a amostra desconhecida, constituída por uma solução 0,05 g/mL de albumina.

temos propriedades organolépticas, reações de complexação e precipitação, solubilidade e transferência de calor, testes de chama e de pH com fita universal e outros fenômenos experimentais que os alunos poderiam se deparar durante a atividade experimental proposta nesta SEI.

Descrição aula a aula

Aula 1: Como a ciência nos ajuda a resolver problemas?

Esta aula foi iniciada com um problema de ordem prática. As descrições sobre Proteinúria e Diabetes constam no Capítulo 5. Como exemplos os casos hipotéticos abaixo:

Caso 1: Caso clínico envolvendo Proteinúria.

Mulher de 32 anos, previamente hígida, iniciou quadro de hipertensão (PA = 160 x 100 mmHg) e edema de membros inferiores e face há 3 meses. Nega hematúria, disúria, dispneia e ortopneia. O médico, após elaboração de suas hipóteses diagnósticas, solicitou dois exames de urina: exame de elementos e sedimentos anormais (EAS e também conhecido como urina 1) e na outra amostra, que consistia em urina 24 horas, foi purificado sem perdas uma substância X que cabe ao seu grupo realizar a análise quantitativa (por pesagem) e qualitativa.

Caso 2: Caso clínico envolvendo Diabetes Mellitus.

Paciente masculino de 10 anos de idade, admitido no Pronto Atendimento do Hospital das Clínicas da Universidade UNITRIX, com queixa de poliúria e polidipsia, aumento no apetite, dores abdominais, tontura e mal estar. A mãe relata que o paciente chegou a perder cerca de cinco quilos em um mês, ou seja, perda de peso importante. Chegou ao pronto atendimento com PA de 110/70 mmHg e FC de 93 bpm. Não apresentava febre, vômitos, diarreia ou tosse. Se apresentava prostrado e desidratado. Acianótico, hipocorado, pele e mucosas secas e turgor cutâneo diminuído. Foi internado e a equipe médica, após elaboração de hipóteses diagnósticas, solicitou além de outros exames, dois exames de urina: exame de elementos e sedimentos anormais (EAS e também conhecido como urina 1) e na

outra amostra, que consistia em urina 24 horas. Desta amostra, foi purificado sem perdas uma substância X, que cabe ao seu grupo realizar a análise qualitativa para apurar os fatos.

Com base na problematização abordada, foi solicitado aos alunos que elaborassem um plano de atividades experimentais justificado, incluindo no mesmo os principais componentes da urina que pudessem ser quimicamente identificados. O problema experimental foi norteado pela seguinte questão: Quais seriam os principais componentes químicos da urina? Como esses componentes podem ser identificados? Neste momento, foram apresentados para familiarização, os conteúdos das Caixas 1 e 2 (Quadro 8). Estes materiais estavam bem organizados, bem etiquetados para ser intrigante e de fácil manejo, e os alunos conseguiram, em grupo, discutir e explorar situações em uma perspectiva científica, propondo hipóteses explicativas e possíveis caminhos experimentais.

Esse primeiro contato com os aparatos (Figura 7), foi importante para preparar os alunos para a próxima etapa: o planejamento e a sistematização das análises dos padrões a partir dos materiais fornecidos.

Quadro 8: Conteúdo das caixas 1 e 2 entregues aos alunos para realização do planejamento

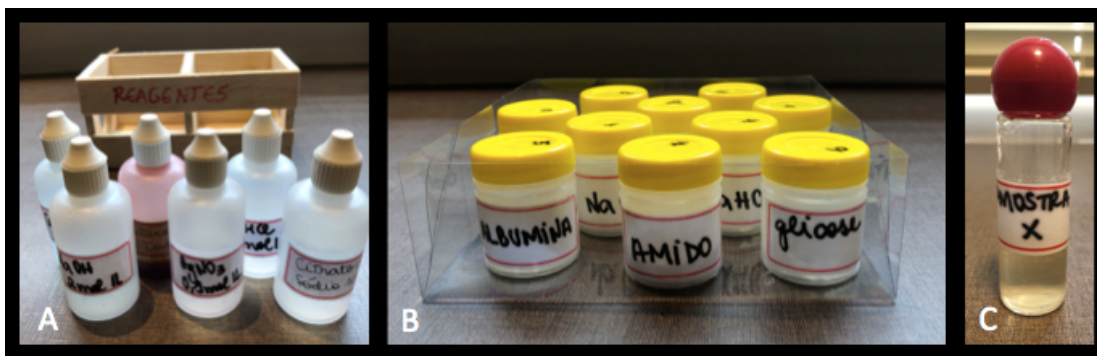
| CAIXA 1: “Reagentes” | CAIXA 2: “Padrões” |
|---|--|
| 1. CuSO_4 1% 2. NaOH 2,5 mol/L 3. AgNO_3 0,1 mol/L 4. Citrato de sódio 10% 5. Tintura de iodo 6. HCl 1,0 mol/L | 1. Cloreto de sódio – Padrão de íons sódio e cloreto 2. Enxofre 3. Cloreto de cálcio - Padrão de íons cálcio e cloreto 4. Bicarbonato de sódio – Padrão de íons bicarbonato e sódio 5. Albumina 6. Ureia 7. Amido 8. Lípideo 9. Glicose 10. Cloreto de amônio – Padrão de íons amônio e cloreto |

Fonte: Autoria própria.

Para nortear a curiosidade, a seguinte questão foi dirigida aos grupos: quais os valores de referência desses componentes na urina normal? Iniciou-se, então, com recursos físicos ou digitais, o processo de planejamento através de pesquisa na literatura da área, iniciando as reflexões sobre as possibilidades experimentais e clínicas, sempre norteado pelos professores responsáveis. Todas as observações,

dúvidas e resultados foram anotados em um caderno de laboratório, ou sobre o papel pardo disposto sobre a bancada experimental.

Figura 7: A. Caixa de “Reagentes”; B. Caixa de “Padrões” e C. Amostra desconhecida “X”

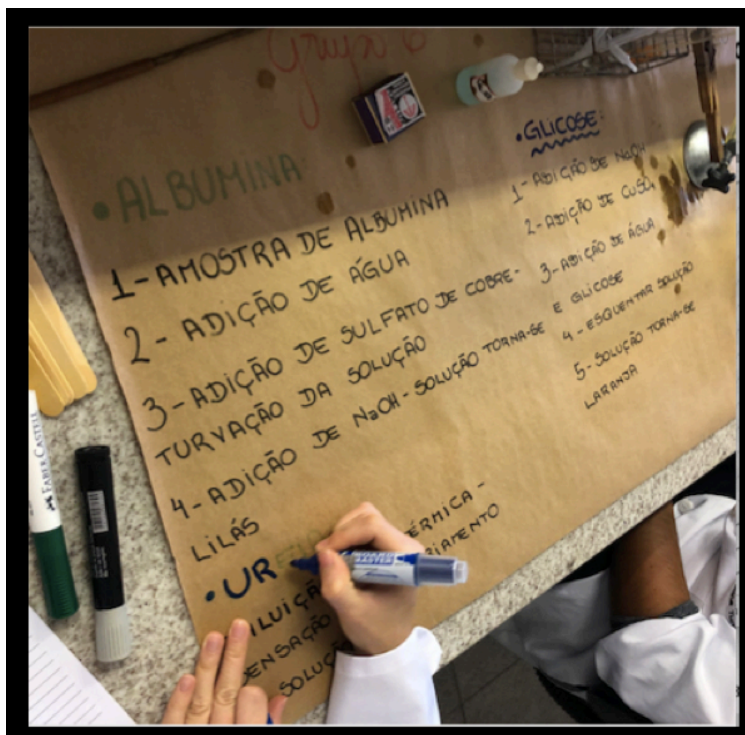


Fonte: Arquivo pessoal.

Aula 2: Colocando a “mão na massa”

O objetivo dessa aula, que pode ser realizada tanto em sala quanto no laboratório, foi compreender na prática o conceito de amostra padrão e reagentes, correlacionando alterações dos componentes químicos estudados com possíveis patologias. Continuando a aula 1, foi problematizado: Quais componentes químicos/bioquímicos poderão estar com valores alterados de acordo com o caso clínico? Este foi o momento de associação com o caso clínico através do levantamento de hipóteses, além da conscientização de que não podemos realizar experimentos “aleatoriamente”, devido a fatores como o tempo, gasto de reagentes, entre outros. Este foi o momento de escolher padrões que seriam mais “prováveis” para elucidar o caso clínico e descobrir como é possível elaborar estratégias de análise a partir dos reagentes fornecidos e realizar esses experimentos, testes físico/químicos, a partir do aparato experimental disponível. O planejamento pôde ser realizado no caderno de laboratório ou no papel pardo sobre a bancada, evitando assim que os cadernos atrapalhassem o planejamento e desta maneira conseguissem trabalhar colaborativamente (Figura 8). No final, individualmente os alunos registraram o planejamento na forma de foto, utilizando seus aparelhos de celular. Neste momento, os alunos já tinham em mãos as duas caixas de reagentes (Quadro 8), uma caixa identificada como “Padrões” e outra caixa identificada como “Reagentes”, além da amostra desconhecida “X”, introduzindo o conceito de analito, reagente e padrão.

Figura 8: O planejamento colaborativo em papel pardo sobre a bancada



Fonte: Arquivo pessoal.

Neste instante, eles vivenciaram os conteúdos das duas caixas, abriram os frascos e exploraram o material. A partir deste momento, iniciaram a discussão em grupo sobre quais “padrões” poderiam estar relacionados com o caso clínico, ou seja, qual poderia ser um indício de um diagnóstico, também sendo traçada uma sequência de análises sistematizando o conhecimento teórico-prático. Todas proposições, após pesquisa realizada pelo grupo, foram anotadas nos diários de laboratório do grupo e encaminhadas em cópia para o professor.

Aula 3: Qual a massa da amostra “X”?

Nesta aula experimental, realizada em laboratório, os alunos vivenciaram a atividade de pesagem em balança analítica. Em um primeiro momento, os grupos tiveram acesso à problemática: qual a massa da amostra “X”?

Encontraram, na lousa, as seguintes informações sobre a amostra desconhecida “X” (analito):

I. Substância sólida à temperatura ambiente, solúvel em água destilada.

II. Concentração da solução onde está a amostra “X” é de 0,05 g/mL e foi diluída 10 vezes.

III. A massa do frasco vazio com a tampa está anotada no frasco.

IV. A amostra contém exatamente 10 g de solvente, no caso água destilada.

V. É possível solicitar vidrarias e equipamentos que julguem necessários, dentro da proposta e das possibilidades do laboratório didático.

Os grupos propuseram o uso da balança analítica. Uma vez pesada a amostra, obtiveram, através de cálculos simples, a massa do soluto. Neste momento, é interessante o professor ou um técnico estar auxiliando na pesagem, pois os grupos poderão obter uma explicação rápida do funcionamento padrão de uma balança de laboratório.

Foram lembrados também, nesta ocasião, cálculos envolvendo conceitos de soluções, diluição e pesagem, já que estes conceitos são muito importantes para a prática médica, seja na interpretação de um exame, seja na administração de um medicamento solúvel, entre outras atividades.

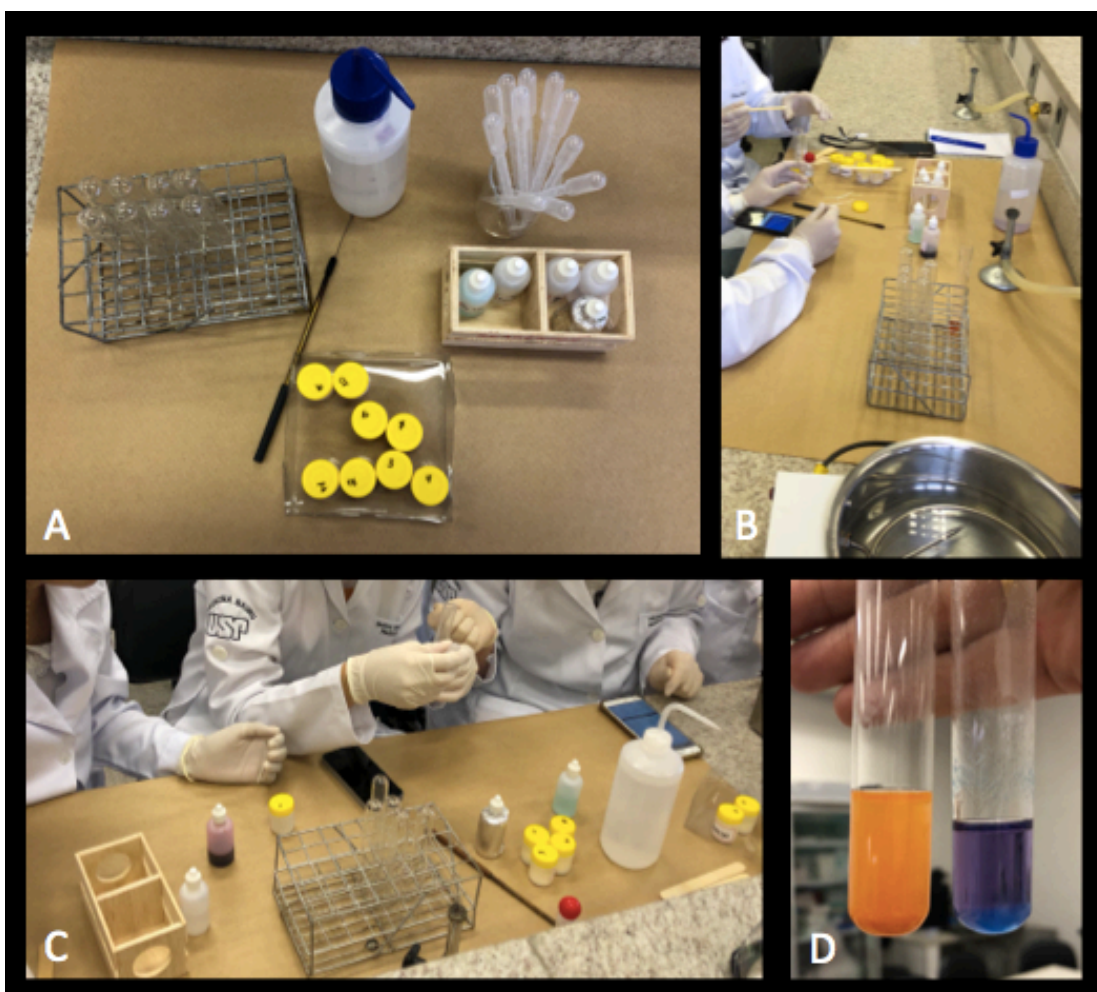
Considerando-se os erros, a quantidade encontrada deve ser de 4,5 g de soluto (albumina, porém até o momento esta informação era desconhecida pelos grupos), em uma amostra hipotética de urina 24 horas.

Aula 4: O que é a amostra “X”?

Nesta aula experimental, também realizada em laboratório, os alunos foram abordados com a seguinte questão: Qual é a composição química/bioquímica da amostra “X”?

Cada grupo seguiu seu planejamento, solicitando ajuda quando necessário. Neste momento, vale a pena ressaltar que o professor deve se policiar no diálogo, tomando cuidado para não indicar a resposta. Habilidades relacionadas a conteúdos procedimentais serão desenvolvidas durante a manipulação, aquecimento, pesagem, bem como conteúdos atitudinais foram desenvolvidos (o tempo foi relativamente curto). Os alunos tiveram que se organizar e trabalhar em equipe. Eles também perceberam que, em alguns casos, o planejamento realizado não foi suficiente para resolver o problema, sendo necessário um replanejamento, o que muitas vezes ocorre nas atividades médicas. Durante todo o tempo, puderam utilizar os celulares como ferramenta de pesquisa e fazer perguntas para os professores e/ou técnico responsável pelo laboratório (Figura 9).

Figura 9: A: Preparo da bancada antes de receber os alunos; B e C: Alunos realizando os testes; D: foto dos tubos contendo a esquerda o teste para açúcares redutores (Teste de Benedict) e a direita o teste para proteína (Reação do Biureto)



Fonte: Arquivo pessoal.

Aula 5: Como confiar no resultado?

Uma vez encontrado o analito e sua concentração, os grupos foram questionados com relação à confiabilidade de seus resultados. Para isso, foi dirigida a seguinte questão: Como vocês podem ter certeza do resultado? Neste momento, discute-se a importância de repetir o experimento com a amostra desconhecida “X” e o padrão albumina nas mesmas condições experimentais cujo roteiro e método deve ser proposto pelo grupo, pois é importante saber que em análise laboratorial é necessário confirmar os resultados, fazendo uso do mesmo protocolo, nas mesmas condições experimentais. Ou seja, utilizando a mesma quantidade de analito e de reagentes, a sequência de análise e tempo de reação, validando o método e o resultado. Nesta etapa, cada grupo criou um protocolo de análise de proteínas ou açúcares diferente, que foi discutido brevemente. A aprendizagem esperada é de que

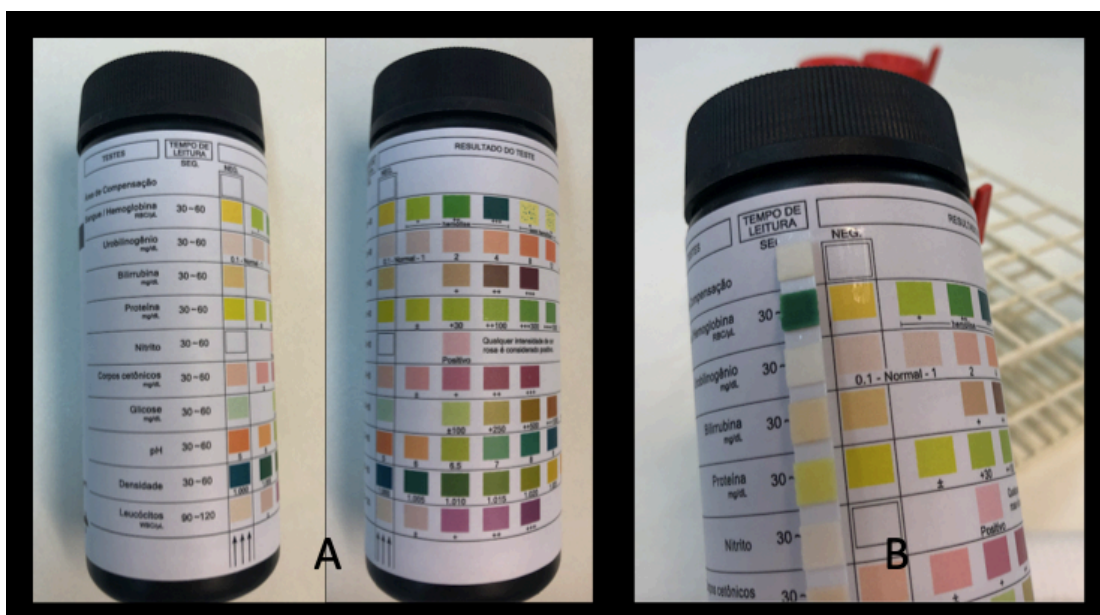
as técnicas podem ser criadas a partir de padrões e reagentes, que podemos adaptar ou rearranjar determinadas análises, superando alguns dogmas a respeito dos métodos, indicando que algumas adaptações podem ser feitas, desde que padronizadas, testadas previamente e embasadas teoricamente. Essa noção de padronização é importante, pois garante confiabilidade e segurança ao dizer: a amostra “X” contém certa quantidade de proteína. O estudante deve refletir e sentir-se seguro sobre práticas manipulativas em química, pela necessidade de adaptações, como, por exemplo, a necessidade de diluir um medicamento.

Aula 6: Como funciona um laboratório de Análises Clínicas (LAC)?

Nesta última etapa os alunos divididos em grupos, realizaram a visitação em LAC, onde conheceram a rotina dos profissionais da área. Os estudantes puderam discutir os principais testes e equipamentos, com ênfase em Urinálise. Neste momento foi levantada a seguinte questão para reflexão: como a química/bioquímica está relacionada com o diagnóstico de patologias?

Os grupos tiveram contato com kits padronizados de análises laboratoriais e responderam à seguinte questão problematizadora: como fazer um teste bioquímico para identificação de proteína? Como fazer um teste bioquímico para identificação açúcares? Realizaram testes práticos, em que ficaram atentos a questões importantes como prazo de validade, metodologias de utilização, entre outros.

Figura 10: A: Frasco de tira reagentes para análise urinária 10 parâmetros, tiras teste para a determinação semi quantitativa de dez parâmetros na urina. B: Análise da amostra, contendo albumina.



Fonte: Arquivo pessoal.

Tendo contato com os Kits de Análise (Figura 10), na última etapa da SEI, os alunos compreenderam como as análises brutas podem ser refinadas, gerando testes seguros e rápidos, o que os auxilia no diagnóstico rápido de algumas patologias.

A SEI foi avaliada durante toda as etapas, conforme sugerido por Carvalho (2013). Como atividade síntese, realizamos a construção colaborativa de mapas conceituais. Nele pudemos observar a integração dos conteúdos e seu aprendizado. A avaliação da aprendizagem procedimental e atitudinal foram realizadas durante o desenvolver das aulas e por processos auto avaliativos e avaliação dos demais membros da equipe.

Carvalho (2013) enfatiza a necessidade de se realizar uma avaliação formativa, onde o professor orienta seus alunos no reconhecimento de seus avanços e conquistas. Ressalta a necessidade de avaliação dos três pilares da aprendizagem: conceituais, procedimentais e atitudinais. No final da SEI, foi realizada uma auto avaliação, avaliação dos alunos pela sua equipe, e avaliação do professor. Também foi sugerido a confecção de relatórios finais em grupo, que foram entregues via correio eletrônico.

Metodologia de análise de dados

A metodologia de análise utilizada para tratamento dos dados obtidos na pesquisa foi a de Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011). Bardin (2011), afirma que esse tipo de análise nada mais é do que tratar informações adquiridas a partir de mensagens, podendo ser uma análise dos “significados” (classificada como temática), ou dos significantes (análise dos procedimentos).

Neste caso foi utilizada a análise temática. A técnica de análise de conteúdo é composta por três grandes etapas, sendo elas: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados e a interpretação. Bardin (2011) define a primeira etapa como uma fase de organização, podendo se utilizar procedimentos diversos como: leitura flutuante, apontamento de objetivos, hipóteses e elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação.

A segunda etapa consiste na codificação dos dados a partir de unidades de registro, que é seguida pela categorização, ou seja, consiste na classificação de elementos, segundo suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns (BARDIN, 2011). Finalmente, na terceira etapa ocorre o tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Este é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica, culminando nas interpretações inferenciais.

Segundo Bardin (2011), a análise de conteúdo “é um método muito empírico, dependente do tipo de “fala” a que se dedica e do tipo de interpretação que se pretende como objetivo” (BARDIN, 2011, p. 36), porém nos ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum, conduzindo a descrições do tipo qualitativas (MORAES, 1999). A matéria prima desse tipo de análise pode ser qualquer tipo de material oriundo da comunicação, seja ele verbal ou não verbal, como, por exemplo: relatórios, questionários, entrevistas, vídeos, até mesmo desenhos, entre outros.

Dessa forma quando recebemos dados a serem analisados, os mesmos chegam até nós de forma “crua”, necessitando serem processados a fim de facilitar a interpretação e compreensão dos mesmos, o qual se considera um dos principais objetivos desse tipo de análise, Henry e Moscovici (1968 apud Bardin, 2011), dizem que “tudo o que é dito ou escrito é suscetível de ser submetido a uma análise de conteúdo”.

Um ponto importante a ser destacado dentro da análise de conteúdo, é de que uma mensagem pode ser interpretada de diversas formas diferentes, dependendo do que se quer analisar a partir da mesma. Moraes (1999) afirma que, em sua vertente qualitativa, a análise de conteúdo parte de vários pressupostos, os quais, ao analisarmos um texto, servem de suporte para captar seu sentido simbólico, contudo, esse texto pode ter diferentes significados, pois o sentido nem sempre é manifesto, podendo ser focado em função de diferentes perspectivas (MORAES, 1999).

Os sentidos podem aparecer de diferentes formas, onde, o sentido que o autor da mensagem analisada pretende expressar pode coincidir com o sentido percebido pelo leitor do mesmo, ou o sentido do texto poderá ser diferente de acordo com cada leitor. Também acontece de um mesmo autor emitir uma mensagem, onde diferentes leitores poderão captá-la com sentidos diferentes e por último, um texto pode expressar um sentido do qual o próprio autor não esteja consciente (MORAES, 1999).

A análise categorial é o tipo de análise mais antiga e na prática a mais utilizada, e segundo Bardin (2011, p. 201), “funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, e posteriormente em categorias segundo reagrupamentos analógicos”. Pode ainda ser uma análise temática, construindo as categorias conforme os temas que emergem do texto.

Dessa forma, analisaremos as entrevistas e questionários obtidos durante a SEI, respostas dos participantes da pesquisa (docentes e discentes), através da análise temática do conteúdo. Estas serão classificadas em diferentes categorias estabelecidas a posteriori. Segundo Bardin (2011) classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros, e o que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles.

Buscando responder os objetivos do projeto, bem como as questões de pesquisa, validou-se os questionários pelo grupo de pesquisa, que foram aplicados em uma turma piloto em junho de 2018. Após aplicação e discussão com o grupo de pesquisa, os questionários foram adaptados para aplicação em junho de 2019, resultando na coleta de dados desta pesquisa.

Concomitantemente, a SEI foi construída e validada segundo Guimarães e Giordan (2013), pelo processo EAR (Elaboração – Aplicação – Reaplicação) que consiste em uma análise sistematizada de elaboração e validação de Sequências Didáticas. Elaborada e aplicada com a turma piloto de 2018, foi validada pelos pares no grupo de pesquisa, reelaborada e reaplicada na turma de 2019, onde obteve-se os

dados empíricos que serão discutidos sob o olhar da fundamentação teórica.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensino contemporâneo, faz-se necessário pensar em uma reestruturação curricular. Apesar da PBL se apresentar uma solução aparentemente definitiva para essa reestruturação, devemos levar em consideração que existem aspectos extremamente positivos desta pedagogia e que têm contribuído para o aprimoramento de cursos médicos e não médicos (TIBÉRIO *et al.*, 2003; RONN, *et al.*, 2019), porém ainda carecem de estudos.

Nesta proposta pedagógica, assim como descrito na SEI, os alunos recebem cada vez mais responsabilidade por sua própria educação e desenvolvendo a autonomia (BARROWS, 1980; 1994; CARVALHO, 2013). Ambas as metodologias visam formar alunos independentes que podem continuar aprendendo por conta própria na vida e nas carreiras escolhidas. Assim, fica como responsabilidade do professor, nortear o estudo e fornecer orientações e recursos educacionais que facilitem seu aprendizado. Como fundamentado, para instigar os alunos na busca do conhecimento, é importante que as problematizações e contextualizações sejam baseadas em questões do mundo real dos estudantes e das respectivas necessidades profissionais, como por exemplo a carreira médica, fazendo com que se apropriem do problema em busca de soluções, o que ocasionará a aprendizagem (CAÑAL; PORLÁN, 1987; CAÑAL; PORLAN, 1988; BARROWS, 1996; CARVALHO, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2018).

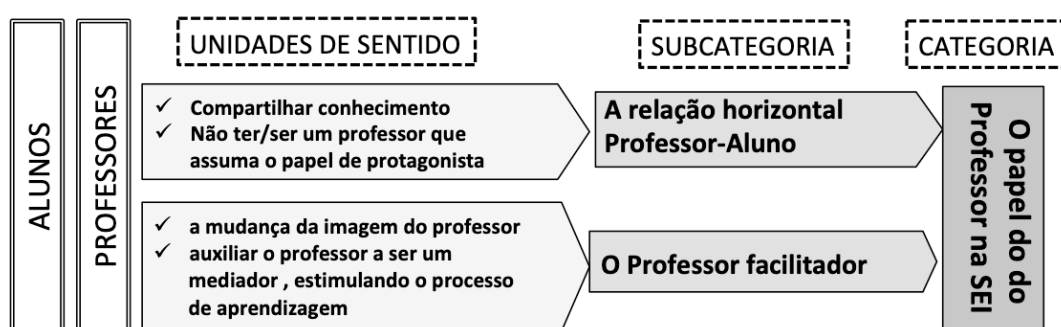
As análises foram realizadas a partir das transcrições dos questionários respondidos por 24 alunos (A1 até A24) que vivenciaram a SEI e das entrevistas com dois docentes que acompanharam a aplicação da SEI (P1 Professor Doutor da Clínica Médica e P2 Professor Doutor da disciplina de Bioquímica). Como esperado, pudemos observar uma linguagem coloquial na entrevista, enquanto os questionários continham uma linguagem mais formal. A análise de conteúdo segundo Bardin (2011), originou quatro categorias definidas a posteriori (Figuras de 11 a 14) e realizada a partir das lentes dos referencias teóricos escolhidos.

Apesar das questões propostas no questionário dos alunos (Apêndice 2) e na entrevista docente (Apêndice 3) serem diferentes, as análises nos levaram a unidades de sentido semelhantes, resultando as mesmas subcategorias, e conseqüentemente categorias. Esse fato resultou nas categorias de 1 a 3, que consideram as opiniões tanto dos professores, quanto dos alunos. As categorias podem ser assim descritas

“O Papel do Professor na SEI”, “Recursos Didáticos Presentes na SEI” e “A Sei como proposta metodológica nos currículos PBL”. A categoria quatro “Os desafios do professor contemporâneo” foi obtida apenas na entrevista docente.

O Quadro 9 (Apêndice 1) referente a categoria 1: “O Papel do Professor na SEI”, traz os extratos transcritos obtidos do questionário dos alunos (Apêndice 2) e da entrevista docente (Apêndices 3 e 4) que originaram as unidades de sentido e as suas respectivas subcategorias. A Figura 11 esquematiza a síntese dessa análise.

Figura 11: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo dos questionários dos alunos e da entrevista docente e suas respectivas subcategorias, referente a categoria 1: O Papel do Professor na SEI



Fonte: Autoria própria.

Assim como relatado pelos estudantes e pelos professores P1 e P2, ambos trazem a intenção de compartilhar o conhecimento. É consenso que a relação professor-aluno deve ser horizontal (subcategoria 1.1).

1.1.1/A7: O professor deixa de ter o papel de líder para assumir uma postura de facilitador e norteador da aprendizagem, **prevalecendo uma relação horizontal entre profissional e alunos.**

1.1.1/P1: **Então tem que sair daquele padrão né, daquele patamar que o professor é o foco e ele sabe tudo.**

Assim, na PBL, o professor-tutor norteia os alunos na construção do novo conhecimento que será adquirido, a partir do conhecimento prévio (COSTA 2011; TIBÉRIO *et al.*, 2003). Nessa relação, tanto professores quanto alunos concordam que o professor não deve assumir o protagonismo. Isso resultou a subcategoria que propõe que a relação entre professor e aluno deva ser horizontal.

O professor deve evitar fornecer informações prontas, sendo facilitador, promovendo autonomia crescente na aquisição de conhecimentos (MARTINS *et al.*,

2018). Nos levantamentos dos dados, observamos essas premissas, partindo dos alunos e professores:

1.1.2/A13: Em nenhum momento diminui o mérito do professor, muito pelo contrário. O professor continuou sendo a pessoa que mais sabe da relação, mas deu espaço para que os alunos desenvolvessem seu aprendizado, **cada um à sua maneira e no seu tempo e, quando necessário ou solicitado, o professor ajudava, respeitando o próprio processo de aprendizagem individual do aluno.**

1.1.2/P1: Aprende junto. Eu acho que a... mensagem da metodologia ativa, e a gente vê isso, **é que a gente aprende junto.**

Almeida e Batista (2013) relatam em seus estudos que praticamente todos os professores (94,74%) concordam que o significado do processo de aprendizagem em currículos com “metodologias ativas”⁶ tem mudado o papel do professor. Nesse sentido, a visão do professor como detentor do saber vem perdendo espaço, ou seja, o professor não tem a verdade absoluta. Os participantes da pesquisa percebem necessidade da contestação e estão cientes que “juntos” eles construirão seu conhecimento. Devido aos alunos já estarem imersos na PBL, muitos chegaram a comentar que já viam o professor no papel de tutor no processo de aprendizagem, e que apesar do pouco tempo, já estavam se acostumando a isso.

Devemos levar em consideração, que durante o processo de estudo para o vestibular, muitos jovens se isolam e aprendem a estudar sozinhos, com repetição e memorização de exercícios e teorias, muitas vezes com sistema apostilado (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014). Segundo Salvador (1999) a base da PBL deve ser a aprendizagem ativa, desenvolvendo as funções intelectuais, descaracterizando o processo de educação de cunho memorístico, modelo que prevalece no período anterior ao ingresso no Ensino Superior.

A base das propostas na PBL além de favorecer a aquisição do conhecimento de forma ativa, deve focar em um processo de aprendizagem cooperativo e colaborativo, que insere o aluno em uma realidade próxima, desenvolvendo por meio de situações-problema os três pilares: o desenvolvimento dos conteúdos conceituais,

⁶ Nesta pesquisa, partimos do pressuposto que a citação metodologia ativa ou metodologias ativas citadas por muitos autores, englobam um conjunto de metodologias de aprendizagem ativa, ou seja, propostas de ensino centradas no aluno. Neste estudo, enfatizamos metodologias já consolidadas na literatura, a SEI e a PBL, as quais consideramos que são metodologias de aprendizagem ativa.

procedimentais e atitudinais (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014). A SEI realizada neste estudo foi ao encontro destas proposições, fazendo com que os estudantes se engajassem no processo de aprendizagem e assumindo responsabilidades pelo aprender.

Vale a pena mencionar que a citação não caracterizada do aluno A17 (Apêndice 6) “Não, pois já estou acostumado com essa metodologia”, o que sugere que o aluno considera que se apropriou da metodologia oferecida pelo curso.

A subcategoria 1.2 “O professor facilitador do processo de aprendizagem” foi obtida através de unidades de sentido onde a imagem e o papel do professor mudam. Ele deixa de ser o detentor do saber e passa a ser um mediador, facilitando o processo de aprendizagem.

Como vimos, que na PBL tanto na SEI, o professor assume um papel educacional bastante diferente daquele do ensino tradicional. Ele deve estimular os alunos a trabalharem juntos, resolvendo problemas no grupo⁷. Na PBL o professor é chamado de tutor (NEVILLE, 1999), e essa mudança de nomenclatura surgiu para deixar claro a ambos (professores e alunos) o seu papel de mediador do processo. Referindo-se às atividades propostas na SEI, destacamos as menções dos alunos e professores destacadas abaixo.

1.2.1/A1: [...] mudou minhas percepções sobre o papel do professor. De maneira **positiva**, pois ele nos dá as diretrizes e nós fazemos o procedimento e damos prosseguimento ao estudo.

1.2.1/A2: [...] **o professor deve guiar e corrigir se necessário, não expor como um livro, isso já temos.**

1.2.1/A20: **A atividade mudou nossas concepções sobre o papel do professor, que agora aparece como um facilitador, guiando os alunos, ao invés de apenas passar informações.**

1.2.1/A22: O professor, em atividades ativas, apresenta um papel maior na interação dos alunos, atuando como um **tutor**.

Assim, pela nossa análise, as unidades de sentido nos mostram que os alunos anseiam ter um professor facilitador, que os estimule no processo de aprendizagem.

1.2.2/A5: Vejo as atribuições do professor relacionadas a auxiliar o aluno a buscar conhecimento e orientá-lo nesse processo, **não apenas como um transmissor de informações.**

⁷ Na PBL, grupo tutorial são pequenos grupos (geralmente 8-10 alunos), tendo cada grupo o seu professor tutor, onde o problema é analisado e os objetivos da aprendizagem definidos.

1.2.2/A10: [...] se constituem em fornecer materiais que tragam implícitas ou explícitas **orientações para que os alunos encontrem, com uma postura mais ativa e autônoma, os corretos conteúdos, nas mais diversas fontes, por meio de um estudo cada vez menos padronizado e engessado em fontes fornecidas pelo professor.**

Além da mediação em busca do aprendizado, em ambas as propostas o desafio maior dos professores contemporâneos é de estimular os alunos na busca pelo conhecimento, transferindo responsabilidades, como pudemos perceber pelas falas:

1.2.2/P1: [...] **baseada numa situação ou problema, ela se torna muito mais interessante. Eles ficaram muito excitados durante a execução e depois, o posterior, de estarem até surpresos do quanto eles entenderam o que eles fizeram e porque eles fizeram.**
3.2.2/P2: Eu acredito que como a proposta ela, ela, ela parte, ou coloca uma boa **dose de responsabilidade nos alunos** e no grupo, então você observa que existe uma aplicação maior por parte, pelo menos da boa parte desses alunos, em realizarem os experimentos.

É indiscutível a importância em despertar o interesse do aluno, para que assim ele adquira novos conhecimentos (QUEIROZ, 2012). O Professor P2 deixa claro a empolgação vivenciada pelos alunos durante as atividades **“Você vê que os alunos estão realmente ali mais ansiosos, e mais empolgados para fazerem esse tipo de, de proposta”** (3.2.2/P2).

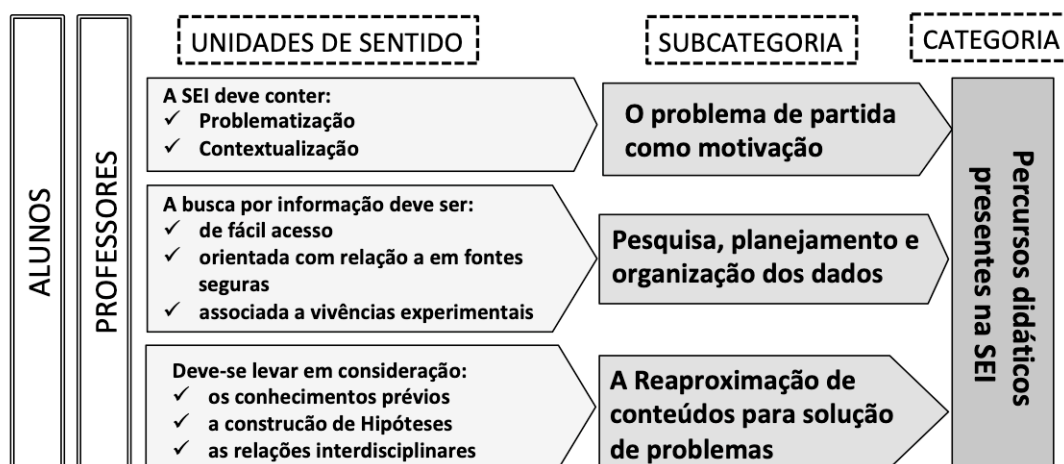
Vimos nesta categoria, que o papel do professor contemporâneo vai além de mediar a aprendizagem. A mudança deve ser realizada de forma gradual, para não ocorrer prejuízos no processo ensino. Professores e alunos viram a necessidade das mudanças, devido ao acesso fácil a informações no mundo globalizado. Muitos autores descrevem a eficácia da PBL (ALBANESE; MITCHELL, 1993; BARROWS, 1986; BOBATO *et al.*, 2018; BORGES *et al.*, 2014; HMELO-SILVER, 2004). Ronn, et al. (2019), fazem uma revisão atual da literatura, e mostram as evidências da efetividade da aprendizagem baseada em problemas na educação médica. Os autores relatam dificuldades dos alunos nos anos finais de formação (internato), no processo de aprendizagem ativo fundamentado na PBL, o que segundo os pesquisadores abre caminhos para novos estudos sobre a análise deste fato, e a produção de pesquisas que analisem propostas enfatizadas nos anos iniciais de formação. Os autores ainda complementam, relatando que:

[...] alguns pontos de dificuldade precisam adequar-se para aprimorar ainda mais este método de ensino, como a inclusão de quadros clínicos nos problemas do **ciclo básico**, maior capacitação do corpo docente para trabalhar com ABP (RONN, et al, 2019, p. 23).

De fato, nossas pesquisas mostraram que apesar da eficácia dessas metodologias estarem descritas de forma reiterada na literatura, existe uma necessidade de pesquisas na área, principalmente no que se diz respeito as estratégias metodológicas adaptativas fundamentadas para inserção das chamadas “pedagogias modernas” (TEIXEIRA *et al.*, 2018; RONN *et al.*, 2019). Por isso nosso interesse na realização desta pesquisa.

Em relação a categoria 2, o Quadro 10 (Apêndice 1) referente a categoria 2: “Percurso didáticos presentes na SEI”, traz os extratos transcritos obtidos do questionário dos alunos (Apêndice 2) e da entrevista docente (Apêndice 3) que originaram as unidades de sentido e as suas respectivas subcategorias. A Figura 12 esquematiza a síntese desta categoria.

Figura 12: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo do questionário dos alunos e entrevista docente, com suas respectivas subcategorias, referentes à categoria 2: Percursos didáticos presentes na SEI



Fonte: Autoria própria.

A categoria 2 “Percurso didáticos presentes na SEI”, é constituída de três subcategorias. A primeira é subcategoria é a utilização do problema de partida como

instrumento para a motivação (2.1). Essa subcategoria envolve questões de problematização e contextualização (RICARDO, 2010; CARVALHO, 2013)⁸.

O problema de partida da SEI, envolvia atividades experimentais investigativas, com alto grau de abertura (MUNFORD; CASTRO E LIMA; 2007). Os alunos A15 e A19 mencionaram encontrar dificuldades nesta etapa. Houve uma **dificuldade inicial para entender o problema proposto (2.1.1/A15)** e [...] **as instruções dadas estavam um pouco confusas, de início, foi difícil entender o objetivo para o qual nos planejamos (2.1.1/A19)**. A fim de minimizar este problema, devemos nos atentar para a seguinte questão:

As situações-problema terão que ser estruturadas e organizadas de tal modo que se apresentem como um problema de fato, mas que ao mesmo tempo os alunos vislumbrem possibilidades de alcançar a solução (RICARDO, 2010. p.8).

Os alunos apresentaram essa dificuldade provavelmente por vivenciarem uma SEI que envolvia uma atividade aberta, para qual eles precisassem planejar antes de realizar, objetivando chegar a um resultado. Além disso, a SEI integrou conhecimentos básicos e clínicos (diferentes áreas). Assim como apresentaremos, muitos alunos mencionaram oralmente nunca terem tido aulas práticas de laboratório, e os que as vivenciaram, foram aulas demonstrativas ou tradicionais tendo as etapas descritas em um roteiro pré-estabelecido. O professor P1 reconhece, “Mas eu acho que o que foi a primeira, a primeira vez. Quando **a gente repetir eles já vão saber do que se trata**” (2.2.3/P1).

A SEI foi contextualizada com dois casos clínicos diferentes: Diabetes e Proteinúria. Com relação as contextualizações propostas, o Professor P2 menciona:

2.1.1/P2: Essa, essa forma que foi feito, que foi proposto, que foi aplicado para essa turma de medicina, já vinha uma espécie de contextualização, de perguntas que direcionavam para um assunto específico, prático, clínico deles. Então foi feita integração com a **professora específica de renal**. Então dependendo da proposta laboratorial, eu acho que pelo o que eu vi e pela pouca experiência

⁸ Segundo o PCN+ a contextualização no ensino de ciências envolve competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural. Os aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo, devem ser reconhecidos e discutidos” (BRASIL, 2018). Já a problematização consiste na construção de situações-problema que irão estruturar as situações de aprendizagem, dando-lhes um significado percebido pelos alunos, uma vez que os problemas científicos não são naturais para os educandos (RICARDO, 2010).

que tenho, essas propostas podem ser encaixadas, elas podem ser montadas dentro de uma situação clínica muito próxima de uma situação clínica laboratorial, de diagnóstico o **que leva o aluno a fazer essa contextualização, essa integração, em termos de conteúdo, em termos de conceitos**; [...] fazendo com que o professor tenha uma atividade mais pró-ativa nesse sentido, também saia da sua zona de conforto, **mas acaba tentando contextualizar melhor alguns conceitos, principalmente na área básica que é o meu caso, bioquímica**. Então a **integração era muito difícil**, o professor lá no primeiro ano tentava contextualizar alguma coisa que, talvez ele veria só no terceiro, quarto ano, mesmo fora de uma aproximação com outras disciplinas básicas. **Era uma coisa muito, muito engessada**. E a medida que a estrutura curricular foi modificada, modelada e que os corpos docentes e as comissões de graduação começaram a pensar nesse sentido, hoje existe uma proposta melhor pra essa **contextualização e essa aproximação de conteúdo teórico, conteúdo básico com a vivência clínica**.

A segunda subcategoria 2.2 refere-se à pesquisa, planejamento e organização dos dados. Uma vez que as propostas metodológicas deste trabalho colocam o aluno como protagonista na busca de seu conhecimento, no caso da SEI em atividades abertas. Munford, Castro e Lima (2007) e Motokane (2015) descrevem que quanto mais aberta for a atividade experimental investigativa, maior o protagonismo do aluno e conseqüentemente melhor a aprendizagem. Dada esta autonomia, onde o aluno será responsável pela busca de informações, devemos nos preocupar com relação a organização e orientação da busca pelo conhecimento (CARVALHO, 2013), e além disso, devemos considerar que devem ser feitas em fontes confiáveis. Desta maneira, o Modelo Sistemático Investigativo – MSI (CAÑAL; PORLAN, 1988), propõe a seleção de alguns tipos de atividades sequenciadas, que visam organizar o fluxo de informações.

Essa subcategoria nos mostrou que os alunos têm fácil acesso à pesquisa, conforme mencionou o Aluno A11 “As facilidades foram possuir meios de pesquisa de forma rápida, para estabelecer uma direção de quais caminhos seguir” (2.2.1/A11). Porém alguns alunos relataram dificuldades “em **fontes confiáveis para servirem de base** para começar a traçar um plano” (2.2.2/A2). O professor P1 deixa claro na sua fala a preocupação “se ele for pensar só lá, embora que a gente saiba que ele possa jogar na internet, no Google, eu acho que mesmo que o planejamento inclua isso sabe, eu vou precisar jogar na internet pra conseguir ai determinadas informações (2.2.2/P1)”.

As metodologias de aprendizagem ativa, envolvem a etapa de pesquisar. Quando pensamos em pesquisa, sabemos que a internet é uma ferramenta muito útil, porém devemos saber onde devemos procurar por informações. Quando pesquisamos no Google, obtemos muitos resultados oriundos de blogs, alunos, etc., que podem conter erros conceituais entre outros. Devemos então, partir do pressuposto, que os alunos saibam a maneira correta de buscar informação. Isso também pode ser orientado durante a SEI

Como última unidade de sentido nesta subcategoria (2.2) temos a unidade de sentido relacionada à falta de vivências experimentais. Foram muitas menções com relação a esse tópico, pois muitos nunca haviam adentrado a um laboratório, como no relato do aluno “Dificuldade em planejar uma atividade em laboratório **por nunca ter utilizado um** (2.2.3/A8).

De maneira geral, na PBL, quando mencionam-se atividades práticas, os trabalhos se referem a atividades em laboratórios de treinamento de habilidades (por exemplo, simulações com pacientes tipo “bonecos”) e atividades médico-práticas para desenvolver atitude médica (por exemplo, postos de saúde), ou seja, atividades relacionada à prática médica (RONN et al, 2019).

Segundo nossas pesquisas, não encontramos na literatura na área de ensino, neste caso para a formação médica, artigos que trazem práticas problematizadoras contextualizadas, envolvendo atividades relacionadas a conteúdos básicos, como por exemplo, imunologia, farmacologia, fisiologia, entre outros. Nossa busca não foi sistematizada, pois não era o objetivo desta pesquisa, porém durante todo o percurso, não foram encontradas menções a respeito.

Com relação ao planejamento, ficou clara a dificuldade dos alunos. Segundo eles:

2.2.3/A3: Entender **como fazer o planejamento, pois achei um pouco confuso, tendo em vista que nunca tinha feito isso antes.**

2.2.3/A4: Apresentei muita **dificuldade em elaborar um planejamento** para aula experimental na parte de montar as reações químicas.

2.2.3/A6: Tive dificuldade em iniciar o experimento e estabelecer um planejamento para montar as reações químicas.

Devido a vários estudantes nunca terem vivenciado aulas experimentais de ciências, durante a SEI, foi dada uma aula expositiva dialogada com as principais

regras de segurança do laboratório. Pudemos contar também com as técnicas da Instituição onde foi realizada a pesquisa, a fim de ajudar os alunos em manipulações específicas, como pesagem, aquecimento de tubos, entre outros.

No que se diz respeito as atividades práticas voltadas às ciências básicas, foi relatado pelos estudantes da pesquisa que, até o momento, os mesmos só teriam realizado uma prática envolvendo extração de DNA, e esta foi realizada com roteiro experimental fechado. De acordo com nossa pesquisa, tudo o que se encontra na literatura, relativo a PBL na educação médica, está relacionado com casos clínicos. Vale a pena mencionar na PBL que não encontramos citações envolvendo conteúdos básicos experimentais. Considerando inovadora, os professores que participaram da SEI, aprovaram a proposta, principalmente com relação a atividade experimental investigativa. Podemos observar pelas falas:

2.2.3/P1: **No começo eles estavam muito perdidos. Eles não sabiam o que e como eles iam fazer.** Mas o que vocês estão pensando, o que é pra gente fazer lá, depois como que a gente vai pensar no laboratório clínico.

2.2.3/P2: Não sei se será uma questão posterior, mas eu achei que a parte no laboratório foi **muito, muito, muito, muito boa**, por conta dos alunos vivenciarem, descobrirem, interagirem bastante entre eles e com o que tinha disponível e na bancada para eles.

Na etapa de planejamento, notou-se que os alunos se mostraram preocupados. Eles perguntavam a todo o momento: como vamos fazer isso? Foi orientado para que eles partissem do caso clínico, levantando as hipóteses dos possíveis diagnósticos, e a partir das hipóteses obtidas iniciarem o planejamento experimental. Este deveria ser feito a partir dos recursos disponíveis, que estavam bem etiquetados e organizados. O que me chamou a atenção, quando fez pela primeira vez um experimento químico, uma reação de complexação, um aluno disse em voz alta: “Ah, era isso que o professor de química queria dizer”. Isso mostra o que o aluno nem imaginava o fenômeno. Provavelmente ele estudou a reação, e ao vê-la ficou surpreso. Reitera a necessidade de aulas experimentais no ensino básico.

Finalmente nesta categoria, temos a última subcategoria “Reaproximação de conteúdos para solução de problemas” (2.3). Essa subcategoria mostra a importância dos conhecimentos prévios para a resolução de problemas (CARVALHO; SASSERON, 2015; CARVALHO, 2013; MOTOKANE, 2015) e discute a importância da interdisciplinaridade para iniciar um bom planejamento e propor hipóteses

(BARROWS, 1986; CARVALHO, 2013; HMELO-SILVER, 2004). O aluno A7 relatou que sua “maior dificuldade consistiu no fato de ter que relembrar e pesquisar assuntos já esquecidos” (2.3.1/A7) e por outro lado, o aluno A22 descreve ter facilidade “devido a conhecimentos prévios capazes de prever a substância prevalente na urina” (2.3.1/A22). Assim, segundo o aluno A7, a dificuldade está em retomar os conteúdos esquecidos, e ambos concordam com a necessidade dos conteúdos prévios, para iniciar o planejamento e conseguinte levantamento de hipóteses.

O professore P1 reitera a necessidade dos conhecimentos prévios pela fala:

2.3.1/P1: Ele lança a situação, a situação ou o problema né, e dá ferramentas para que o aluno vá atrás das próprias perguntas, **baseados no conhecimento prévio que ele tem**, ou seja, do ensino fundamental, ou seja do cursinho, e em cima disso ele construa o seu próprio conhecimento.

Nesse sentido, Barrows e Tamblyn (1980) apontam que na PBL o estudante é estimulado a construir ativamente sua aprendizagem, articulando seus conhecimentos prévios, compartilhando conhecimentos através das discussões do seu grupo. Sasseron e Carvalho (2011b) relatam que essas discussões, muito comuns na SEI, promovem argumentação científica entre os alunos e professor e conseqüentemente promove alfabetização científica.

Devemos desenvolver atitudes e habilidades de todos os tipos, características da ciência e do trabalho científico (CAÑAL; PORLAN, 1988). Observamos assim a menção do aluno A11, que se refere a importância do “fazer ciência”:

2.3.2/A11: Isso foi notado pelo fato de **ficarmos livres para propor um método de comparação que se tornou eficaz diante dos resultados alcançados**. Um método de comparação que, mesmo sabendo anteriormente, efetuamos sem a interferência do professor, ou seja, um tubo com a amostra, um tubo com aquilo que queremos na amostra e um tubo de controle.

Dentre os fundamentos da PBL, discutidos neste trabalho, podemos considerar a necessidade da integração entre conteúdos e conceitos (MAGALHÃES, *et al.* 2019). Precisamos lembrar que os conceitos básicos, no âmbito de conteúdos experimentais, possuem um papel importante na construção do pensamento científico. Ao se depararem com equipamentos, análises laboratoriais, fitas coletoras, os mesmos devem associar os conhecimentos básicos obtidos anteriormente. Foi o que

aconteceu com a aula no LAC, onde puderam ver a aplicabilidade das reações químicas que foram realizadas na SEI. Hmelo-Silver (2004) considera que escola médica deve aperfeiçoar as habilidades do pensamento do estudante e apoiar o desenvolvimento em uma lógica metacognitiva (RIBEIRO, 2003). Nesse sentido, percebe-se que não existe um interesse dos alunos pela pesquisa nas áreas básicas, onde a presença de médicos seria de suma importância. As atividades propostas na SEI realizada podem estimular essa presença.

Nesta mesma linha de pensamento, os professores complementam com as falas:

2.3.2/P1: Pensar né, **porque planejamento é quando ele pensa como que ele vai investigar**. Eu acho que planejamento é importante porque é o momento que ele vai pensar.

2.3.2/P2: Já nessa proposta nova, nessa proposta que teve investigativa, eles são obrigados a ... elaborar uma estratégia, atrai eles mesmo, mesmos vão atrás das informações, vão trazer isso já, um planejamento pra aula, pro laboratório e vão desenvolver isso, que eu acho que a parte mais importante é a parte do desenvolvimento deles. **Tirá-los, realmente, da zona de conforto e colocar esses alunos pra pensar**.

Tanto a PBL quanto a SEI, se fundamentam em propostas interdisciplinares (BARROWS, 1994; CANAL *et al.*, 1997; CARVALHO, 2013, HMELO-SILVER, 2004;). Isso provoca os especialistas da área de ensino em ciências para repensarem os currículos (GOMES *et al.*, 2009). É preciso pesquisar sobre essas mudanças e construir gradualmente propostas mais ativas, uma vez que o perfil do aluno mudou e não podemos correr contra o tempo. Deve-se determinar os conteúdos das disciplinas e sua integração, ligando-as a outras disciplinas dos anos subsequentes, com complexidade crescente e tomando o cuidado para evitar repetições (TIBÉRIO *et al.*, 2003). Os alunos apontam que:

2.3.3/A13: Foi no sentido de poder ver na **prática como o conhecimento das ciências básicas é essencial para a prática médica no futuro**.

2.3.3/A18: O envolvimento desde o princípio do curso nas áreas que estão relacionadas a ele ajuda na ampliação de horizontes (**até mesmo para onde nossa área pode ir ou está incluída**).

2.3.3/A22: Sim, pois estimulam os alunos a planejarem o processo experimental, **analisando reações químicas e interligando-as ao caso clínico**.

A PBL determina a inserção de casos reais e aplicados no primeiro ano do curso (MARTINS, 2015). Nessa reflexão, podemos assumir que a carga horária dispensada aos cursos de ciências básicas nos anos iniciais foi reduzida na proposta da PBL (PAVAN *et al.*, 2019). Assim, segundo os fundamentos da metodologia em questão, as ciências básicas devem permanecer presentes nas discussões oriundas das problematizações presente nos anos finais da formação médica. Nesse sentido, VARGAS *et al.*, (2008) tem estudado a inserção das ciências básicas no currículo integrado do curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina, e seus resultados apontam a necessidade de esforços para que a inserção das ciências básicas ocorra com maior intensidade em todos os anos da graduação, uma vez que a pesquisa mostra que as ciências básicas são enfatizadas apenas nos dois primeiros anos do curso.

A fala do professor P1, referente a interdisciplinaridade nos chamou a atenção “Isso sempre foi um grande problema. **Uma grande celeuma mesmo.** Eu vou falar de novo, especificamente, do curso médico. A gente até brincava **que os primeiros dois anos não era medicina**” (2.3.3/P1). Ele acredita que “o conceito de metodologia ativa que engloba integração entre o básico e a clínica, fica uma terra muito mais fértil” (2.3.3/P1). E relata:

2.3.3/P1: Quando o P2 e você me procuraram eu falei nossa, que coisa interessante né. Porque que eu achei superinteressante, porque primeiro assim: **porque eles viram o porquê a bioquímica é importante né.** Como a **gente transpõe esse conhecimento básico para aplicação clínica.**

2.3.3/P1: Só que aqui não usa 5% do raciocínio que vocês utilizaram lá. Então eu acho que conseguiu integrar de uma maneira assim, muito é ... adequada. Olha como entender uma reação química pode me auxiliar a interpretar um exame de urina 1. **Que aquela fitinha nada mais é do que um monte de reação química.** [...] se eu quiser identificar glicose, se eu quiser identificar albumina, é a mesma coisa.

2.3.3/P2: Eu acredito que ... dessa experiência que eu tive, que foi bastante positiva, dá pra se aproveitar muita coisa e se aplicar, especialmente, **na bioquímica, e a gente consegue fazer por uma integração bastante grande.**

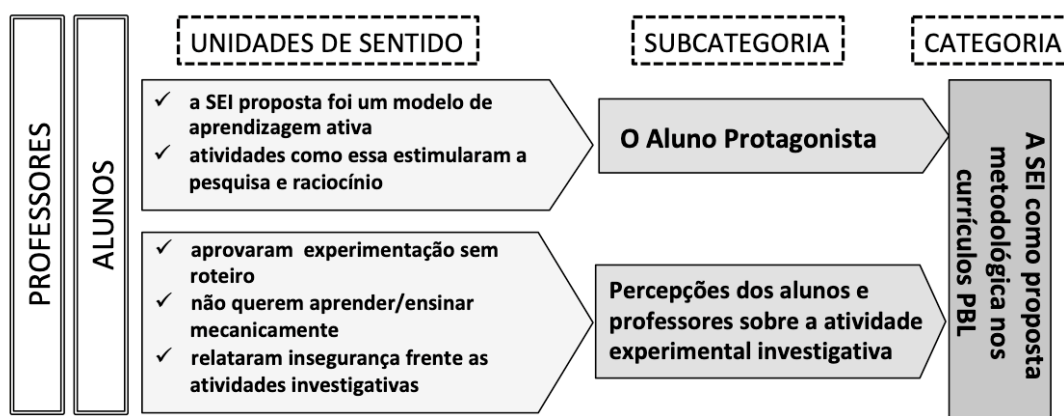
Como já apontado anteriormente, para implementar a PBL, devemos reestruturar o currículo. Durante as inovações curriculares, Abreu Neto *et al.* (2003) relatam como desvantagens a:

[...] resistência dos professores à mudança (29,4%); fase de experimentação (23,5%); diminuição da carga horária de algumas disciplinas (17,6%); aumento da carga horária curricular (11,7%); **dificuldade de integração entre as disciplinas básicas e clínicas** (5,8%); deficiência de disciplinas de formação humanística (5,8%); e mudança do regime anual para o regime semestral de ensino (5,8%)” (ABREU NETO et al., 2003, p. 157, *grifo nosso*).

Segundo Teófilo e Baduy (2017) a perspectiva de integração curricular, substituindo as disciplinas tradicionais pelos módulos integrados, é promissora. Os autores discutem de que maneira as complexas questões metodológicas envolvidas na mudança das escolas são tratadas, e reiteram que a mudança nos currículos é necessária para contemplar o perfil do egresso contemporâneo. Apesar disso, há muita resistência dos docentes e dirigentes das instituições.

No Quadro 11 (Apêndice 1) referente a categoria 3: “A SEI como proposta metodológica nos currículos PBL”, mais uma vez, trazemos os extratos transcritos obtidos tanto os obtidos do questionário discente (Apêndice 2) quanto da entrevista docente (Apêndice 3). As menções expostas originaram as unidades de sentido e as suas respectivas subcategorias. A Figura 13 esquematiza a síntese dessa análise.

Figura 13: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo do questionário dos alunos e entrevista docente e suas respectivas subcategorias, referente a categoria 3: A SEI como proposta metodológica nos currículos PBL



Fonte: Autoria própria.

A categoria 3 “A SEI como proposta metodológica nos currículos PBL” surgiu a partir da análise de conteúdo dos questionários dos alunos e entrevistas dos docentes.

Essa análise resultou em duas subcategorias: O aluno Protagonista e Percepções dos alunos sobre a atividade experimental investigativa desenvolvida na SEI.

A subcategoria “O aluno protagonista” nos mostrou que os alunos consideraram a atividade (SEI) como uma proposta ativa de aprendizagem⁹³, como podemos observar nos trechos:

3.1.1/A4: [...] pois tivemos que sair do convencional e raciocinar para fazer o processo de **planejamento**.

3.1.1/A19: Sim, pois fogem do ambiente de aprendizado tradicional de sala de aula e/ou prática laboratorial com roteiro fixo, **enrijecido**.

Vale a pena mencionar que esta unidade de sentido foi encontrada em todos os questionários, ou seja, a totalidade dos alunos concordaram que esta atividade os mantinha no protagonismo do processo de aprendizagem. Agora cabe a questão se eles sabem de fato o que são metodologias de ensino com propostas ativas ou não, principalmente no que se diz respeito a atividades experimentais, dentro da proposta da SEI realizada.

Nesse sentido, podemos refletir que os estudantes, ao aprovarem a ideia “do novo”, estão de acordo com os objetivos propostos pela PBL (BARROWS, 1996; TEIXEIRA *et al.*, 2018), pois intrinsecamente sabem que se depararão com problemas para os quais não terão um “roteiro preestabelecido”. Afirmações como do aluno A2 “Não recebemos a matéria pronta, **a busca por uma solução foi ótima para aprendizado**” (3.1.1/A2) corrobora com essa prerrogativa.

Foram encontradas unidades de sentido que indicam que A SEI estimulou a pesquisa e o desenvolvimento do raciocínio. Em especial, a fala do aluno 18 (3.1.2/A18) chamou a atenção “[...] buscar as informações específicas e necessárias para a realização da atividade, com pouco conhecimento anterior a ela, **sendo mais difícil, estressante e cansativa, porém com melhores resultados, mais absortivos**”, mostrando que atividades que fazem pensar tirando o aluno da “zona de conforto”, podem produzir aprendizagens mais eficientes.

Sacchetim *et al.* (2012) relatam em sua pesquisa com vinte professores, que dentre os desafios da PBL está o de fazer com que o aluno busque seu conhecimento.

⁹ Segundo a visão de aprendizagem ativa dos próprios alunos em fase inicial do curso de graduação em medicina fundamentado na PBL.

Em relação aos pontos negativos levantados nas falas dos entrevistados, foram citadas a insegurança dos alunos e a resistência de docentes e/ou discentes em relação ao método, o que justifica as dificuldades de alguns discentes de se adaptarem” (SACCHETIM *et al.*, 2012, p. 15).

Durante minha imersão para a realização da pesquisa, pude notar uma imaturidade e ansiedade dos participantes (professores e alunos) com relação as propostas ativas de ensino. Percebi que precisam de apoio pedagógico no processo de transição e adaptação, o que não é simples e precisa ser levado em consideração.

A subcategoria (3.2), está relacionada às Percepções dos alunos sobre a atividade experimental investigativa, que foi desenvolvida na SEI. Inicialmente, os alunos encontraram dificuldades em compreender a proposta. Durante a pesquisa, percebi também a expressão facial de susto, e apesar de serem alunos dedicados, relataram oralmente surpresa ao receberem a proposta. O professor P1 (3.2.3/P1) usa os seguintes dizeres: “[...] desde **a fase da ansiedade, da insegurança do início**”. Carvalho (2013) aponta a importância de se deixar claro para o aluno o problema, os recursos e os objetivos do experimento investigativo, porém como foi a primeira experiência nessa proposta, eles apresentaram receio, que foi se ajustando com o decorrer da SEI.

Deste modo, a princípio acreditavam que não seriam capazes e estavam muito inseguros. Apesar disso, após a realização da SEI, nove dos 24 alunos, mencionaram explicitamente nos questionários preferirem atividades sem roteiro.

3.2.1/A3: Seria pior, **pois não nos estimularia a fazer testes e experimentos, não visando a criatividade e não fixar as atividades.**

3.2.1/A7: Seria pior, uma vez que o resultado do roteiro já é esperado e conhecido, **logo não estimularia o empenho cognitivo do aluno.**

3.2.1/A20: Em caso de presença de roteiro, a atividade **seria mais fácil, porém muito menos proveitosa didaticamente**, já que pouco seria apreendido com a prática.

Os alunos também relatam que experimentos sem roteiro os fazem estudar e planejar. É importante que o aluno adentre o laboratório ciente do que irá realizar e quais recursos ele tem disponível, sendo o planejamento fundamental.

3.2.1/A2: [...] **estaria só executando, sem estudo, pesquisa, pró-atividade.**

3.2.1/A10: [...] **não iria estimular a pesquisa prévia dos alunos**, que proporcionou expandir os limites de conhecimento[...].

3.2.1/A16: Seria pior, já tive aula laboratorial com e sem roteiro, prefiro entender os objetivos e processos envolvidos antes e acho que ser impelido a escrever o roteiro **me obrigou a compreender antes**.

3.2.1/A23: Penso que seria pior, pois não ocorreria o **envolvimento com o estudo prévio**.

O que nos chamou atenção foi a fala do professor P2 (3.2.2/P2) “Como eles trazem uma proposta, eles estão num nível de atenção, empolgação maior do que em uma aula prática tradicional com roteiro já pré-estabelecido”.

Segundo os pressupostos do Ensino por Investigação (CAÑAL; PORLAN, 1988; CARVALHO, 2013; GARCÍA; CAÑAL, 1995), o levantamento de hipóteses, bem como o planejamento são etapas importantes no processo de aprendizagem. Em grupo, os alunos recordam saberes, e constroem novos a partir de uma proposta que os instigue a buscar soluções. Ao detectar problemas específicos a serem investigados, os grupos de alunos promovem a expressão de esquemas conceituais e outras aprendizagens anteriores sobre o problema investigado, incluindo as possíveis hipóteses explicativas (CAÑAL; PORLAN, 1988).

Ao final da aula prática, presente na SEI, o que mais me chamou atenção foi o entusiasmo dos alunos ao chegarem na resolução do caso clínico, a partir dos experimentos por eles planejados.

Assim como os estudantes, os professores P1 e P2 entrevistados, consideraram a SEI aplicada como um modelo de aprendizagem ativa. O professor P1 (2.1.1/P1) cita a PBL como o precursor das metodologias ativas “Metodologia ativa, de ensino e de aprendizado, não precisa ser exclusivamente baseada na PBL, mas foi a PBL que iniciou, esse novo conceito de metodologia ativa”.

Devemos mencionar que, na verdade que os processos ativos de aprendizagem tiveram suas raízes na teoria do conhecimento do filósofo americano John Dewey (BARROWS, 2006; DEWEY, 1980), no final da década de 1960, como resultado dos trabalhos Barrows (BARROWS, 1986; 1994).

A fala do professor P2, ressalta a necessidade de colocar o aluno como protagonista de seu processo de aprendizagem.

2.1.1/P2: Eu vejo que **a metodologia tradicional ela muitas vezes não coloca o aluno pra pensar, ou participar**. Eu acho que **a PBL ele tem uma proposta mais participativa, mais ativa, e tenta**

envolver mais o aluno na questão, no tema proposto. Então eu imagino que essa proposta tenta tirar o aluno da zona de conforto.

Isto está de acordo com os pressupostos da PBL, que diz que o aluno deve ter autonomia e ser responsável pelo seu aprendizado (BARROWS, 1986; 1994; DEWEY, 1980). Nesse sentido, a SEI aplicada corrobora na promoção da autonomia do aluno. Na unidade de sentido “A SEI estimulou a pesquisa e raciocínio”, os professores relatam:

2.1.2/P1: Vamos **fazer um experimento, mas não era com essa autonomia que foi dada aos alunos.** Claro que vocês estavam lá, supervisionando, mas os alunos tiveram a autonomia de ver como que eles iam fazer essa investigação.

2.1.2/P2: E durante essa prática investigativa é interessante que os alunos interagem, inclusive conosco com questões, o que não costuma acontecer quando acontece com o roteiro. **O aluno chega ao final do experimento, obtém um resultado, mas ele não se questiona por que que chegou, como chegou, o que que realmente aconteceu, qual que era o objetivo, se isso não estava claro ou não.**

Quando os alunos chegaram no final do experimento, muitos grupos se dirigiram aos professores ainda inseguros. Neste momento os professores perguntavam se eles tinham certeza e como poderiam trabalhar experimentalmente para ter essa certeza. Foi orientado para que utilizarem quantidades de reagentes semelhantes nos testes, tanto no controle (padrões) quando na amostra “X”. Assim muitos grupos retornaram nas bancadas fizeram os experimentos, seguindo um roteiro experimental feito por eles, do tipo, branco, controle e amostra “X”.

Nesta mesma subcategoria (3.2) surgiu a unidade de sentido que mostra que os alunos não querem aprender de maneira mecânica e nem os professores querem ensinar desta maneira. Nesse sentido, nas respostas dos questionários, foram encontradas menções onde os alunos deixam claro a preferência por atividades investigativas.

3.2.2/A12: A aprendizagem seria **mecânica** e técnica, porém sem garantir o entendimento do aluno aquele procedimento.

3.2.2/A14: Se a atividade fosse apresentada com um roteiro experimental, a minha aprendizagem seria pior, uma vez que a atividade se tornaria mais **mecânica**.

3.2.2/A17: Pior. Seria feita de forma **mecânica**, sem análise crítica acerca dos métodos.

Assim como os alunos, os professores que acompanharam a SEI, relataram a aprovação da experimentação investigativa, pelo fato de o aprendizado não ser “mecânico”. Podemos observar na fala de P2 “**Você o tira da zona de conforto, põe ele pra pensar.** Difere um pouco da forma tradicional, quer dizer, a gente tem ainda hoje aula prática com roteiro né, definido, o aluno vai e repete tudo aquilo que a gente faz, tudo, e aí ele chega, todos vão chegar, se fizerem corretamente, na mesma conclusão (3.2.2/P2).

Esses relatos apontam que os docentes e estudantes tem por objetivo o desenvolvimento da autonomia, embora alguns estudantes não tenham clareza disso. Segundo Barrows e Tamblyn (1980), o modelo pedagógico norteado pela PBL deve também ensinar ao estudante como estudar para aprender pelo resto da vida profissional.

Foram explicitadas pelos alunos menções sobre a SEI desenvolver o interesse. Cañal e Porlan (1988), citam a importância de desenvolver atividades no campo dos interesses dos alunos, o que eles chamam de desenvolvimento de motivação intrínseca. Dentro da proposta aplicada, os relatos dos alunos A9 e A24 (3.2.3/A9 e 3.2.3/A24) que vivenciaram a SEI, corroboram com essa perspectiva. O aluno A9 diz que experimento com roteiro pré-estabelecido “[...] seria pior, pois a gente passaria a seguir passos como “**máquinas**” sem aplicar nosso conhecimento e instigar nossa curiosidade” e A24 diz que “[...] seria pior, pois seria bem menos interessante e eu me envolveria menos”. A resposta de um outro aluno (3.2.3/A10) me chamou a atenção quando afirma que “[...] pois além dos objetivos propostos, os alunos puderam fazer outros experimentos com os mesmos reagentes disponíveis”. Essa resposta, pode nos sugerir que o aluno (e seu grupo) gostou da “liberdade” encontrada na aula experimental, testando experimentos que ora tinham sido eliminados do planejamento, devido ao caso clínico.

No caso das SEI, Carvalho (2013) aponta que uma vez apropriado. Um problema, o aluno passa da ação manipulativa para a ação intelectual, observando o meio em que se encontra inserido a partir da importância da tomada de consciência.

A resposta do aluno (3.2.3/A5) corrobora essa informação quando relata no questionário “Um roteiro experimental diminuiria **nossa liberdade de testar diversas substâncias no laboratório**, mas, por outro lado, nos deixaria mais seguros sobre estar ou não no caminho certo”. Durante a observação da aula, pudemos perceber

que após a descoberta do conteúdo da “amostra X” os alunos ficavam bem exaltados. Porém muitos grupos retornavam a bancada com “curiosidade”, utilizando todo o tempo disponível no laboratório didático, testando e conhecendo os fenômenos sem “obrigatoriedade”.

Por outro lado, o aluno A6 (1.2.3/A6) aprovou a atividade sem roteiro, porém relatou insegurança: “A ausência de um roteiro prévio permite maior liberdade ao aluno, mas também pode deixá-lo inseguro sobre como agir. A constituição de um roteiro experimental mais flexível e aberto a adaptações seria adequado, pois coíbe a autonomia do estudante e, ao mesmo, sugere maneiras de como iniciar e conduzir o experimento”. Nesta resposta o aluno sugere um roteiro parcialmente aberto. Nesse sentido seria possível realizar uma investigação estruturada, com nível de abertura 2 proposta por Munford e Castro e Lima (2007) (vide Quadro 2), onde o objetivo é dado, o material e o método são dados em parte, deixando aberta apenas a solução (MUNFORD; CASTRO E LIMA, 2007). Isso nos mostra mais uma vez que precisamos investir na implementação da proposta PBL, que demanda processos adaptativos. A SEI pode ser utilizada para auxiliar essa adaptação.

Assim finalizamos a discussão da categoria 3, que nos mostrou os benefícios da inserção da SEI como proposta metodológica nos Currículos PBL.

Com os resultados até aqui discutidos, encontramos várias similaridades fundamentais entre as duas metodologias (PBL e SEI), assim como o aluno protagonista do processo de aprendizagem; a importância de se elaborar um “bom problema” e ter sua compreensão apropriada; a aplicação prática envolvendo “problemas reais”; a importância dos conhecimentos prévios; o trabalhar em grupos e trocar conhecimentos e o aprendizado prático interdisciplinar (BARROWS; TAMBLYM, 1980; CAÑAL; PORLAN, 1988; CARVALHO, 2013; GARCÍA; CAÑAL, 1995; LEE; KWAN, 1997).

A utilização de linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses, bem como futuras sínteses, também são muito importantes. Durante a etapa de planejamento, os alunos foram orientados a organizar e escrever os pensamentos do grupo, no papel pardo que estava sobre a bancada (Figura 9). Vimos também que com a inserção da SEI, estimulamos a alfabetização científica e a compreensão das características da ciência (CARVALHO, 2013; SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011a, 2011b).

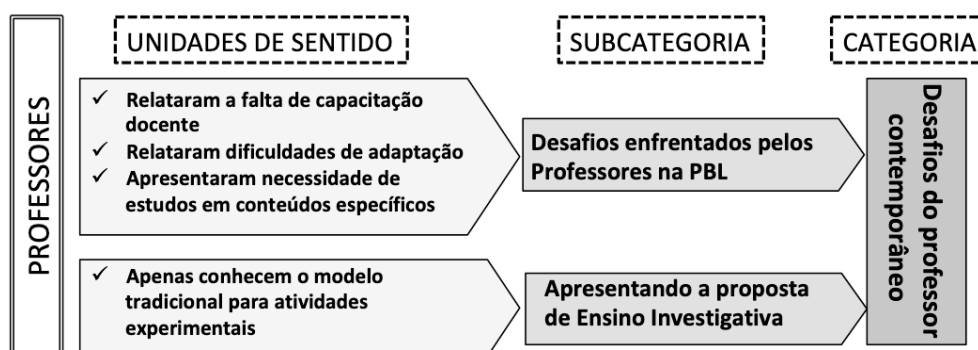
A SEI envolveu etapas de pensamento científico (Figura 14), o que promove reflexão de como a ciência evolui e se constitui como tal (MATHEWS, 2012). Destacamos o relato do Aluno A11 “[...] foi importante, pois constatamos a eficácia do método científico de comparação e para termos práticas de como é feito os exames que determinam certas doenças” (2.1.2/A11). O aluno cita que constatou a eficácia do método científico. Na verdade, o objetivo foi a construção de uma metodologia analítica para resolver o problema proposto, como por exemplo o uso de padrões (quando cita comparação), e não comprovar métodos científicos.

Esses processos resultam no desenvolvimento de habilidades específicas, incluindo as estratégias metacognitivas (RIBEIRO, 2003) e de raciocínio apropriadas (HMELO-SILVER, 2004).

Destacamos que a SEI promoveu a aprendizagem, principalmente de conteúdos procedimentais, uma vez que o coração da SEI é um experimento de cunho investigativo. Desta maneira, com a inserção da SEI no currículo baseado na PBL, podemos aumentar o interesse dos alunos pelas ciências básicas, como neste estudo a bioquímica básica, mostrando a importância das conexões entre os saberes. Dentre essas habilidades, podemos mencionar uma alfabetização científica apropriada, a compreensão dos processos científicos, habilidades de se trabalhar em grupo e tantas outras importantes para resolver problemas reais (SUART; 2008).

As categorias um, dois e três, foram oriundas das respostas tanto dos estudantes como dos professores. Já a categoria quatro, surge apenas a partir das falas dos professores entrevistados. O Quadro 12 (Apêndice 1) referente a categoria 4: “Os desafios do professor contemporâneo”, desta vez, trás os extratos transcritos obtidos apenas da entrevista docente (Apêndice 3). As menções expostas originaram as unidades de sentido e as suas respectivas subcategorias. A Figura 14 esquematiza a síntese desta análise.

Figura 14: Unidades de sentido obtidas da Análise de Conteúdo da entrevista docente e suas respectivas subcategorias, referente a categoria 4: Os desafios do professor contemporâneo



Fonte: Autoria própria.

Finalmente, temos a quarta e última categoria “Desafios do professor contemporâneo”. Essa categoria é fruto de duas subcategorias, que trazem os desafios enfrentados pelos professores na PBL (4.1) e apresentada aos professores nas SEI e no Ensino de Ciências por Investigação (4.2).

A unidade de sentido Falta de capacitação docente, se refere a falta de apoio didático pedagógico. Ambos os docentes apontam na entrevista que não foram adequadamente preparados para a proposta ativa, que possui distanciamentos importantes da proposta convencional. O professor P1 chega a mencionar uma capacitação, mas no final desabafa que sente falta. Já o professor P2, diz que “corre atrás”. As falas sugerem que ambos não receberam auxílio para se adaptarem à nova proposta.

Borges et al., 2004 reiteram que a implementação ou transição para um método de ensino como a PBL requer investimentos tanto em recursos humanos quanto materiais. Além disso, enfatizam que se deve priorizar a capacitação de professores e alunos. Tibério *et al.* (2003) corroboram com esta afirmação e também relatam a necessidade de capacitação docente. Segundo os autores, muitas instituições de ensino escolhem seus professores pela sua competência profissional (pessoas renomadas da área específica de conhecimento), ou seja, geralmente profissionais bem-sucedidos.

Com relação a esse assunto, podemos concluir pelas falas docentes a necessidade de atualizações pedagógicas, evitando assim prejuízos no processo de ensino.

4.1.1/P1: O que a gente teve, foi uma capacitação na elaboração do ... do problema, ou da situação né, e uma capacitação de como ser tutor, tá. **Mas assim, ainda, ainda sinto um pouco de falta, por exemplo.**

4.1.1/P2: Não fiz nenhum curso específico, o que eu tenho visto é acompanhar com alguns colegas ... tive recentemente **no congresso de graduação** da USP discutindo uma das, os temas em geral são voltados nesse sentido, em propostas e metodologias novas. E o que eu tenho feito não é exatamente em termo de curso, mas **realmente leitura e uma coisa mais individual.** É ... um outro colega né, de uma universidade, também tem **trocado experiências** nesse sentido, e obviamente né, pra, colocar uma situação mais específica, o curso novo de medicina, como vem com essa proposta na sua ... no seu cerne foi realmente construído nesse sentido, eu tive que **ir atrás um pouco dessas informações** e ... **me atualizar nesse sentido, mas realmente com obrigação, novamente sair da zona de conforto, do que exatamente um oferecimento que aconteceu da universidade pra me preparar nesse sentido.**

Nesse sentido, podemos pontuar que a SEI aplicada também pode contribuir, neste momento, como uma forma de formação continuada de professores.

Sacchetim *et al.*, 2012 relataram que 95% dos professores entrevistados em sua pesquisa, apontam que a PBL exige mais do docente que atua em áreas fora de suas especialidades nas tutorias.

Segundo Walton e Matthews (1989), o planejamento das atividades dentro da PBL é extenso, requerendo horas de dedicação entre colegas de diferentes disciplinas, ou seja, muitas vezes com origens e pontos de vista muito diferentes.

Os currículos que utilizam metodologias ativas/PBL devem contar com grupos de docentes responsáveis pela construção e organização das atividades teóricas e práticas e de outros que operacionalizam essas atividades. As atuações individuais dos docentes relativas a conhecimento e treinamento na metodologia, interesse pessoal e profissional, área de formação, relação interpessoal e também dos grupos podem ser amplificadoras ou comprometedoras do potencial participativo, direcionando decisões no planejamento e na execução das atividades. É importante que o docente tenha concepção do seu real papel em propostas curriculares que utilizam metodologia ativa (ALMEIDA; BATISTA, 2013, p. 194).

A necessidade de capacitação docente, está presente de forma explícita nas falas dos professores entrevistados. O que nos chamou atenção é que nunca tinham ouvido falar sobre atividades investigativas, ou seja, conheciam apenas o modelo

tradicional de experimentação didática e não viam a possibilidade da utilização da SEI na PBL.

4.1.2/P2: [...] a **proposta da PBL seja um pouco precoce em algumas situações**, é algumas vezes eu enxergo que alguns conteúdos são minimamente necessários para os alunos, antes deles partirem numa proposta, de uma situação, de uma contextualização. [...] a **PBL precisa ser colocada, talvez, em momentos mais específicos, isso precisa ser mais bem planejado.**

4.1.3/P1: **A gente da clínica tem que voltar pro básico. Básico tem que aprender com a clínica.** [...] Quando você tenta inverter isso, mesclar isso, quer dizer, trazer pra ele coisas que ele não sabe, ou que **ele não lembra ... é difícil.**

4.2.1/P1: Então, com essa terminologia né, atividade experimental investigativa, não. O que eu tinha assim de conceito de colégio, **até mais demonstrativo e tudo era experimento.**

4.2.1/P2: Não. Foi a primeira vez, **nunca vivenciei um experimento investigativo.**

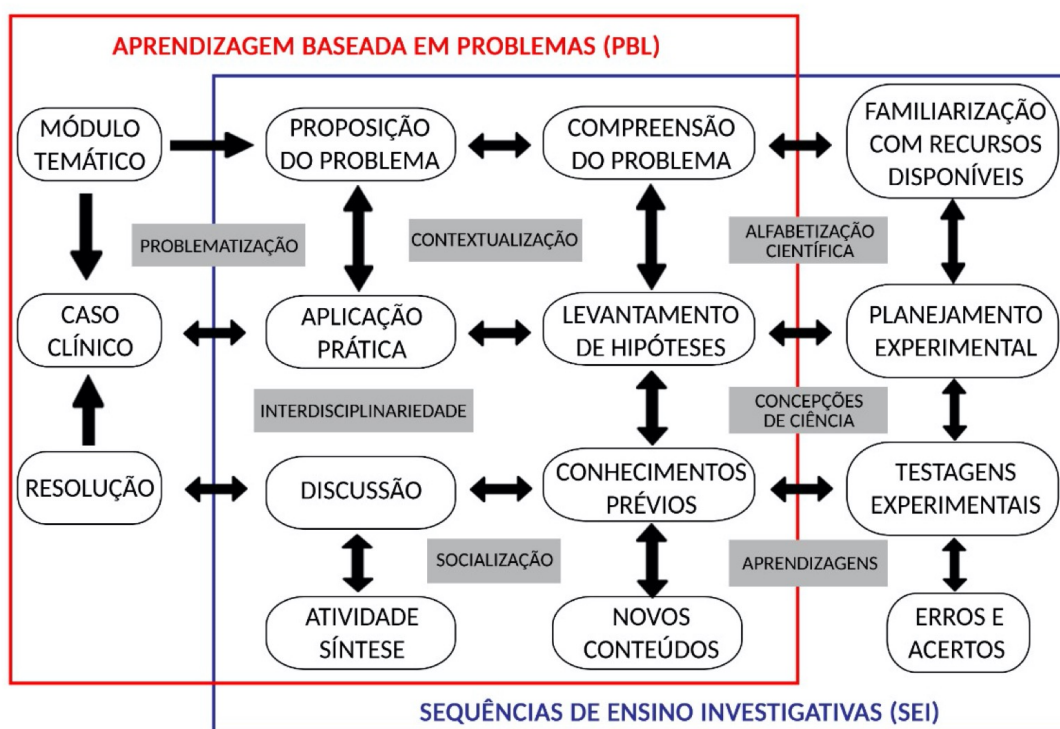
Um processo de ensino baseado na investigação ocorre quando o aluno se torna protagonista de sua aprendizagem, o que está de acordo com os fundamentos da PBL (BARROWS, 1986; 1994; BARROWS; TAMBLYM, 1980) movida por um problema, um desafio, para assim construir hipóteses e desenvolver estratégias para solucionar o problema (ABEGG; BASTOS, 2005).

Nestas atividades, calcadas na PBL, Tibério *et al.* (2003) apontam que a capacitação docente é um problema comum a várias faculdades. Segundo o autor:

[...] na maioria das vezes os professores não têm treinamento específico para atividades didáticas, sendo geralmente profissionais bem-sucedidos escolhidos pelo seu conhecimento da área. O treinamento destes profissionais teria claramente impacto na qualidade de ensino oferecida aos alunos (TIBÉRIO *et al.*, 2003, p. 80).

Com as características da PBL e da SEI, descritas e fundamentadas no Quadros 5 e 6, no Capítulo 6, juntamente com as reflexões deste trabalho, elaboramos a Figura 15. Esta figura apresenta além do que chamamos de “núcleo comum”, as contribuições da SEI aos estudantes em fase inicial de formação, dentro do currículo fundamentado em PBL.

Figura 15: Núcleo comum entre PBL e SEI: Contribuições da SEI dentro do currículo PBL.



Fonte: Autoria Própria

No desenvolvimento da atividade experimental de laboratório com caráter investigativo, os alunos exclamaram comentários como exemplos: “Nossa, esse experimento existe mesmo”, “é isso que o professor de química queria dizer”, “isso é o que a equação química representa”. Isso mostra que, apesar de terem “aprendido” os conceitos, muitos não imaginavam como o fenômeno ocorria. Acreditamos assim que a SEI contribuiu para a alfabetização científica, por discutirem além de conceitos, procedimentos envolvendo conteúdos específicos, que vão desde a química básica e seus testes analíticos até possíveis tratamentos médicos, passando pelos laboratórios de análise clínica (SASSERON; CARVALHO, 2008; 2011a; 2015).

Pode-se notar que os alunos ficaram empolgados, ao utilizarem uma amostra padrão para confirmarem a análise da amostra desconhecida. Se sentiram seguros ao confirmarem os conteúdos da amostra desconhecida, albumina no caso de proteinúria, ou glicose, no caso de diabetes. Assim, através de estudos prévios, descrições experimentais propostas por outrem, eles realizaram o planejamento e conseguiram identificar a amostra, podendo levar a uma reflexão de como a ciência progride e pode ser adaptada.

Nesta proposta, puderam notar que errar é permitido. Sabemos que o erro faz parte do aprender ciências (CARVALHO, 2013), e este fato que não acontece quando temos roteiros preestabelecidos em uma atividade sem abertura, muito comuns nas

atividades práticas propostas no ensino superior (MUNFORD e CASTRO E LIMA, 2007). Puderam perceber nesta atividade experimental que a ciência não é rígida, ou seja, procedimentos podem ser adaptados e utilizados em diferentes propostas, resolvendo diferentes problemas. É preciso saber fazer adaptações, com segurança.

Essa vivência experimental, certamente promovendo aprendizagens de conteúdos procedimentais, pois os alunos tiveram momentos de manipulação de aparatos básicos, como pipetagens, pesagem em balança analítica, aquecimentos, entre outros. Pode-se notar também a presença de aprendizagens atitudinais, uma vez que os grupos tiveram que trabalhar colaborativamente, pois o tempo de cada atividade era relativamente curto. Tiveram então que dividir tarefas durante toda o desenvolvimento da SEI.

Acreditamos que a SEI foi frutuosa também com relação os conteúdos conceituais. Na construção do mapa conceitual realizada na atividade síntese, percebemos que os alunos foram capazes de integrar os conteúdos conceituais. Porém, estudos mais aprofundados para avaliar a aprendizagem significativa devem ser realizados em projetos futuros.

Como discutido, muitos cursos superiores têm optado pelo modelo de ensino ancorado na PBL. Vimos que professores e alunos aprovam o método, que carece de pesquisa, e que é necessário, prepará-los para tais mudanças. Propor estratégias metodológicas como a aqui descrita e analisada, compartilhando os resultados com os pares pode ser uma alternativa. Assim iremos preparar os alunos, fazendo com que eles construam subsídios para resolverem problemas reais no futuro, em uma proposta humanizada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto a PBL quanto as SEI defendem um modelo de aprendizagem ativa, centrada no aluno. Como descrito nesta pesquisa, a eficácia em ambas as metodologias está bem consolidada na literatura. Consideramos assim, válida do ponto de vista da possibilidade de realizar esta pesquisa, a SEI que foi construída, validada e aplicada, com a finalidade de através dela constituirmos os dados analisados.

A SEI constituiu-se de seis aulas, e foi organizada de modo a reaproximar conceitos específicos fundamentais englobando desde os princípios básicos da bioquímica até a resolução de um caso clínico, priorizando atividades experimentais investigativas. Foram duas as problematizações utilizadas, a Proteinúria e o Diabetes mellitus. Na problematização relativa à proteinúria a amostra desconhecida na atividade experimental investigativa era constituída de albumina, enquanto no caso do diabetes, era constituída de glicose. Realizou-se a coleta de dados após a aplicada a SEI, através de um questionário para os alunos e realizando uma entrevista semiestruturada com os professores. A análise dos dados foi realizada a partir do referencial teórico-metodológico da análise do conteúdo, resultando em quatro categorias abertas. Com relação a SEI, ressaltamos a fala de um dos professores: “Os alunos receberam muito bem a atividade, gostaram, se manifestaram muito positivamente, não só para nós, mas também para outros professores de outras disciplinas que tiveram a oportunidade de ter contato com esses alunos logo após a atividade. Se manifestaram através das redes sociais. Então eles ficaram muito felizes com o tipo de atividade, ficaram bastante satisfeitos. E particularmente, na minha visão, eles conseguiram atingir o objetivo, eles conseguiram se programar e encontrar os resultados, montaram um planejamento. Então acredito que, em função disso, você gera essa satisfação por parte dos alunos”.

A pesquisa na literatura nos trouxe várias aproximações teórico-metodológicas entre as SEI e a PBL, desde os pesquisadores considerados seus precursores até sua aplicação prática.

Considerando nossa questão de pesquisa: “Como as SEI podem contribuir na integração de conteúdos básicos a fim de aproximar e facilitar a inserção estudantes de medicina em fase inicial de formação na proposta metodológica adotada pela instituição, ou seja a PBL”? Podemos afirmar que:

A análise dos dados aponta para resultados que mostraram contribuições significativas. A SEI mostrou ter contribuído para uma melhor compreensão das Características da Ciência e a integração de saberes. Valorizou-se o pensamento científico, dando ênfase aos conteúdos procedimentais, importantes para os profissionais da área médica. Ao buscarmos na literatura da área, apontamentos sobre atividades desenvolvidas através da PBL, não são encontradas atividades experimentais descritas. Os experimentos realizados nas disciplinas de conteúdos básicos geralmente não são contextualizados, e pode-se dizer que no âmbito universitário as propostas experimentais continuam a ser desenvolvidas de forma tradicional sem a preocupação com o caráter investigativo.

Durante o desenvolvimento da SEI, professores e alunos apontam que foram estimulados a desenvolverem o raciocínio, a sair da sua zona de conforto. A SEI, assim como a PBL, possibilita o protagonismo do aluno, reservando ao docente a função de facilitador do processo de aprendizagem. Vale a pena mencionar que durante a realização da SEI e a coleta de dados, a troca de conhecimento foi frutuosa. Além disso, o Experimento Investigativo proposto na SEI, pode ser utilizado em outras contextualizações. Nossa contextualização e problematização enfatizou conceitos de bioquímica básica e clínica, casos clínicos. Portanto, a proposta poderá ser reproduzida para outros cursos de ciências da saúde, além da medicina.

A pesquisa aqui descrita indica que as metodologias (SEI e PBL) apresentaram muitos princípios didáticos comuns, utilizando os mesmos pressupostos filosóficos. Apesar disso, as SEI principalmente são propostas na literatura para o Ensino de Ciências na Educação Básica, enquanto a maioria dos cursos cuja proposta pedagógica é a PBL, são descritas e aplicadas no Ensino Superior. É importante ressaltar que na PBL torna-se necessária a reestruturação do currículo.

O ensino superior, tendo mais autonomia que a educação básica, tem aumentado exponencialmente a inserção de propostas pedagógicas ativas, devido a necessidade de mudanças nas práticas pedagógicas que por sua vez tem gerado mudanças curriculares. Observamos que isso ressalta a necessidade de mais pesquisa na área, principalmente no que se diz respeito a processos adaptativos.

Nos cursos de ciências da saúde, foco deste estudo, se preza pela integração natural entre os conhecimentos das disciplinas “tradicionais”, básicas e aplicadas. Os alunos são inseridos desde os primeiros anos nas atividades práticas nos postos de saúde, hospitais, etc. Observamos que nos problemas propostos, as ciências básicas

perdem cada vez mais espaço e acreditamos que muitos docentes não sabem como fazer, devido à falta de atualização e formação pedagógica. Cabe a reflexão de como está sendo realizado o planejamento para a resolução dos problemas, explicitados pelos professores no decorrer da pesquisa, e outros que possam surgir.

Apesar disso, a prioridade gerada pelas mudanças curriculares de se inserir propostas pedagógicas onde se valoriza o pensamento, se organizam para atender as necessidades formativas de profissionais que estão e estarão atuando em um mundo globalizado. Nosso estudo mostrou que a mudança foi bem aceita, descrita como promissora e aprovada por professores e alunos de cursos médicos e não médicos. Fora da Escola e Universidade, as mudanças também crescem rapidamente a cada dia. Neste momento, cabe refletir quando as mudanças ocorrerão na Educação Básica, onde o currículo ainda que se mantém seriado, com disciplinas estanques que não se conversam entre si.

Os dados foram analisados e assim obtivemos quatro categorias. A primeira categoria mostrou que, assim como a PBL, a SEI muda as exigências para o professor. Em ambas as metodologias o aluno tem um papel central no processo de aprendizagem, tornando-se um facilitador do processo, orientando os alunos quanto aos caminhos a seguir para sua aprendizagem. Seu maior desafio, torna-se instigar os alunos na busca pelo conhecimento, apresentando problemas interessantes e reais. As atividades propostas geram autonomia crescente. Nossos resultados mostraram que os alunos esperam ter uma relação horizontal com os professores, e os professores estão abertos a isso.

A segunda categoria nos mostra os percursos metodológicos apontados pelos participantes na SEI. Nela ressaltamos a importância da contextualização na proposição do problema, que é central em ambas as metodologias. Observamos que os alunos devem compreender claramente o problema, para assim, levantar hipóteses a partir dos seus conhecimentos prévios. A SEI também se mostrou interdisciplinar. As características pedagógicas descritas acima, também são fundamentais na PBL.

A terceira categoria sugeriu que a SEI é uma opção de proposta metodológica que pode ser inserida nos currículos fundamentados na PBL. Segundo os professores e alunos, assim como a PBL a SEI é uma proposta de aprendizagem ativa, que estimula a pesquisa e o raciocínio. Nesse sentido, professores e alunos relataram que não querem aprender mecanicamente e relatam frutuosa a troca de saberes. Os estudantes querem saber como a ciência evolui e de que forma está conectada aos

conhecimentos profissionais.

Nossas análises também mostraram que os alunos e os professores aprovaram a realização de práticas experimentais investigativas. Após a realização da SEI, a grande maioria explicitou preferir realizar experimentos sem roteiro. Concluímos que os relatos de insegurança descritos estejam relacionados com a carência dos alunos com vivências experimentais. Neste caso em especial, pois a SEI aplicada foi constituída de experimentos com alto grau de abertura.

A quarta e última categoria, evidenciada apenas nas entrevistas com os docentes, mostra a necessidade de capacitação e da imersão e adaptação aos modelos de aprendizagem ativa. Os docentes possuem formação específica dentro de suas áreas e especialidades e não vivenciaram nenhuma formação pedagógica para a inserção da PBL no currículo. Consideram necessária a reaproximação das áreas, porém encontram dificuldades quanto a interdisciplinaridade, no que diz respeito à conexão entre conteúdos básicos e aplicados. Relatam ter que sair da zona de conforto, estudando conteúdos que antes estavam distantes de suas áreas.

A inserção da SEI, como atividade integrada a um currículo com base na PBL, mostrou ser efetiva nos seguintes aspectos: corroborou com o ensino focado no aluno e no papel do professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem. Assim como a PBL, é desenvolvida a partir de uma problematização que visa estimular os alunos na busca pelo conhecimento, mantendo-se contextualizada e interdisciplinar e prezando pela autonomia e criatividade. Foi capaz de estimular a pesquisa e o raciocínio, principalmente na etapa de planejamento onde foram levantadas hipóteses, alicerçadas nos conhecimentos prévios e na pesquisa individual e em grupo.

Assim, além dos conteúdos conceituais e atitudinais, a SEI contribuiu para a aprendizagem de conteúdos procedimentais, com ênfase nas ciências básicas, enquanto a PBL enfatiza as práticas clínicas. Além disso, os resultados nos mostram que a inserção da SEI pode contribuir para mostrar aos alunos a importância das ciências básicas.

Diante do exposto, defendemos o uso de Sequências Didáticas Investigativas, integradas a currículos com base na PBL, nos ciclos iniciais dos cursos de ciências médicas, a fim de contribuir para a integração de conhecimentos além de facilitar a integração dos estudantes ingressantes e sua adaptação à nova proposta

metodológica. Estas propostas também podem favorecer a formação do professor para se integrar de maneira mais facilitadas às propostas da PBL.

REFERÊNCIAS

ABREU NETO, I. *et al.* Percepção dos professores sobre o novo currículo de graduação da Faculdade de Medicina da UFG implantado em 2003. **Rev. bras. educ. med.**, v. 30, n. 3, p. 154-160, 2006.

ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, n. u, p. 71-96, 21 fev. 2020.

NEVILLE, A. J. The problem-based learning tutor: Teacher? Facilitator? Evaluator? **Medical Teacher**, v. 21, n. 4, p. 393-401, 1999.

ALBANESE, M. A.; MITCHELL, S. Problem-based learning: A review of the literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, v. 68, n. 1, p. 52-81, 1993.

ALMEIDA, E. G.; BATISTA, N. A. Desempenho docente no contexto PBL: essência para aprendizagem e formação médica. **Rev. bras. educ. med.**, v. 37, n. 2, p. 192-201, 2013.

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, v. 13, n. 1, p. 121-138, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BARROWS H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: abrief overview. In: WILKERSON, L.; GILSELAERS, H. (Eds.). **Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice**. San Franscisco: Jossey-Bass Inc, 1996.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986.

BARROWS, H. S. **Practice-based learning: Problem-based learning applied to medical education**. Springfield: Southern Illinois University School of Medicine, 1994.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-based learning: An approach to medical education**. New York: Springer, 1980.

BASTOS, M. G; BREGMAN, R.; KIRSZTAJN, G. M. Chronic kidney diseases: common and harmful, but also preventable and treatable. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 2, p. 248-253, 2010.

BECKER, F. Um divisor de águas. In: MACEDO, L. (Colab.). **Jean Piaget: Coleção Memória da Pedagogia**. Rio de Janeiro: Ediuouro, 2005, p. 24-33.

BOBATO T. T.; COELHO, I. C. M. M.; RIBEIRO, E. R. Aprendizagem Baseada em Problemas no Currículo Integrado Para Graduação em Medicina: Construção Da Autonomia Acadêmica. **Rev. Contexto e Educação**, v. 33, n. 105, p. 52-57, 2018.

BORGES, M. *et al.* Aprendizado baseado em problemas. **Medicina**, v. 47, n. 3, p. 301-307, 2014.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Temas transversais**. Brasília: Ministério da Educação, 1997.

BRASIL. **Resolução CNE/CES 4/2001**. Estabelece as Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação de medicina. Diário Oficial da União, Brasília, 09 de novembro de 2001.

CAÑAL, P.; LLEDÓ, A. I.; POZUELOS, F. J. **Investigar En La Escuela**: Elementos para una Enseñanza Alternativa. Sevilla: Díada, 1997.

CAÑAL, P.; PORLÁN, R. Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 6, p. 54-60, 1988.

CAÑAL, P.; PORLAN, R. Enseñanza-aprendizaje por investigación: La urgente necesidad de un modelo didáctico global. In: IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela, 4., 1986, Sevilla. **Actas [...]** Sevilla: Universidad de Sevilla, 1986.

CAÑAL, P.; PORLÁN, R. Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 89-96, 1987.

CAÑAL, P.; TRAVÉ, G.; POZUELOS, F. J. Análisis de obstáculos y dificultades de profesores y estudiantes en la utilización de enfoques de investigación escolar. **Investigación en la escuela**, v. 73, p. 5-26, 2011.

CAÑAL, P.; CRIADO, A. M.; GARCÍA-CARMONA, A.; MUÑOZ, G. La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de Educación Infantil y Primaria: Concepciones didácticas y práctica docente. **Investigación en la Escuela**, v. 81, p. 21-42, 2013.

CAÑAL, P.; GARCÍA-CARMONA, A.; CRUZ-GUZMÁN, M. **Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria**. Madrid: Paraninfo, 2016.

CAPILHEIRA, M. F.; SANTOS, I. S. Epidemiologia da solicitação de exame complementar em consultas médicas. **Revista Saúde Pública**, v. 40, n. 2, p.289-297, 2006.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Termodinâmica: Um ensino por investigação**. São Paulo: USP, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino de física por investigação: referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. **Ensino em Revista**, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015.

CÉZAR, F. M. **Controle de qualidade laboratorial**: uma atualização em urinálise. 2016. 29p. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

CHALMERS, A. F. **O que é a ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHAVES, C. D. Controle de qualidade no laboratório de análises clínicas. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 46, n. 5, p. 352, 2010.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. São Paulo: Cortez, 2003.

CLAUSEN, P. *et al.* Elevated urinary albumin excretion is associated with impaired arterial dilatory capacity in clinically healthy subjects. **Circulation**, v. 103, n. 14, p. 1869-1874, 2001.

CONCEIÇÃO, C. V.; MORAES, M. A. A. Aprendizagem Cooperativa e a Formação do Médico Inserido em Metodologias Ativas: um Olhar de Estudantes e Docentes. **Revista brasileira de educação médica**, v. 42, n. 4, p. 115-122, 2018.

DEBUS, A. G. **O homem e a natureza no Renascimento**. Porto: PORTO EDITORA, 2004.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Journal of Educational Philosophy and Theory**, p. 53-66, 1988.

DECKER, I. R.; BOUHUIJS, P. A. J. Aprendizagem baseada em problemas e metodologia da problematização: identificando e analisando continuidades e descontinuidades nos processos de ensino-aprendizagem. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009. p. 177-204.

DEELMAN, A.; HOEBERIGS, B. A ABP no contexto da Universidade de Maastricht. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus, 2009. p. 79-100.

DEWEY, J. **Logic: The Theory of Inquiry**. New York: Holt, Rhinehart & Winston, 1938.

DEWEY, J. A arte como experiência. In: DEWEY, J. **Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1980. p. 87-105.

DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 4, p. 543-547, 1999.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARCÍA, J. J.; CAÑAL, P. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación en la Escuela**, v. 25, p. 5-16, 1995.

GIL-PÉREZ, D.; TORREGROSA, J. M. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. **European Journal of Science Education**, v. 5, n. 4, p. 447-455, 1983.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2009.

GINSBERG, J. *et al.* Use of single voided urine samples to estimate quantitative proteinuria. **The New England Journal of Medicine**, v. 309, p. 1543-1546, 1983.

GOMES, A. P.; REGO, S. Transformação da educação médica: é possível formar um novo médico a partir de mudanças no método de ensino-aprendizagem? **Rev. bras. educ. med.**, v. 35, n. 4, p. 557-566, 2011.

GOMES, R. *et al.* Medical training grounded in problem-based learning: a qualitative evaluation. **Interface - Comunic., Saúde, Educ.**, v. 13, n. 28, p. 71-83, 2009.

GOMES, R. *et al.* Aprendizagem Baseada em Problemas na formação médica e o currículo tradicional de Medicina: uma revisão bibliográfica. **Rev. bras. educ. med.**, v. 33, n. 3, p. 433-440, 2009.

GUH, J. Y. Proteinuria versus albuminuria in chronic kidney disease. **Nephrology (Carlton)**, v. 15, n. 2, p. 53-56, 2010.

GUIMARÃES, Y. A. F; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

GUIMARÃES, Y. A.F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011.

HEMPEL, C. **Philosophy of Natural Science**, Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ, 1966. Disponível em:
<https://archive.org/stream/1966PhilosophyOfNaturalScienceCarlGHempel1/1966-->

[Philosophy-of-Natural-Science--Carl-G-Hempel%20%281%29_djvu.txt](#) Acesso em 17 fev. 2020.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: what and how do students learn? **Education Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

HOU, F. F. *et al.* Efficacy and safety of benazepril for advanced chronic renal insufficiency. **The New England Journal of Medicine**, v. 354, n. 2, p. 131-140, 2006.

KICKHÖFEL E. A lição de anatomia de Andreas Vesalius e a ciência moderna. **Sci Stud**. v. 1, n. 3, p. 389-404, 2003.

LEON, L. B.; ONOFRIO, F. Q. Aprendizagem Baseada em Problemas na Graduação Médica – Uma Revisão da Literatura Atual. **Rev. bras. educ. med.**, v. 39, n. 4, p. 614-619, 2015.

MACHADO, C. D. B.; WUO, A.; HEINZLE, M. Educação Médica no Brasil: uma Análise Histórica sobre a Formação Acadêmica e Pedagógica. **Rev. bras. educ. med.**, v. 42, n. 4, p. 66-73, 2018.

MAGALHÃES, P. P. *et al.* Biochemistry and renal function: uses of Inquiry-based teaching sequences to reapproximation of specific concepts. **Rev. bras. educ. med.**, v. 43, n. 1, 2019.

MAGALHÃES, P. P. *et al.* Bioquímica e Função Renal: Utilizações de Sequências Didáticas com Enfoque Investigativo para Reaproximação de Conceitos Específicos. **Rev. bras. educ. med.**, v. 43, n. 1, 2019.

MAMEDE, S.; PENAFORTE, J.; **Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional**. Fortaleza: Escola de Saúde Pública, 2001.

MARTINS, A. C.; FALBO NETO, G.; SILVA, F. A. M. Características do Tutor Efetivo em ABP – Uma Revisão de Literatura. **Rev. bras. educ. med.**, v. 42, n. 1, p. 105-114, 2018.

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.

MATTHEWS, M. R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In KHINE, M. S. (Ed.). **Advances in nature of science research: Concepts and methodologies**. Dordrecht: Springer, 2012.

MELO, W. V.; BIANCHI, C. S. Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p.43-59, 2015.

MINAYO, M. C. S. *et al.* (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2003.

MORAES, T. Coordenador é exonerado de curso de Medicina da USP e fala em conspiração. **JCNET**, Bauru, 11 jun. 2019. Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2019/06/556194-coordenador-e-exonerado-de-curso-de-medicina-da-usp-e-fala-em-conspiracao.html>. Acesso em: 10 out. 2019.

MORAN, J. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/metodologias_moran1.pdf Acesso em: 20 fev. 2020.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 115-137, 2015.

MUNFORD, D. E CASTRO E LIMA, M. E. C. **Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Ensaio, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

NEWMAN, M. **A pilot systematic review and meta-analysis on the effectiveness of problem-based learning**. Cambridge: Teacher and Learning Research Program, Cambridge, 2003.

PAVAN, M. V.; SENGER, M. H.; MARQUES, W. Avaliação da Reforma Curricular de um Curso de Medicina na Perspectiva dos Docentes. **Rev. bras. educ. med.**, v. 43, n. 1, supl. 1, p. 135-145, 2019.

PEDASTE, M. *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015.

Perrenoud P. **A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica**. Porto Alegre: Atmed; 2002.

PICCININI, C. L.; ANDRADE, M. P. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 11, n. 2, p. 34-50, 2018.

POZUELOS, F. J., RODRÍGUEZ, F. P. Trabajando por proyecto en el aula. Aportaciones de una investigación colaborativa. **Investigación en la escuela**, v. 66, 52-57, 2008.

PRADO, W. Desenvolvimento e implantação da nova estrutura curricular na faculdade de medicina de Ribeirão Preto: dificuldades e avanços. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, v. 29, n. 4, p. 373-382, 1996.

QUEIROZ, A. PROBLEM BASED LEARNING, problemas que trazem soluções. **Revista Psicologia, Diversidade e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 26-38, 2012.

RAMOS, E. M. F. O papel da avaliação educacional nos processos de aprendizagens autônomos e cooperativos. In: VON LINSINGEN, I. *et al.* (Orgs.). **Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999, p. 207-230.

RIBEIRO, C. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicol. Reflex. Crit.**, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005. 209 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizado baseado em problemas.** São Carlos: UFSCAR, 2008.

RIBEIRO, L. R. C. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) na educação em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 27, n. 2, p. 23-32, 2008.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma experiência no ensino superior. São Carlos: UFSCAR, 2010.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. In. CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física.** São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29- 51.

RIVERO, A. *et al.* **Didáctica de las Ciencias Experimentales en Educación Primaria.** Madrid: Síntesis, 2017.

ROCHA, F. Correntes pedagógicas contemporâneas. 2. ed. Aveiro: Estante, 1988.

RODRIGUES, G. S. Análise Do Uso Da Metodologia Ativa Problem Based Learning (PBL) Na Educação Profissional. **Outras Palavras**, v. 12, n. 2, p. 24–34, 2016.

ROMERO E HUESCA, A.; RAMÍREZ, J.; LÓPEZ, R.; CUEVAS, G.; DE LA ORTA, F., TREJO, L.; VORHAUER, S. E GARCÍA, S. Galeno de Pérgamo: Pionero en la historia de la ciencia que introduce los fundamentos científicos de la Medicina. **An. Med. (Mex.)**, v. 56, n. 4, p 218-25, 2011.

RONN, A. P. *et al.* Evidências da efetividade da aprendizagem baseada em problemas na educação médica: uma revisão de literatura. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina**, n. 11, p. 23-42, 2019.

RUSSO, L. M. et al. The normal kidney filters nephrotic levels of albumin retrieved by proximal tubule cells: retrieval is disrupted in nephrotic states. **Kidney International**, v. 1, n. 6, p. 504-513, 2007.

SACCHETIM S. C. *et al.* Percepção docente da aprendizagem baseada em problemas - medicina UniEVANGÉLICA. **Rev. Educação em Saúde**, v. 1, n. 1, p. 10-17, 2012.

SANSON-FISHER, R. W.; LYNAGH, M., C. Problem-based learning: A dissemination success story? **Medical Journal of Australia**, v. 183, n. 5, p. 258-260, 2005.

SANTOS, W. L.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 95–111, 2001.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2018, p. 41-62.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011a.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

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. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011b.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, Ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SAVERY, J. R. Overview of PBL: Definitions and distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9–20, 2006.

SAVERY, J. R. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. **Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 1, n. 1, p. 9-20, 2006.

SAVERY, J. R.; DUFFY, T. M. Problem-based learning: an instructional model and its constructivist framework. **Educational Technology**, v. 35, p. 1-17, 1995.

SCHULTZ, N.; CHRISTENSEN, H. P. Seven-step problem-based learning in an interaction design course, **European Journal of Engineering Education**, v. 29, n. 4, p. 533-541, 2004.

SILVA FILHO, M. V. *et al.* Como Preparar os Professores Brasileiros da Educação Básica para a Aprendizagem Baseada em Problemas? In: Congresso Internacional PBL, 1., 2010, São Paulo, Anais [...]. São Paulo: USP, 2010.

SIMÕES, L.; GOUVEIA, L. B. Geração Net, Web 2.0 e ensino superior. In: FREITAS, E.; TUNAS, S. (Orgs.). **Novas mídias, novas gerações, novas formas de comunicar**, 2009, p. 21-32.

SMOLE, K. S. Novos óculos para a aprendizagem de matemática. In: MACEDO, L. (Colab.). **Jean Piaget: Coleção memória da pedagogia**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005, p. 34-41.

SOARES, M. A. **Aplicação do método de ensino Problem Based Learning (PBL) no curso de Ciências Contábeis: um estudo empírico**. 2008. 214 p. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Unversidade de São Paulo, Ribeirão

Preto, 2008.

SOCKALINGAM, N. **Characteristics of problems in problem-based learning**. 236f. 2010. Tese (Doutorado em Filosofia) – Erasmus University em Roterdã, Holanda, 2010.

SOCKALINGAM, N.; MARTINS, D. B.; FREZATTI, F. Practical issues in implementing problem-based learning: an international perspective. In: INTERNATIONAL CONGRESS PAN PBL, 8, 2014, Concepción. **Actas [...]** Concepción: University of the Bio-Bio, 2014.

SOUZA, F. L. *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: EDUSP, 2013. Disponível em: http://media.wix.com/uqdl/4eb63d_e80a97ccab0e484b9582e3e7dfe129f5.pdf. Acesso em: 02 jan. 2019.

SOUZA, F. L. *et al.* **Atividades Experimentais Investigativas no Ensino de Química**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013.

SOUZA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, v. 5, n. 31, 2015.

STARK, J. S. *et al.* Program level curriculum planning: an exploration of faculty perspectives on two different campuses. **Research in Higher Education**, v. 38, n. 1, p. 99-130, 1997.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 2018p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

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.

SZYMANSKI, H.; ALMEIDA, L. R.; BRANDINI, R. C. A. R. **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. Brasília: Liber Livro, 2004.

TEIXEIRA, L. S.; ALMEIDA, L. S.; SILVA, R. A. Mudança curricular e de métodos pedagógicos: impacto vivenciado por estudantes de Medicina. **Revista de estudios e investigación en psicología y educación**, v. 5, n.1, 19-28, 2018.

TEOFILO, T. J. S.; SANTOS, N. L. P.; BADUY, R. S. Apostas de mudança na educação médica: trajetórias de uma escola de medicina. **Interface**, v. 21, n. 60, p. 177-188, 2017.

TERZIAN, S. G. **Science Education and Citizenship**. New York, NY: Palgrave Macmillan; 2013.

TIBÉRIO, I. F. L. C.; ATTA, J. A.; LICHTENSTEIN, A. O aprendizado baseado em

problemas – PBL. **Rev. Med.**, v. 82, n. 1-4, p. 78-80, 2003.

TORP, L.; SAGE, S. **Problems as possibilities**: Problem-based learning for K-16 education. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development, 2002.

UNESCO. **Towards knowledge societies**: UNESCO world report. Paris: Unesco Publishing, 2005.

VARGAS, L. H. M. *et al.* Inserção das ciências básicas no currículo integrado do curso de Medicina da Universidade Estadual de Londrina. **Rev. bras. educ. med.**, v. 32, n. 2, p. 174-179, 2008.

VERNON, D. T. A.; BLAKE, R. L. Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluation research. **Academic Medicine**, v. 68, n. 7, p. 550-563, 1983.

VOLPE, M.; COSENTINO, F.; RUILOPE, L. M. Is it time to measure microalbuminuria in hypertension? **Journal of Hypertension**, v. 21, n. 7, p. 1213-1220, 2003.

WALTON, H. J.; MATTHEWS, M. B. Essentials of problem-based learning. **Med Educ.**, v. 23, p. 542-558, 1989.

WHO. **Classification of diabetes mellitus**. Geneva: World Health Organization, 2019.

WHO. Use of glycated haemoglobin (HbA1c) in the diagnosis of diabetes mellitus. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 93, p. 299-309, 2011. [L]
[SEP]

YARDEN, A.; BRILL, G.; FALK, H. Primary literature as a basis for a high school biology curriculum. **Journal of biological education**, v. 35, p. 190-195, 2001.

ZABALA, A. **Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZIMMET, P.; ALBERTI, K. G.; SHAW, J. Global and societal implications of the diabetes epidemic. **Nature**, v. 414, p. 782–787, 2001.

ZOMPERO, A; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: QUADROS DE 9 A 12: EXTRATOS TRANSCRITOS REFERENTES AS UNIDADES DE SENTIDO OBTIDAS NO QUESTIONÁRIO DISCENTE E ENTREVISTA DOCENTE, SUAS RESPECTIVAS SUBCATEGORIAS E CONSEQUENTES CATEGORIAS

Quadro 9: Extratos transcritos representativos utilizados para Análise de Conteúdo referente aos questionários discente e entrevista docente. As unidades de sentido e suas respectivas subcategorias obtidas *a posteriori*, referente a categoria 1: O papel do Professor na SEI

| CATEGORIA 1: O PAPEL DO PROFESSOR NA SEI | | | |
|--|--|--|---|
| EXTRATOS TRANSCRITOS | | UNIDADES DE SENTIDO | SUBCATEGORIA |
| QUESTIONÁRIOS DISCENTE | ENTREVISTA DOCENTE | | |
| 1.1.1/A7: O professor deixa de ter o papel de líder para assumir uma postura de facilitador e norteador da aprendizagem, prevalecendo uma relação horizontal entre profissional e alunos. | 1.1.1/P1: Então tem que sair daquele padrão né, daquele patamar que o professor é o foco e ele sabe tudo, e o aluno não é o protagonista e ele só recebe as informações. | 1.1.1 Compartilhar conhecimentos | 1.1 A relação professor aluno deve ser horizontal. |
| 1.1.2/A13: Em nenhum momento diminuí o mérito do professor, muito pelo contrário. O professor continuou sendo a pessoa que mais sabe da relação, mas deu espaço para que os alunos desenvolvessem seu aprendizado, cada um à sua maneira e no seu tempo e, quando necessário ou solicitado, o professor ajudava, respeitando o próprio processo de aprendizagem individual do aluno. | 1.1.2/P1: Aprende junto. Eu acho que a... mensagem da metodologia ativa, e a gente vê isso, é que a gente aprende junto. | 1.1.2 Não querem um professor protagonista | |
| 1.2.1/A1: Sim, mudou (minhas percepções sobre o papel do professor). De maneira positiva, pois ele nos dá as diretrizes e nós fazemos o procedimento e damos prosseguimento ao estudo. | 1.2.1/P1: Não dá pra saber tudo. Agora é muito legal. É difícil, mas o rendimento né e o que fixa, o que se adquire mesmo, que acho que é o conhecimento, é muito maior quando a gente realmente | 1.2.1 A SEI pode causar mudança da imagem do professor | 1.2 O professor facilitador do processo de aprendizagem |

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>1.2.1/A2: Sim, o professor deve guiar e corrigir se necessário, não expor como um livro, isso já temos.</p> <p>1.2.1/A20: A atividade mudou nossas concepções sobre o papel do professor, que agora aparece como um facilitador, guiando os alunos, ao invés de apenas passar informações.</p> <p>1.2.1/A22: O professor, em atividades ativas, apresenta um papel maior na interação dos alunos, atuando como um tutor.</p> <p>1.2.1/A24: Como um instrutor para prática. Mudou.</p> | <p>consegue integrar, mas é um processo.</p> | | |
| <p>1.2.2/A3: O professor é fundamental para guiar os alunos, mas não pode assumir protagonismo.</p> <p>1.2.2/A4: Vejo muito mais como uma pessoa para auxiliar e supervisionar o trabalho, prestando apoio, tirando o monopólio do conhecimento no professor e focando no aprendizado coletivo, deixando-nos ser protagonistas na produção de conhecimento.</p> <p>1.2.2/A5: Vejo as atribuições do professor relacionadas a auxiliar o aluno a buscar conhecimento e orientá-lo nesse processo, não apenas como um transmissor de informações.</p> <p>1.2.2/A10: As atribuições do professor, sob a ótica de metodologias ativas, se constituem em fornecer materiais que tragam implícitas ou explícitas orientações para que os alunos</p> | <p>1.2.2/P1: Então você ... é uma metodologia muito mais ativa, e quando ela é baseada numa situação ou problema, ela se torna muito mais interessante.</p> <p>Eles ficaram muito excitados durante a execução e depois, o posterior, de estarem até surpresos do quanto eles entenderam o que eles fizeram e porque eles fizeram.</p> <p>3.2.2/P2: Eu acredito que como a proposta ela, ela, ela parte, ou coloca uma boa dose de responsabilidade nos alunos e no grupo, então você observa que existe uma aplicação maior por parte, pelo menos da boa parte desses alunos, em realizarem os experimentos. Como eles trazem uma proposta, eles estão num nível de atenção, empolgação maior do</p> | <p>1.2.2 Querem ter/ser um professor facilitador, que os estimule no processo de aprendizagem</p> | |

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>encontrem, com uma postura mais ativa e autônoma, os corretos conteúdos, nas mais diversas fontes, por meio de um estudo cada vez menos padronizado e engessado em fontes fornecidas pelo professor.</p> <p>1.2.2/A11: Como aquele que deve propor situações de aprendizagem em situações práticas. Não, acredito que o professor deve apenas guiar o aluno e não limitar o aluno.</p> <p>1.2.2/A12: O professor deve orientar os alunos, solucionar suas dúvidas. Sim, o professor também pode ser um facilitador.</p> <p>1.2.2/A14: O professor foi essencial para direcionar os estudos dos alunos, bem como esclarecer dúvidas.</p> <p>1.2.2/A16: O professor tem o papel de guiar o processo de aprendizado e acredito que esse papel só é cumprido quando o aluno se mobiliza para aprender, tal como nas atividades realizadas.</p> <p>1.2.2/A18: O professor se faz necessário muito mais que apenas "passar" o conhecimento ainda sendo importante para dúvidas, orientações, mas induz uma busca ativa, que alunos são capazes e devendo realizar sua função para o seu completo conhecimento.</p> | <p>que uma aula prática tradicional com roteiro já pré-estabelecido. Você vê que os alunos estão realmente ali mais ansiosos, e mais empolgados para fazerem esse tipo de, de proposta.</p> | | |
|---|---|--|--|

Fonte: Autoria própria.

Quadro 10: Extratos transcritos representativos utilizados para Análise de Conteúdo referente aos questionários discente e entrevista docente. As unidades de sentido e suas respectivas subcategorias obtidas *a posteriori*, referente a categoria 2: Percursos didáticos presentes na SEI.

| CATEGORIA 2: PERCURSOS DIDÁTICOS PRESENTES NA SEI | | | |
|---|--|----------------------------|--|
| EXTRATOS TRANSCRITOS | | UNIDADES DE SENTIDO | SUBCATEGORIA |
| QUESTIONÁRIOS DISCENTE | ENTREVISTA DOCENTE | | |
| <p>2.1.1/A15: Houve uma dificuldade inicial para entender o problema proposto. Depois de compreendido, houve facilidade em estabelecer as relações e o roteiro.</p> <p>2.1.1/A19: Dificuldades: as instruções dadas estavam um pouco confusas, de início, foi difícil entender o objetivo para o qual nos planejamos.</p> <p>2.1.1/A19: Verificar os conceitos, apresentados em aula na vida real permite uma maior absorção do conteúdo.</p> | <p>2.1.1/P1: ...vou falar da minha área, mas um curso médico só baseado em ... situação problema. Então aqui tem que ser o foco, tem que ser o start para buscar as informações, mas você tem que permear né, com atividades de saúde, com conferências, com () aulas né, com um laboratório de simulação e habilidade.</p> <p>2.1.1/P2: Essa, essa forma que foi feito, que foi proposto, que foi aplicado para essa turma de medicina, já vinha uma espécie de contextualização, de, de, de perguntas que direcionavam para um assunto específico, prático, clínico deles. Então foi feita integração com a professora específica né, de renal.</p> | 2.1.1 Problematização | 2.1 O problema de partida como motivação |
| <p>2.1.2/A8: Para consolidar o aprendizado ao pôr contato com as situações reais, além de dar início a um processo de familiarização com um possível local de trabalho.</p> <p>2.1.2/A9: A facilidade surgiu devido aos sintomas apresentados, que permitiram fortes indícios de uma doença bem conhecida.</p> | <p>2.1.2/P2: Então dependendo da proposta laboratorial, eu acho que ... pelo que eu vi e pouca experiência que eu tenho, essas propostas podem ser encaixadas, elas podem ser montadas dentro de uma situação clínica muito próximo de uma situação clínica laboratorial, de diagnóstico ... que leva o aluno a fazer essa contextualização, essa</p> | 2.1.2 Contextualização | |

| | | | |
|---|--|---------------------------------------|--|
| <p>2.1.2/A11: Foi importante, pois constatamos a eficácia do método científico de comparação e para termos práticas de como é feito os exames que determinam certas doenças.</p> <p>2.1.2/A13: Facilidades: ter os reagentes que poderíamos usar e caso clínico para guiar os experimentos.</p> <p>2.1.2/A18: [...] além de não saber a necessidade dele ou como fazer da melhor forma.</p> | <p>integração, em termos de conteúdo, em termos de conceitos.</p> <p>2.1.2/P2: [...] fazendo com que o professor tenha uma atividade mais pró-ativa nesse sentido, também saia da sua zona de conforto, mas acaba tentando contextualizar melhor alguns conceitos, principalmente na área básica que é o meu caso, bioquímica.</p> <p>2.1.2/P2: Então a integração era muito difícil, o professor lá no primeiro ano tentava contextualizar alguma coisa que, talvez ele veria só no terceiro, quarto ano, mesmo fora ... de ... uma aproximação com outras disciplinas básicas. Era uma coisa muito, muito engessada. E a medida que a estrutura curricular foi ... foi modificada, modelada e que os corpos docentes e as comissões de graduação começaram a pensar nesse sentido, hoje existe uma proposta melhor pra essa contextualização e essa aproximação de conteúdo teórico, conteúdo básico com a vivência clínica.</p> | | |
| <p>2.2.1/A8: Facilidades: acesso às informações necessárias.</p> <p>2.2.1/A14: Facilidades: Encontrar as informações na internet acerca dos reagentes adequados para cada elemento presente na urina.</p> | <p>4.2.1/P1: Como que a gente vê né, com o número de informações que os alunos têm hoje né, que os jovens têm hoje, não dá mais para a gente aprender e ensinar como a gente fazia no século passado.</p> | <p>2.2.1 Fácil acesso a pesquisas</p> | <p>2.2 Pesquisa, planejamento e organização dos dados.</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>2.2.1/A11: As facilidades foram possuir meios de pesquisa de forma rápida, para estabelecer uma direção de quais caminhos seguir.</p> <p>2.2.1/A12: Facilidades: manejar os instrumentos de pesquisa do planejamento.</p> | | | |
| <p>2.2.2/A2: Dificuldades: fontes confiáveis para servirem de base para começar a traçar um plano.</p> <p>2.2.2/A7: Dificuldades em buscar os tipos de reações compatíveis.</p> <p>2.2.2/A18: Achar informações sobre o teste e os componentes específicos que estavam envolvidos nele (reagentes e padrão).</p> <p>2.2.2/A21: Foi difícil encontrar uma base de dados para química analítica que ensinasse a identificar as amostras padrão.</p> | <p>2.2.2/P1: É. Porque se ele for pensar só lá, embora que a gente saiba que ele possa jogar na internet, no Google, eu acho que mesmo que planejamento incluía isso sabe, eu vou precisar jogar na internet pra conseguir aí determinadas informações.</p> | <p>2.2.2 Dificuldades para pesquisar em fontes seguras e apropriadas</p> | |
| <p>2.2.3/A3: Entender como fazer o planejamento, pois achei um pouco confuso, tendo em vista que nunca tinha feito isso antes.</p> <p>2.2.3/A4: Apresentei muita dificuldade em elaborar um planejamento para aula experimental na parte de montar as reações químicas.</p> <p>2.2.3/A5: Tive dificuldade em estabelecer quais reações químicas testar primeiro.</p> <p>2.2.3/A6: Tive dificuldade em iniciar o experimento e estabelecer um planejamento para montar as reações químicas.</p> | <p>2.2.3/P1: No começo eles estavam muito perdidos. Eles não sabiam o que e como eles iam fazer. Mas o que vocês estão pensando, o que é pra gente fazer lá, depois como que a gente vai pensar no laboratório clínico. Mas eu acho que o que foi a primeira, a primeira vez. Ao a gente repetir eles já vão saber do que se trata. Não vai saber qual será o tema de lá, mas eles já vão saber qual o que é o roteiro.</p> <p>2.2.3/P2: Não sei se será uma questão posterior, mas eu achei que a parte no laboratório foi muito,</p> | <p>2.2.3 Falta de vivências experimentais</p> | |

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>2.2.3/A8: Dificuldade: planejar uma atividade em laboratório por nunca ter utilizado um.</p> <p>2.2.3/A13: Dificuldades: ter que montar o próprio roteiro.</p> <p>2.2.3/A16: Foi difícil encontrar métodos de laboratório para indicar presença de substâncias, pois usamos principalmente a internet.</p> <p>2.2.3/A17: A dificuldade foi a falta de aulas de comportamento em laboratório, que acarreta em negligências diversas.</p> <p>2.2.3/A20: Encontrar informações sobre a bioquímica envolvida no experimento, como saber quais reagentes utilizar, e integrar as informações encontradas pelos diferentes integrantes do grupo.</p> <p>2.2.3/A22: Apresentei, com meu grupo, dificuldade de saber combinar reagentes.</p> <p>2.2.3/A23: Dificuldades em encontrar as reações e em que meios ela ocorre.</p> <p>2.2.3/A24: Apresentei, com meu grupo, dificuldade de saber combinar reagentes.</p> | <p>muito, muito, muito boa, por conta dos alunos vivenciarem, descobrirem, interagirem bastante entre eles e com o que tinha disponível e na bancada para eles.</p> | | |
| <p>2.3.1/A7: A maior dificuldade consistiu no fato de ter que lembrar e pesquisar assuntos já esquecidos.</p> <p>2.3.1/A16: A exposição de casos clínicos em aulas prévias facilitou a determinação das substâncias achadas.</p> | <p>2.3.1/P1: Ele lança a situação, a situação ou o problema né, e dá ferramentas para que o aluno vá atrás das próprias perguntas, baseados no conhecimento prévio que ele tem, ou seja, do ensino fundamental, ou seja do cursinho, e em cima disso ele construa o seu próprio conhecimento.</p> | <p>2.3.1 A importância dos conhecimentos prévios</p> | <p>2.3 Reaproximação de conteúdos para solução de problemas</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>2.3.1/A22: Facilidade, devido a conhecimentos prévios de prever a substância prevalente na urina.</p> | | | |
| <p>2.3.2/A11: Isso foi notado pelo fato de ficarmos livres para propor um método de comparação que se tornou eficaz diante dos resultados alcançados. Um método de comparação que, mesmo sabendo anteriormente, efetuamos sem a interferência do professor, ou seja, um tubo com a amostra, um tubo com aquilo que queremos na amostra e um tubo de controle.</p> <p>2.3.2/A10: Além disso, os reagentes da caixa 1 permitiram identificar implicitamente qual teste seria mais adequado para a análise.</p> | <p>2.3.2/P1: Pensar né, porque planejamento é quando ele pensa como que ele vai investigar. Eu acho que planejamento é importante porque é o momento que ele vai pensar.</p> <p>2.3.2/P2: Já nessa proposta nova, nessa proposta que teve investigativa, eles são obrigados a ... elaborar uma estratégia, atrai eles mesmo, mesmos vão atrás das informações, vão trazer isso já, um planejamento pra aula, pro laboratório e vão desenvolver isso, que eu acho que a parte mais importante é a parte do desenvolvimento deles. Tira-los, realmente, da zona de conforto e colocar esses alunos pra pensar.</p> | <p>2.3.2 Proposição de Hipóteses</p> | |
| <p>2.3.3/A4: Será importante para entendermos a aplicabilidade e o funcionamento dos processos de exames clínicos.</p> <p>2.3.3/A13: Acredito que foi e será importante. Foi no sentido de poder ver na prática como o conhecimento das ciências básica é essencial para a prática médica no futuro.</p> <p>2.3.3/A18: O envolvimento desde o princípio do curso nas áreas que estão relacionadas a ele ajuda na ampliação</p> | <p>2.3.3/P1: É. Isso sempre foi um grande problema. Um grande ceuuma mesmo. Eu vou falar de novo, especificamente, do curso médico. A gente até brincava que os primeiros dois anos não era medicina. Quando a gente ia precisar disso no quarto, quinto ano, é como se a gente fosse recomeçar, então era um grande problema. Com essa ... com esse conceito de metodologia ativa que engloba integração entre o básico e</p> | <p>2.3.3 Relações Interdisciplinares</p> | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>de horizontes (até mesmo para onde nossa área pode ir ou está incluída).</p> <p>2.3.3/A20: Foi importante para entender como realmente ocorrem os processos aprendidos em sala de aula e, sobretudo, para reunir percepções para serem retomadas em estudos posteriores.</p> <p>2.3.3/A22: Sim, pois estimulam os alunos a planejarem o processo experimental, analisando reações químicas e interligando-as ao caso clínico.</p> <p>2.3.3/A21: Para relacionar o aprendizado prático com a importância da matéria.</p> | <p>a clínica, fica uma terra muito mais fértil.</p> <p>2.3.3/P1: Quando o P2 e você me procuraram eu falei nossa, que coisa interessante né. Porque que eu achei superinteressante, porque primeiro assim: porque eles viram o porquê a bioquímica é importante né. Como a gente transpõe esse conhecimento básico para aplicação clínica. Por isso que eu achei importante, naquele momento, que foi até no mesmo dia que acabou atrapalhando de eu não participar, não vivenciar aquilo com vocês, levá-los para o laboratório, mesmo de análises clínicas pra falar: olha como é que a gente faz exame de urina 1, nada mais é do que um monte de reação química.</p> <p>2.3.3/P1: Só que aqui não usa 5% do raciocínio que vocês utilizaram lá. Então eu acho que conseguiu integrar de uma maneira assim, muito é ... adequada. Olha como entender uma reação química pode me auxiliar a interpretar um exame de urina 1. Que aquela fitinha nada mais é do que um monte de ... reação química. E com o que eles discutiram com você, e com o que eles é () ... se eu quiser identificar sódio o que eu tenho que misturar com o que. Se eu quiser identificar</p> | | |
|--|--|--|--|

| | | | |
|--|---|--|--|
| | <p>glicose, se eu eu quiser identificar albumina, é a mesma coisa.</p> <p>2.3.3/P2: Eu acredito que ... dessa experiência que eu tive, que foi bastante positiva, dá pra se aproveitar muita coisa e se aplicar, especialmente, na bioquímica, e a gente consegue fazer por uma integração bastante grande.</p> | | |
|--|---|--|--|

Fonte: Autoria própria.

Quadro 11: Extratos transcritos representativos utilizados para Análise de Conteúdo provenientes do questionário discente. As unidades de sentido e suas respectivas subcategorias obtidas *a posteriori*, referente a categoria 3: A SEI como proposta metodológica nos currículos PBL.

| CATEGORIA 3: A SEI COMO PROPOSTA METODOLÓGICA NOS CURRÍCULOS PBL | | | |
|--|---|---|---|
| EXTRATOS TRANSCRITOS | | UNIDADES DE SENTIDO | SUBCATEGORIA |
| QUESTIONÁRIO DISCENTE | ENTREVISTA DOCENTE | | |
| <p>3.1.1/A1: Sim, pois aprendemos a agir ativamente, pesquisando os procedimentos por conta própria.</p> <p>3.1.1/A2: Não recebemos a matéria pronta, a busca por uma solução foi ótima para aprendizado.</p> <p>3.1.1/A4: Considero como metodologia ativa, pois tivemos que sair do convencional e raciocinar para fazer o processo de planejamento.</p> <p>3.1.1/A5: Os alunos têm a oportunidade de utilizar o laboratório para construir o próprio conhecimento.</p> <p>3.1.1/A6: As atribuições do professor são compatíveis com a metodologia ativa empregada, pois ele assume também a função de orientar o aluno a pesquisar e produzir seu próprio</p> | <p>3.1.1/P1: É, a PBL ele é uma parte de uma metodologia ativa né. Metodologia ativa, de ensino e de aprendizado, não precisa ser exclusivamente baseada na PBL, mas foi a PBL que iniciou... toda essa nova, esse novo conceito de metodologia ativa.</p> <p>3.1.1/P2 Eu acho que a PBL ele tem uma proposta mais participativa, mais ativa, e tenta envolver mais o aluno na questão, no tema proposto. Então eu imagino que essa proposta tenta tirar ... o aluno da zona de conforto.</p> | <p>3.1.1 A SEI proposta foi um modelo de aprendizagem ativa</p> | <p>3.1 O aluno protagonista da sua aprendizagem</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>conhecimento, em vez de apenas transmitir informações para um estudante passivo.</p> <p>3.1.1/A7: Essas aulas tiram o aluno de sua posição passiva de aprendizagem, atribuindo maior significado à teoria.</p> <p>3.1.1/B9: Sim, pois agimos de forma independente e ativamente para construirmos nosso conhecimento.</p> <p>3.1.1/A8: Sim, são consideradas metodologias ativas, pois centram a atividade no aluno, tornando-o responsável por encaminhar e planejar o projeto de forma mais independente e sem ação do docente.</p> <p>3.1.1/A10: Sim. Da maneira como a prática foi proposta, exigiu-se do aluno uma pesquisa prévia acerca do método a ser utilizado, que bem escolhido pelo professor em sua elaboração, por possuir a dificuldade adequada.</p> <p>3.1.1/A12: Sim, pois forçam o aluno a sair da sua zona de conforto e entender o procedimento antes mesmo de realizá-lo.</p> <p>3.1.1/A15: Sim, porque obriga o aluno a pensar sobre como as coisas teóricas ocorrem.</p> <p>3.1.1/A16: Sim, porque como aluna tive que adquirir novos conhecimentos e relacioná-los para conseguir saber iniciar a atividade.</p> <p>3.1.1/A19: Sim, pois fogem do ambiente de aprendizado tradicional de sala de</p> | | | |
|---|--|--|--|

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>aula e/ou prática laboratorial com roteiro fixo, enrijecido.</p> <p>3.1.1/A21: Sim, porque exige autonomia do estudante.</p> <p>3.1.1/A23: Sim, pois nos força a procurar sozinhos, como ocorrem tais reações.</p> | | | |
| <p>3.1.2/A13: Sim, pois leva o aluno a estudar mais sozinho por sua conta (no caso, a respeito de como determinar os elementos presentes na urina).</p> <p>3.1.2/A18: [...] buscar as informações específicas e necessárias para a realização da atividade, com pouco conhecimento anterior a ela, sendo mais difícil, estressante e cansativa, porém com melhores resultados, mais absortivos.</p> <p>3.1.2/A20: Sim, esse tipo de prática leva os alunos a buscarem informações por conta própria, estimulando a autonomia.</p> <p>3.1.2/A24: Sim, pois eu não segui apenas um roteiro pronto. Achei construtivo poder escolher meus passos e mais interessante.</p> | <p>3.1.2/P1: Vamos fazer um experimento, mas não era com essa autonomia que foi dada aos alunos. Claro que vocês estavam lá, supervisionando, mas os alunos tiveram a autonomia de ver como que eles iam fazer essa investigação.</p> <p>3.1.2/P2: E durante essa prática investigativa é interessante que os alunos interagem, incluso conosco com questões, o que não costuma acontecer quando acontece com o roteiro. O aluno chega ao final do experimento, obtém um resultado, mas ele não se questiona porque que chegou, como chegou, o que que realmente aconteceu, qual que era o objetivo, se isso não estava claro ou não. Então eu vejo com um aspecto bastante positivo, especialmente, para os alunos. Você vê na prática os alunos ... se aplicando e ... interagindo melhor.</p> <p>3.1.2/P2: Eu vejo que a metodologia tradicional ela muitas</p> | <p>3.1.2 A SEI estimulou a pesquisa e raciocínio</p> | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | vezes não coloca o aluno pra pensar, ou participar. | | |
| <p>3.2.1/A2: Pior (ter um roteiro experimental), estaria só executando, sem estudo, pesquisa, pró-atividade.</p> <p>3.2.1/A3: Seria pior, pois não nos estimularia a fazer testes e experimentos, não visando a criatividade e não fixar as atividades.</p> <p>3.2.1/A7: Seria pior, uma vez que o resultado do roteiro já é esperado e conhecido, logo não estimularia o empenho cognitivo do aluno.</p> <p>3.2.1/A10: A aprendizagem seria pior com um roteiro. Primeiramente, não iria estimular a pesquisa prévia dos alunos, que proporcionou expandir os limites de conhecimento[...].</p> <p>3.2.1/A11: Seria pior, pois sem o relatório aprendemos (ficamos mais acostumados) de como buscar o conhecimento. Isso é importante, pois ainda vamos buscar outros conhecimentos.</p> <p>3.2.1/A15: Sem o roteiro foi melhor, permitiu melhor aprendizado através do raciocínio próprio.</p> <p>3.2.1/A16: Seria pior, já tive aula laboratorial com e sem roteiro, prefiro entender os objetivos e processos envolvidos antes e acho que ser impelido a escrever o roteiro me obrigou a compreender antes.</p> <p>3.2.1/A20: Em caso de presença de roteiro, a atividade seria mais fácil,</p> | <p>3.3.1/P2: Então se criou um comprometimento maior e eles tiveram um envolvimento maior do que, na minha opinião, se eles recebessem um roteiro lá na aula prática pra desenvolver. O que eventualmente acontece se um aluno só faz, reproduz o roteiro e os outros ... acabam só observando.</p> | <p>3.2.1 Os alunos referem experimentação sem roteiro</p> | <p>3.2 Percepções dos alunos e professores sobre a atividade experimental investigativa desenvolvida na SEI</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>porém muito menos proveitosa didaticamente, já que pouco seria apreendido com a prática.</p> <p>3.2.1/A23: Penso que seria pior, pois não ocorreria o envolvimento com o estudo prévio.</p> | | | |
| <p>3.2.2/A9: Seria pior, pois a gente passaria a seguir passos como "máquinas" sem aplicar nosso conhecimento e instigar nossa curiosidade.</p> <p>3.2.2/A10: ... pois além dos objetivos propostos, os alunos puderam fazer outros experimentos com os mesmos reagentes disponíveis.</p> <p>3.2.2/A12: A aprendizagem seria mecânica e técnica, porém sem garantir o entendimento do aluno aquele procedimento.</p> <p>3.2.2/A14: Se a atividade fosse apresentada com um roteiro experimental, a minha aprendizagem seria pior, uma vez que a atividade se tornaria mais mecânica.</p> <p>3.2.2/A17: Pior. Seria feita de forma mecânica, sem análise crítica acerca dos métodos.</p> <p>3.2.2/A18: Seria diferente, apesar de ser mais fácil, rápida, objetiva, não induz tanto a atividade aos alunos, é mais restrita a um papel, que possui um único objetivo.</p> <p>3.2.2/A24: Seria pior, pois seria bem menos interessante e eu me envolveria menos.</p> | <p>3.2.2/P1: Totalmente diferente do que você falar para o aluno assim: olha, você precisa estudar mecanismos de agressão e defesa que nós vamos discutir na semana que vem, ou dar pra ele um caso, por exemplo, de uma doença autoimune, ou de uma infecção urinária, ou até uma situação simulada né, de um caso ou um paciente, e falar: resolva né. O desempenho e a dedicação dele é muito diferente. Então, essa inversão né, onde o aluno passa a ser o protagonista e vai atrás do seu conhecimento baseado numa situação problema, você tem evidências de que o rendimento e o aprendizado ele é pelo menos semelhante à metodologia tradicional.</p> <p>3.2.2/P2: Você tira ele da zona de conforto, põe ele pra pensar. Difere um pouco da forma tradicional, quer dizer, a gente tem ainda hoje aula prática com roteiro né, definido, o aluno vai e repete tudo aquilo que a gente faz, tudo, e aí ele chega, todos vão chegar, se</p> | <p>3.2.2 Não querem aprender/ensinar mecanicamente</p> | |

| | | | |
|---|--|---|--|
| | fizerem corretamente, na mesma conclusão. | | |
| <p>3.2.3/A5: Um roteiro experimental diminuiria nossa liberdade de testar diversas substâncias no laboratório, mas, por outro lado, nos deixaria mais seguros sobre estar ou não no caminho certo.</p> <p>3.2.3/A6: A ausência de um roteiro prévio permite maior liberdade ao aluno, mas também pode deixá-lo inseguro sobre como agir. A constituição de um roteiro experimental mais flexível e aberto a adaptações seria adequado, pois coíbe a autonomia do estudante e, ao mesmo, sugere maneiras de como iniciar e conduzir o experimento.</p> | 3.2.3/P1: Desde a fase da ansiedade, da insegurança do início. | 3.2.3 Relatam Insegurança frente as Atividade Investigativa | |

Fonte: Autoria própria.

Quadro 12: Extratos transcritos representativos utilizados para Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) provenientes da entrevista docente. As unidades de sentido e suas respectivas subcategorias obtidas *a posteriori*, referente a categoria 4: Desafios do professor contemporâneo

| CATEGORIA 4: DESAFIOS DO PROFESSOR CONTEMPORÂNEO | | |
|---|------------------------------------|---|
| EXTRATOS TRANSCRITOS ENTREVISTA DOCENTE | UNIDADES DE SENTIDO | SUBCATEGORIA |
| <p>4.1.1/P1: O que a gente teve, foi uma capacitação na elaboração do ... do problema, ou da situação né, e uma capacitação de como ser tutor, tá. Mas assim, ainda, ainda sinto um pouco de falta, por exemplo.</p> <p>4.1.1/P2: Não fiz nenhum curso específico, o que eu tenho visto é acompanhar com alguns colegas ... tive recentemente no congresso de graduação da USP discutindo uma das, os temas em geral são voltados nesse sentido, em propostas e metodologias novas. E o que eu tenho feito não é exatamente em termo de curso, mas realmente leitura e uma coisa mais individual. É, um outro colega né, de uma universidade, também tem trocado experiências nesse sentido, e obviamente né, pra, colocar uma situação mais específica, o curso novo de medicina, como vem com essa proposta na sua ... no seu cerne foi realmente construído nesse sentido, eu tive que ir atrás um pouco dessas informações e ... me atualizar nesse sentido, mas realmente com obrigação, novamente sair da zona de conforto, do que exatamente um oferecimento que</p> | 4.1.1 Falta de capacitação docente | 4.1 Desafios enfrentados pelos professores na PBL |

| | | |
|--|---|--|
| aconteceu da universidade pra me preparar nesse sentido. | | |
| <p>4.1.2/P1: Você conseguir essa integração não é tão simples, tanto que no primeiro semestre foi um pouco mais difícil, mas no segundo semestre tá fluindo muito bem. Eu não estava aqui no primeiro semestre. Eu já entrei quando estava fluindo melhor, principalmente pela dedicação aí do professor</p> <p>4.1.2/P2: Eu, eu imagino que em algumas situações, alguns temas, ah talvez a proposta da PBL seja um pouco precoce em algumas situações, é algumas vezes eu enxergo que alguns conteúdos são minimamente necessários para os alunos, antes deles partirem numa proposta, de uma situação, de uma contextualização. Então eu não diria que exatamente é uma desvantagem, mas eu acho que a PBL precisa ser colocada, talvez, em momentos mais específicos, isso precisa ser mais bem planejado.</p> | 4.1.2 Dificuldades de adaptação | |
| <p>4.1.3/P1: A gente dá clínica tem que voltar pro básico.</p> <p>Básico tem que aprender com a clínica. E se, e a gente tá vindo daquilo onde o professor é quem é dotado do conhecimento e tem que ensinar aquilo que ele soube até agora e que ele é mesmo, muito dotado daquele conhecimento pro aluno. Quando você tenta inverter isso, mesclar isso, quer</p> | 4.1.3 Necessidade de estudos em conteúdos específicos | |

| | | |
|---|---|---|
| <p>dizer, trazer pra ele coisas que ele não sabe, ou que ele não lembra ... é difícil. 4.1.3/P2. E por que que não é fácil? Porque, é ... necessita muito mais, não só do aluno, como do próprio professor.</p> | | |
| <p>4.2.1/P1: Então, com essa terminologia né, atividade experimental investigativa, não. O que eu tinha assim de conceito de colégio, até mais demonstrativo e tudo era experimento. 4.2.1/P2: Não. Foi a primeira vez. (Nunca vivenciou um experimento investigativo).</p> | 4.2.1 Apenas conhecem o modelo tradicional de experimentação didática | 4.2 Apresentando o Ensino de Ciências por Investigação. |

Fonte: Autoria Própria.

APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO DISCENTE

| |
|--|
| Nome: _____ |
| 1. Apresente foram as dificuldades/facilidades que você encontrou durante o planejamento? |
| |
| |
| |
| |
| 2. Na sua opinião, práticas experimentais como essa são consideradas “Metodologias Ativas”? Por quê? |
| |
| |
| |
| |
| 3. Por que foi/será importante a visita ao Laboratório de Análises Clínicas? () foi () será |
| |
| |
| |
| |
| 4. Como você vê as atribuições do professor agora, após realizar as atividades que foram feitas? Essa atividade mudou suas concepções/percepções sobre o papel do professor? |
| |
| |
| |
| |
| 5. Como você avalia sua aprendizagem se a atividade fosse apresentada com um roteiro experimental? Seria melhor ou pior? Explique o porquê. |
| |
| |
| |
| |
| 6. Vocês acreditam que há necessidade de fazer uma avaliação escrita após um atividade como essa, justifique? |
| |
| |
| |
| |

APÊNDICE 3: QUESTIONÁRIO ENTREVISTA DOCENTE

1. Como você avalia a proposta de formação através da PBL? Quais as principais diferenças entre a proposta de ensino tradicionalmente desenvolvida e a PBL?
2. Quais as características da PBL que você acha interessantes e quais não? Já tinha trabalhado com essa metodologia antes? Onde?
3. Você fez algum curso, treinamento ou atualização? Como fez para se adaptar?
4. Como você vê a integração entre as disciplinas do ciclo básico e da clinica? Quais são as dificuldades dessa integração?
5. Você já tinha vivenciado uma atividade experimental de caráter investigativo? Para você qual/quais das etapas desenvolvidas são imprescindíveis?
6. De que forma as atividades experimentais investigativas podem ser integradas numa proposta de ensino através da PBL?
7. Em relação à percepção dos alunos e comparando com as atividades experimentais convencionais, qual a sua avaliação sobre o trabalho realizado na proposta de atividade experimental desenvolvida?
8. Na sua percepção, qual a importância e qual foi a receptividade dos alunos ao vivenciar as atividades experimentais?

APÊNDICE 4: TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA DOCENTE PROFESSOR 1

1 P1: PROFESSOR

2 P: PESQUISADOR

3 P: É, como você avalia a proposta de formação através da PBL? Quais as principais
4 diferenças entre a proposta de ensino tradicional né, em medicina no caso, e a
5 desenvolvida pela PBL, na sua opinião?

6 P1: É, o PBL ele é uma parte de uma metodologia ativa né. Metodologia ativa, de
7 ensino e de aprendizado, não precisa ser exclusivamente baseada no PBL, mas foi a
8 PBL que iniciou, toda esse novo conceito de metodologia ativa. Como que a gente vê
9 né, com o número de informações que os alunos têm hoje né, que os jovens têm hoje,
10 não dá mais para a gente aprender e ensinar como a gente fazia no século passado.
11 Então tem que sair daquele padrão né, daquele patamar que o professor é o foco e
12 ele sabe tudo, e o aluno não é o protagonista e ele só recebe as informações. O PBL
13 inverte um pouco isso né. Ele lança a situação, a situação ou o problema né, e dá
14 ferramentas para que o aluno vá atrás das próprias perguntas, baseados no
15 conhecimento prévio que ele tem, ou seja, do ensino fundamental, ou seja do cursinho,
16 e em cima disso ele construa o seu próprio conhecimento. Então essa é uma
17 metodologia muito mais ativa, e quando ela é baseada numa situação ou problema,
18 ela se torna muito mais interessante. Totalmente diferente do que você falar para o
19 aluno assim: olha, você precisa estudar mecanismos de agressão e defesa que nós
20 vamos discutir na semana que vem, ou dar pra ele um caso, por exemplo, de uma
21 doença autoimune, ou de uma infecção urinária, ou até uma situação simulada né, de
22 um caso ou um paciente, e falar: resolva né. O desempenho e a dedicação dele é
23 muito diferente. Então, essa inversão né, onde o aluno passa a ser o protagonista e
24 vai atrás do seu conhecimento baseado numa situação problema, você tem evidências
25 de que o rendimento e o aprendizado ele é pelo menos semelhante à metodologia
26 tradicional.

27 P: E assim, você vê críticas na PBL?

28 P1: Sim. Eu acho que não dá pra ser baseado também só na PBL. Aquilo que a gente
29 falou. O PBL é uma parte da, da, do ensino, mas não dá pra você fazer um curso, vou
30 falar da minha área, mas um curso médico só baseado em situação problema. Então
31 aqui tem que ser o foco, tem que ser o start para buscar as informações, mas você
32 tem que permear né, com atividades de saúde, com conferências, com aulas, com um
33 laboratório de simulação e habilidade.

34 P: Sim. Você já tinha trabalhado com PBL antes?

35 P1: De uma maneira onde essa ferramenta é até a padrão, vamos dizer assim, da
36 instituição, não. O que a gente vinha fazendo né, que eu venho da UNESP, é que a
37 gente já vinha, já tinha percebido né, e também conhecendo um pouquinho mais da
38 literatura sobre isso, que é uma ferramenta que estimula e incentiva o aprendizado do
39 aluno. Então a gente permeava. Então o meio era metodologia tradicional e pra
40 incentivar a gente introduzia algumas situações ou problemas, por exemplo, num
41 estágio de quatro semanas, a gente tinha duas ou três discussões né. Diferente da
42 metodologia ativa que 30% do aprendizado é PBL.

43 P: Sim. Aqui você acha que cerca de 30% é PBL?

44 P1: 30%. Toda segunda-feira de manhã.

45 P: A universidade te deu algum curso, treinamento, atualização? Como você fez para
46 se adaptar a isso?

47 P1: O que a gente teve Prislaine, foi uma capacitação na elaboração do ... do
48 problema, ou da situação né, e uma capacitação de como ser tutor, tá. Mas assim,
49 ainda, ainda sinto um pouco de falta, por exemplo. Na elaboração da situação, do
50 problema. A gente tá caminhando. O curso tem 6 meses.

51 P: Exatamente. Você vê integração? Como você vê integração das disciplinas do ciclo
52 básico e da clínica?

53 P1: É. Isso sempre foi um grande problema. Um grande celeuma mesmo. Eu vou falar
54 de novo, especificamente, do curso médico. A gente até brincava que os primeiros
55 dois anos não era medicina. Quando a gente ia precisar disso no quarto, quinto ano,
56 é como se a gente fosse recomeçar, então era um grande problema. Com esse
57 conceito de metodologia ativa que engloba integração entre o básico e a clínica, fica
58 uma terra muito mais fértil. Não é fácil. Se você começa um curso é menos difícil, mas
59 se você entra numa instituição tradicional como que a gente tá fazendo aqui né, são
60 instituições tradicionais e muito bem conceituadas. Você conseguir essa integração
61 não é tão simples, tanto que no primeiro semestre foi um pouco mais difícil, mas no
62 segundo semestre tá fluindo muito bem. Eu não estava aqui no primeiro semestre. Eu
63 já entrei quando estava fluindo melhor, principalmente pela dedicação aí do professor

64 P2. E por que que não é fácil? Porque, necessita muito mais, não só do aluno, como
65 do próprio professor. É difícil integrar. Todo mundo tem que aprender né. A gente dá
66 clínica tem que voltar pro básico.

67 P: legal

68 P1: Básico tem que aprender com a clínica. E se, e a gente tá vindo daquilo onde o
69 professor é quem é dotado do conhecimento e tem que ensinar aquilo que ele soube
70 até agora e que ele é mesmo, muito dotado daquele conhecimento pro aluno. Quando
71 você tenta inverter isso, mesclar isso, quer dizer, trazer pra ele coisas que ele não
72 sabe, ou que ele não lembra, é difícil. Aprende junto. Eu acho que a mensagem da
73 metodologia ativa, e a gente vê isso, é que a gente aprende junto.

74 P: Sim.

75 P1: Tira o professor do patamar , tira, porque não dá pra saber tudo.

76 P: Não, de jeito nenhum.

77 P1: Não dá pra saber tudo. Agora é muito legal. É difícil, mas o rendimento né e o que
78 fixa, o que se adquire mesmo, que acho que é o conhecimento, é muito maior quando
79 a gente realmente consegue integrar, mas é um processo.

80 P: É, você já tinha ouvido falar de atividade experimental investigativa? Vivenciado
81 isso?

82 P1: Então, com essa terminologia né, atividade experimental investigativa, não. O que
83 eu tinha assim de conceito de colégio, até mais demonstrativo e tudo era experimento.

84 P: Sim

85 P1: Vamos fazer um experimento, mas não era com essa autonomia que foi dada aos
86 alunos. Claro que vocês estavam lá, supervisionando, mas os alunos tiveram a
87 autonomia de ver como que eles iam fazer essa investigação. Então, com essa
88 terminologia não. Foi com você que eu aprendi.

89 P: Então, tinha algumas etapas. A gente fez um planejamento ... a gente foi para o
90 laboratório e depois a gente concluiu com uma discussão. Dessas etapas, na sua
91 opinião, qual você acha mais importante?

92 P1: Do planejamento.

93 P: O Planejamento.

94 P1: Poxa, mas será que uma anda sem a outra?.

95 P: Exatamente.

96 P1: Quando a gente pensa numa metodologia ativa. Eu acho que eles precisavam
97 planejar porque foi uma atividade pontual

98 P: Você acha imprescindível?

99 D: Eu acho

100 P: Planejamento?

101 P1: Pensar né, porque planejamento é quando ele pensa como que ele vai investigar.

102 P: Sim. Não é uma tentativa e erro?

103 P1: Não. Eu acho que planejamento é importante porque é o momento que ele vai
104 pensar. Porque se ele for pensar só lá, embora que a gente saiba que ele possa jogar
105 na internet, no Google, eu acho que mesmo que planejamento inclua isso sabe, eu
106 vou precisar jogar na internet pra conseguir as determinadas informações. O fazer né,
107 o executar, eu acho essencial, porque eu acho que isso tá dentro aí da, do que a gente
108 pensa de metodologia ativa sob a supervisão de vocês. E depois disso, construir uma
109 ferramenta que seria o mapa conceitual, que seria aí mais um conhecimento teórico
110 em cima de como aprender, eu acho que é o que finaliza. Eu não consigo pensar.

111 P: Sim.

112 P1: Acho que a estratégia que vocês fizeram, uma coisa é consequência da outra.

113 P: Sim.

114 P1: Não consigo identificar uma mais importante.

115 P: De que forma essas atividades experimentais investigativas podem ser integradas
116 nessa proposta de ensino através da PBL?

117 P1: Eu achei fundamental. Você sabe que antes eu não tinha pensando muito em
118 como, porque não participo do SOI, eu participo da atividade integrada saúde, que é
119 a unidade básica

120 P: Sim.

121 P1: E participo da tutoria que é a PBL. Quando o P2 e você me procuraram eu falei
122 nossa, que coisa interessante né. Porque que eu achei superinteressante, porque
123 primeiro assim: porque eles viram o porquê a bioquímica é importante né. Como a
124 gente transpõe esse conhecimento básico para aplicação clínica. Por isso que eu
125 achei importante, naquele momento, que foi até no mesmo dia que acabou
126 atrapalhando de eu não participar, não vivenciar aquilo com vocês, levá-los para o
127 laboratório, mesmo de análises clínicas pra falar: olha como é que a gente faz exame
128 de urina 1, nada mais é do que um monte de reação química.

129 P: Sim.

130 P1: Só que aqui não usa 5% do raciocínio que vocês utilizaram lá. Então eu acho que
131 conseguiu integrar de uma maneira assim, muito é adequada. Olha como entender
132 uma reação química pode me auxiliar a interpretar um exame de urina 1. E aquela
133 fitinha nada mais é do que um monte de reações químicas. E com o que eles
134 discutiram com você, e com o que eles é () ... se eu quiser identificar sódio o que eu

135 tenho que misturar com o que. Se eu quiser identificar glicose, se eu quiser identificar
136 albumina, é a mesma coisa.

137 P: Sim.

138 P1: Que esta lá na fitinha. No reagente da fitinha. Então eu acho que integrou de uma
139 maneira muito pertinente, muito adequada. Tanto que a partir dessa sua ideia, essa
140 sua proposta, não é ideia né, é uma linha de pesquisa sua, a gente até desenvolveu
141 uma outra paralela, mas só pra, sem ter a bioquímica, mas eu acho que a gente pode
142 até pensar em agregar mais a bioquímica, porque eu acho que eles aprendem mais
143 em todos os ambientes de ensino. Na bioquímica, na tutoria e clínica.

144 P: E o que você acha da percepção dos alunos? Eles ficaram mais encucados?

145 P1: No começo eles estavam muito perdidos. Eles não sabiam o que e como eles iam
146 fazer. Mas o que vocês estão pensando, o que é pra gente fazer lá, depois como que
147 a gente vai pensar no laboratório clínico. Então, embora tenha tido a fase do
148 planejamento, eles só foram mesmo entender na fase da execução e depois na
149 tentativa de elaborar o mapa conceitual. Mas eu acho que o que foi a primeira, a
150 primeira vez. Ao a gente repetir eles já vão saber do que se trata. Não vai saber qual
151 será o tema de lá, mas eles já vão saber qual o que é o roteiro.

152 P: E a sua avaliação

153 P1: também foi super, super importante. Como eu falei, embora eu não tenha estado
154 lá no dia, você e o P2 compartilharam comigo toda essa fase do planejamento e da
155 execução como seria, e faltou só o mapa conceitual. Mas eu pude acompanhar os
156 alunos. Desde a fase da ansiedade, da insegurança do início. Eles ficaram muito
157 excitados durante a execução e depois, o posterior, de estarem até surpresos do
158 quanto eles entenderam o que eles fizeram e porque eles fizeram. Então eu acho que
159 foi uma atividade, atividade muito ... muito produtiva e até gratificante né, porque a
160 gente viu que é possível integrar, por mais que seja difícil.

161 P: Então tá bom. Obrigada.

162 [12min09s]

APÊNDICE 5: TRANSCRIÇÃO ENTREVISTA DOCENTE PROFESSOR 2

1 P2: PROFESSOR

2 P: PESQUISADOR

3 P: É, como você avalia a proposta de formação através da PBL? Quais as principais
4 diferenças entre a proposta de ensino tradicional desenvolvida e a PBL?

5 P2: Eu imagino que a PBL pela experiência que eu tenho, to como docente
6 aproximadamente 12 anos, contratado, pouco mais de 12 anos. Eu vejo que a
7 metodologia tradicional ela muitas vezes não coloca o aluno pra pensar, ou participar.
8 Eu acho que a PBL ele tem uma proposta mais participativa, mais ativa, e tenta
9 envolver mais o aluno na questão, no tema proposto. Então eu imagino que essa
10 proposta tenta tirar o aluno da zona de conforto. Ele acaba também fazendo com que
11 o professor tenha uma atividade mais pró-ativa nesse sentido, também saia da sua
12 zona de conforto, mas acaba tentando contextualizar melhor alguns conceitos,
13 principalmente na área básica que é o meu caso, bioquímica. Por isso eu vejo com
14 bons olhos essa proposta, não só de PBL, mas com em geral de metodologias ativas
15 para os alunos, em especial, nas disciplinas de conteúdo básico.

16 P: É, das características que você falou agora, quais você não acha interessante?
17 Você desaprova alguma coisa da PBL?

18 P2: Eu, eu imagino que em algumas situações, alguns temas, ah talvez a proposta da
19 PBL seja um pouco precoce em algumas situações. Sim, algumas vezes eu enxergo
20 que alguns conteúdos são minimamente necessários para os alunos, antes deles
21 partirem numa proposta, de uma situação, de uma contextualização. Então eu não
22 diria que exatamente que é uma desvantagem, mas eu acho que a PBL precisa ser
23 colocada, talvez, em momentos mais específicos, isso precisa ser mais bem
24 planejado. Então não seria exatamente um ponto negativo, mas uma característica
25 que precisa ser levada em consideração quando você faz a sua proposta.

26 P: Você fez algum curso, treinamento ou atualização? Como você fez para se adaptar
27 a essa mudança?

28 P2: Não fiz nenhum curso específico, o que eu tenho visto é acompanhar com alguns
29 colegas. Tive recentemente no congresso de graduação da USP discutindo uma das,
30 os temas em geral são voltados nesse sentido, em propostas e metodologias novas.
31 E o que eu tenho feito não é exatamente em termo de curso, mas realmente leitura
32 e uma coisa mais individual. É, um outro colega né, de uma universidade, também
33 tem trocado experiências nesse sentido, e obviamente né, pra, colocar uma situação

34 mais específica, o curso novo de medicina, como vem com essa proposta na sua no
35 seu cerne foi realmente construído nesse sentido, eu tive que ir atrás um pouco dessas
36 informações e me atualizar nesse sentido, mas realmente com obrigação, novamente
37 sair da zona de conforto, do que exatamente um oferecimento que aconteceu da
38 universidade pra me preparar nesse sentido.

39 P: Como você vê a integração das disciplinas do básico e da clínica? Quais são as
40 dificuldades dessa integração?

41 P2: No modelo tradicional, eu vou dizer isso porque eu tenho experiência no ensino
42 de três cursos de graduação, e eles são formados, estruturados de maneira diferente.
43 Eu também como passei por reestruturações curriculares aqui mesmo dos cursos
44 mais antigos, odontologia e fonoaudiologia, eu posso dizer, eu posso citar um exemplo
45 da odontologia antes de acontecer essa reformulação curricular, que é: os quatro anos
46 foram divididos assim, muito, muito fortemente nos primeiros anos apenas o conteúdo
47 teórico e depois os alunos iam, a partir disso, terceiro, quarto ano, praticamente
48 clínico. Então a integração era muito difícil, o professor lá no primeiro ano tentava
49 contextualizar alguma coisa que, talvez ele veria só no terceiro, quarto ano, mesmo
50 fora de uma aproximação com outras disciplinas básicas. Era uma coisa muito, muito
51 engessada. E a medida que a estrutura curricular foi ... foi modificada, modelada e
52 que os corpos docentes e as comissões de graduação começaram a pensar nesse
53 sentido, hoje existe uma proposta melhor pra essa contextualização e essa
54 aproximação de conteúdo teórico, conteúdo básico com a vivência clínica. Na minha
55 modesta opinião eu ainda acho que isso tá um pouco longe do ideal, mas eu também
56 tenho que concordar que, do tempo que eu estou aqui existe um movimento no sentido
57 de se aproximar, de se diminuir esse espaço que existia no currículo a mais de 10
58 anos.

59 P: Com relação ao experimento, você já tinha vivenciado uma atividade experimental
60 de caráter investigativo?

61 P2: Não. Foi a primeira vez.

62 P: Pra você, quais das etapas desenvolvidas foram imprescindíveis?

63 P2: Eu, como foi uma proposta nova, foi a primeira vez eu participei, a questão do
64 planejamento foi inclusive importante para ter uma ideia, não só dos alunos, mas eu
65 também acabei aproveitando bastante a questão do planejamento pra entender né,
66 toda essa proposta. Então acho que acho que todas as etapas foram importantes até
67 pra minha preparação. Estudar o que que eles teriam disponível, o que que eles

68 poderiam ter de disponível para essa proposta investigativa. O tempo que eles tiveram
69 para se preparar, exatamente pra parte laboratorial e eu também acompanhar um
70 pouco. Eu acho que as etapas foram bastante importantes. Não sei se será uma
71 questão posterior, mas eu achei que a parte no laboratório foi muito, muito, muito,
72 muito boa, por conta dos alunos vivenciarem, descobrirem, interagirem bastante entre
73 eles e com o que tinha disponível na bancada para eles.

74 P: É, de que forma as atividades experimentais investigativas podem ser integradas
75 na proposta PBL?

76 P2: Essa, essa forma que foi feito, que foi proposto, que foi aplicado para essa turma
77 de medicina, já vinha uma espécie de contextualização, de, de, de perguntas que
78 direcionavam para um assunto específico, prático, clínico deles. Então foi feita
79 integração com a professora específica né, de renal. Então dependendo da proposta
80 laboratorial, eu acho pelo que eu vi e pouca experiência que eu tenho, essas propostas
81 podem ser encaixadas, elas podem ser montadas dentro de uma situação clínica
82 muito próximo de uma situação clínica laboratorial, de diagnóstico ... que leva o aluno
83 a fazer essa contextualização, essa integração, em termos de conteúdo, em termos
84 de conceitos. Eu acredito que dessa experiência que eu tive, que foi bastante positiva,
85 dá pra se aproveitar muita coisa e se aplicar, especialmente, na bioquímica, e a gente
86 consegue fazer por uma integração bastante grande.

87 P: Dentro da aula prática, não só nas questões teóricas.

88 P2: Sim. Isso volta na, na questão da primeira pergunta. Você, você leva o aluno a
89 pensar

90 P: Você falou.

91 P2: Você tira ele da zona de conforto, põe ele pra pensar. Difere um pouco da forma
92 tradicional, quer dizer, a gente tem ainda hoje aula prática com roteiro né, definido, o
93 aluno vai e repete tudo aquilo que a gente faz, tudo, e aí ele chega, todos vão chegar,
94 se fizerem corretamente, na mesma conclusão. Já nessa proposta nova, nessa
95 proposta que teve investigativa, eles são obrigados a elaborar uma estratégia,
96 atrai eles mesmo, mesmos vão atrás das informações, vão trazer isso já, um
97 planejamento pra aula, pro laboratório e vão desenvolver isso, que eu acho que a
98 parte mais importante é a parte do desenvolvimento deles. Tira-los, realmente, da
99 zona de conforto e colocar esses alunos pra pensar.

100 P: Em relação a percepção dos alunos comparada com atividades experimentais
101 convencionais?

102 P2: Sim.

103 P: É, qual a sua avaliação sobre o trabalho realizado na proposta da atividade
104 desenvolvida, experimental?

105 P2: Eu acho que foi bastante positiva a proposta investigativa, os alunos gostaram
106 muito, gostaram bastante. E como houve, realmente, etapas anteriores, de
107 planejamento e tudo esses alunos foram colocados né, pra, pra se preparem pra
108 essa atividade no laboratório. Então se criou um comprometimento maior e eles
109 tiveram um envolvimento maior do que, na minha opinião, se eles recebessem um
110 roteiro lá na aula prática pra desenvolver. O que eventualmente acontece se um aluno
111 só faz, reproduz o roteiro e os outros acabam só observando. E durante essa prática
112 investigativa é interessante que os alunos interagem, inclusive conosco com questões,
113 o que não costuma acontecer quando acontece com o roteiro. O aluno chega ao final
114 do experimento, obtém um resultado, mas ele não se questiona por que que chegou,
115 como chegou, o que que realmente aconteceu, qual que era o objetivo, se isso não
116 estava claro ou não. Então eu vejo com um aspecto bastante positivo, especialmente,
117 para os alunos. Você vê na prática os alunos se aplicando e interagindo melhor.

118 P: Você acha que, você viu alguma diferença com relação a empolgação dos alunos?

119 P2: Sim. Eu acredito que como a proposta ela, ela, ela parte, ou coloca uma boa dose
120 de responsabilidade nos alunos e no grupo, então você observa que existe uma
121 aplicação maior por parte, pelo menos da boa parte desses alunos, em realizarem os
122 experimentos. Como eles trazem uma proposta, eles estão num nível de atenção,
123 empolgação maior do que uma aula prática tradicional com roteiro já pré-estabelecido.
124 Você vê que os alunos estão realmente ali mais ansiosos, e mais empolgados para
125 fazerem esse tipo de, de proposta.

126 P: Pra terminar, na sua percepção. Qual a importância e qual foi a receptividade dos
127 alunos?

128 P2: Os alunos receberam muito bem a atividade, gostaram, se manifestaram muito
129 positivamente, não só pra nós, mas também para outros professores de outras
130 disciplinas que tiveram a oportunidade de ter contato com esses alunos logo após a
131 atividade. Se manifestaram através das redes sociais. Então eles ficaram muito felizes
132 com o tipo de atividade, ficaram bastante satisfeitos. E particularmente, na minha
133 visão, eles conseguiram atingir o objetivo, eles conseguiram se programar e encontrar
134 os resultados, montaram um planejamento. Então acredito que, em função disso, você
135 gera essa satisfação por parte dos alunos.

136 [13min39s]

APÊNDICE 6: TRANSCRIÇÃO QUESTIONÁRIO DISCENTE

| Código | 1) Apresente quais foram as dificuldades e facilidades que você encontrou durante o planejamento. | 2) Na sua opinião, práticas experimentais como essa são consideradas Metodologias Ativas? | 3) Por que foi/será importante a visita ao Laboratório de Análises Clínicas? |
|--------|---|--|---|
| A1 | Dificuldade: mais atividades e independência. Facilidade: menos estudo. | Sim, pois aprendemos a agir ativamente, pesquisando os procedimentos por conta própria. | Porque aprenderemos a estudar sobre a medicina de maneira mais aprofundada |
| A2 | Dificuldades: fontes confiáveis para servirem de base para começar a traçar um plano. | Sim. Não recebemos a matéria pronta, a busca por uma solução foi ótima para aprendizado. | Vista prática de matéria teórica pouco visualizável |
| A3 | Entender como fazer o planejamento, pois achei um pouco confuso, tendo em vista que nunca tinha feito isso antes. | Sim, pois estamos obtendo informação de forma ativa. | Para aprender melhor sobre análises clínicas |
| A4 | Apresentei muita dificuldade em elaborar um planejamento para aula experimental na parte de montar as reações químicas. | Considero como metodologia ativa, pois tivemos que sair do convencional e raciocinar para fazer o processo de planejamento. | Será importante para entendermos a aplicabilidade e o funcionamento dos processos de exames clínicos. |
| A5 | Tive dificuldade em estabelecer quais reações químicas testar primeiro. | Sim, porque os alunos têm a oportunidade de utilizar o laboratório para construir o próprio conhecimento. | Será importante para conhecermos a estrutura e observarmos o funcionamento do laboratório, bem como para entendermos melhor as atividades realizadas anteriormente. |
| A6 | Tive dificuldade em iniciar o experimento e estabelecer um | Sem dúvidas. Práticas experimentais permitem ao aluno construir seu próprio conhecimento o que contempla as proposições apresentadas pela metodologia ativa. | A visita ao laboratório de Análises Clínicas é importante para conhecermos sua estrutura e funcionamento e assim, para aprendermos o comportamento adequado e formas de |

| | | | |
|-----|--|---|--|
| | planejamento para montar as reações químicas. | | utilização de equipamentos e aplicação de técnicas. |
| A7 | A maior dificuldade consistiu no fato de ter que lembrar e pesquisar assuntos já esquecidos e, ainda, ter que buscar os tipos de reações compatíveis. Porém, todas as dificuldades foram superadas, e a maior vantagem consiste na boa fixação do conhecimento. | Sim, pois tiram o aluno de sua posição pasiva de aprendizagem, atribuindo maior significado à teoria. | Para que se observe os métodos utilizados nas análises solicitadas pelos médicos e conhecer a dinâmica profissional de outra área. |
| A8 | Dificuldade: planejar uma atividade em laboratório por nunca ter utilizado um. Facilidades: acesso às informações necessárias. | Sim, são consideradas metodologias ativas, pois centram a atividade no aluno, tornando-o responsável por encaminhar e planejar o projeto de forma mais independente e sem ação do docente. | Para consolidar o aprendizado ao pôr contato com as situações reais, além de dar início a um processo de familiarização com um possível local de trabalho. |
| A9 | A maior dificuldade durante o planejamento foi encontrar as reações necessárias para identificar os reagentes. | Sim, pois agimos de forma independente e ativamente para construirmos nosso conhecimento. | Foi importante para conhecermos as estruturas fornecidas por um laboratório e conhecer as possibilidades de análise de substâncias. |
| A10 | A maior dificuldade foi identificar quais padrões deveriam ser analisados para que fosse diagnóstica a patologia. A facilidade surgiu devido aos sintomas apresentados, que permitiram fortes indícios de uma doença bem conhecida. Além disso, os reagentes da caixa 1 permitiram | Sim. Da maneira como a prática foi proposta, exigiu-se do aluno uma pesquisa prévia acerca do método a ser utilizado, que bem escolhido pelo professor em sua elaboração, por possuir a dificuldade adequada. | As atividades práticas, além de serem mais prazerosas, permitem uma fixação maior do conteúdo que nela reside, além de apresentar contratempos que só existem na prática e não são experimentados na teoria. |

| | | | |
|-----|--|--|---|
| | identificar implicitamente qual teste seria mais adequado para a análise. | | |
| A11 | As facilidades foram: possuir meios de pesquisa de forma rápida, para estabelecer uma direção de quais caminhos seguir. A dificuldade principal foi acostumar com um método de trabalho em equipe, diante de avaliações individuais. | Sim, pois buscamos o conhecimento a partir de um certo direcionamento. Isso foi notado pelo fato de ficarmos livres para propor um método de comparação que se tornou eficaz diante dos resultados alcançados. Um método de comparação que, mesmo sabendo anteriormente, efetuamos sem a interferência do professor, ou seja, um tubo com a amostra, um tubo com aquilo que queremos na amostra e um tubo de controle. | Foi importante, pois constatamos a eficácia do método científico de comparação e para termos práticas de como é feito os exames que determinam certas doenças. Isso foi importante, pois senti mais motivado a aprender outros conhecimentos. |
| A12 | Dificuldade: descobrir a doença, desenvolver o planejamento durante a atividade. Facilidades: manejar os instrumentos de pesquisa do planejamento. | Sim, pois forcem o aluno a sair da sua zona de conforto e entender o procedimento antes mesmo de realizá-lo. | Será importante para observar a prática de forma mais aprofundada e entender o correlacionamento clínico, fundamental para a medicina. |
| A13 | Dificuldades: ter que montar o próprio roteiro. Facilidades: ter os reagentes que poderíamos usar e caso clínico para guiar os experimentos. | Sim, pois leva o aluno a estudar mais sozinho por sua conta (no caso, a respeito de como determinar os elementos presentes na urina). | Acredito que foi e será importante. Foi no sentido de poder ver na prática como o conhecimento das ciências básica é essencial para a prática médica no futuro. Também será importante no futuro, pois é uma experiência a mais que já tivemos. |
| A14 | Detectar a doença (distúrbio) associada as substâncias na urina. Encontrar as informações na internet acerca dos reagentes adequados para cada elemento presente na urina. | Sim, porque envolvem a participação ativa do aluno. | Porque foi possível observar na prática clínica os conceitos e práticas aprendidas no laboratório. |

| | | | |
|-----|---|--|--|
| A15 | <p>Houve uma dificuldade inicial para entender o problema proposto. Depois de compreendido, houve facilidade em estabelecer as relações e o roteiro.</p> | <p>Sim, porque obriga o aluno a pensar sobre como as coisas teóricas ocorrem.</p> | <p>Para entender como essa análise laboratorial se dá na prática e com quais objetivos.</p> |
| A16 | <p>A exposição de casos clínicos em aulas prévias facilitou a determinação das substâncias achadas. Foi difícil encontrar métodos de laboratório para indicar presença de substâncias, pois usamos principalmente a internet. A insegurança por ser o primeiro contato tornou o planejamento mais lento, mas também trouxe maior pesquisa de todos fatores.</p> | <p>Sim, porque como aluna tive que adquirir novos conhecimentos e relacioná-los para conseguir saber iniciar a atividade. Creio que a postura participativa é o principal traço e permite melhor absorção de conhecimento.</p> | <p>Porque o ambiente simulado foi intermediário para eu compreender o processo de exames, mas apenas ao visitar o local de análises foi que consegui trazer o conhecimento para a realidade cotidiana.</p> |
| A17 | <p>A dificuldade foi a falta de aulas de comportamento em laboratório, que acarreta em negligências diversas.</p> | <p>Sim, pois tivemos que buscar as metodologias sozinhos.</p> | <p>Para fixar o conteúdo atrelando-o à prática.</p> |
| A18 | <p>Achar informações sobre o teste e os componentes específicos que estavam envolvidos nele (reagentes e padrão), além de não saber a necessidade dele ou como fazer da melhor forma.</p> | <p>Sim, envolviam o mesmo princípio, de buscar as informações específicas e necessárias para a realização da atividade, com pouco conhecimento anterior a ela, sendo mais difícil, estressante e cansativa, porém com melhores resultados, mais absorptivos.</p> | <p>O envolvimento desde o princípio do curso nas áreas que estão relacionadas a ele ajuda na ampliação de horizontes (até mesmo para onde nossa área pode ir ou está incluída).</p> |

| | | | |
|-----|--|---|---|
| A19 | Dificuldades: as instruções dadas estavam um pouco confusas, de início, foi difícil entender o objetivo para o qual nos planejamos. | Sim, pois fogem do ambiente de aprendizado tradicional de sala de aula e/ou prática laboratorial com roteiro fixo, enrijecido. | Verificar os conceitos, apresentados em aula na vida real permite uma maior absorção do conteúdo. |
| A20 | Encontrar informações sobre a bioquímica envolvida no experimento, como saber quais reagentes utilizar, e integrar as informações encontradas pelos diferentes integrantes do grupo. | Sim, esse tipo de prática leva os alunos a buscarem informações por conta própria, estimulando a autonomia, podendo ser considerada como metodologia ativa. | Foi importante para entender como realmente ocorrem os processos aprendidos em sala de aula e, sobretudo, para reunir percepções para serem retomadas em estudos posteriores. |
| A21 | Foi difícil encontrar uma base de dados para química analítica que ensinasse a identificar as amostras padrão. | Sim, porque exige autonomia do estudante. | Para relacionar o aprendizado prático com a importância da matéria. |
| A22 | Apresentei, com meu grupo, dificuldade de saber combinar reagentes. Facilidade, devido a conhecimentos prévios de prever a substância prevalente na urina. | Sim, pois estimulam os alunos a planejarem o processo experimental, analisando reações químicas e interligando-as ao caso clínico. | Estímulo da prática científica. Conhecimento sobre o cotidiano de analisadores. |
| A23 | Encontrar as reações e em que meios ela ocorre. | Sim, pois nos força a procurar sozinho, como ocorrem tais reações. | Para conhecer o processo de funcionamento de um laboratório. |
| A24 | Encontrar reações para cada uma das possibilidades de amostra X. | Sim, pois eu não segui apenas um roteiro pronto. Achei construtivo poder escolher meus passos e mais interessante. | Porque pude ver como realmente se trabalha com análise. Eu acredito que ver na prática esclarece. |

| Código | 4) Como você vê as atribuições do professor agora, após realizar as atividades que foram feitas? Essa atividade mudou suas concepções/percepções sobre o papel do professor? | 5) Como você avalia sua aprendizagem se a atividade fosse apresentada com um roteiro experimental? Seria melhor ou pior? Explique o porquê. | 6) Vocês acreditam que há necessidade de fazer uma avaliação escrita após uma atividade como essa, justifique? |
|--------|--|---|--|
| A1 | De maneira positiva, pois ele nos dá as diretrizes e nós fazemos o procedimento e damos prosseguimento ao estudo. Sim, mudou. | Seria melhor, pois envolveria mais partes práticas, o que prenderia mais a atenção dos alunos. | Não, pois o fato de decorarmos informações não faz parte do processo de aprendizagem, que engloba processos experimentais e práticos. |
| A2 | Sim, o professor deve guiar e corrigir se necessário, não expor como um livro, isso já temos. | Pior, estaria só executando, sem estudo, pesquisa, pró-atividade. | Sim, sintetizar a experiência. |
| A3 | O professor é fundamental para guiar os alunos, mas não pode assumir protagonismo. | Seria pior, pois não nos estimularia a fazer testes e experimentos, não visando a criatividade e não fixar as atividades. | Não, pois o estudante precisa ter autonomia e saber quando precisa estudar mais. |
| A4 | Vejo muito mais como uma pessoa para auxiliar e supervisionar o trabalho, prestando apoio, tirando o monopólio do conhecimento no professor e focando no aprendizado coletivo, deixando-nos ser protagonistas na produção de conhecimento. | Devido a minha grande dificuldade em química o roteiro me deixaria mais segura e menos perdida no processo do laboratório. Creio que aprenderia mais com o roteiro por conta dessa dificuldade. | Sim, para poder fortalecer e ordenar os processos desenvolvidos em aula. A avaliação escrita nos permite identificar se absorvemos realmente o conteúdo. |
| A5 | Vejo as atribuições do professor relacionadas a auxiliar o aluno a buscar conhecimento e orientá-lo nesse processo, não apenas como um transmissor de informações. | Um roteiro experimental diminuiria nossa liberdade de testar diversas substâncias no laboratório, mas, por outro lado, nos deixaria mais seguros sobre estar ou não no caminho certo. | Não, pois as atividades práticas e o relato delas são muito mais efetivos para a fixação do conhecimento do que avaliações. |

| | | | |
|----|--|---|--|
| A6 | As atribuições do professor são compatíveis com a metodologia ativa empregada, pois ele assume também a função de orientar o aluno a pesquisar e produzir seu próprio conhecimento, em vez de apenas transmitir informações para um estudante passivo. | A ausência de um roteiro prévio permite maior liberdade ao aluno, mas também pode deixá-lo inseguro sobre como agir. A constituição de um roteiro experimental mais flexível e aberto a adaptações seria adequado, pois coíbe a autonomia do estudante e, ao mesmo, sugere maneiras de como iniciar e conduzir o experimento. | Não há, pois avaliações não são eficientes para avaliar o conhecimento pleno de um indivíduo. São, na verdade, mecanismos superficiais que tentam quantificar, reduzir a números a experiência individual. |
| A7 | O professor deixa de ter o papel de líder para assumir uma postura de facilitador e norteador da aprendizagem, prevalecendo uma relação horizontal entre profissional e aluno. | Seria pior, uma vez que o resultado do roteiro já é esperado e conhecido, logo não estimularia o empenho cognitivo do aluno. | Eu, particularmente, sou adepta de avaliações escritas desde que sejam embasadas em casos clínicos semelhantes à realidade, sem haver a necessidade de memorizações forçadas, mas sim exigindo raciocínio. |
| A8 | Essas atividades mostram que o professor tem um papel de guiar, com intuito de orientar os alunos para que possam construir e buscar o conhecimento por conta própria. Não mudou, pois sempre achei que o professor deveria discutir metodologias ativas ao tradicional. | Seria boa, porém interferiria na autonomia do processo de busca dos alunos. Ambos podem ser desenvolvidos em momentos distintos. | Sim, pois atividades desse tipo nos garantem que houve aprendizado concreto e homogêneo entre os alunos. |
| A9 | O professor atuou como um tuto, ou seja, como um gerenciador/ administrador do conhecimento, não só como um expositor do conhecimento. Não mudou, pois já estava acostumado com esse papel do professor. | Seria pior, pois a gente passaria a seguir passos como "máquinas" sem aplicar nosso conhecimento e instigar nossa curiosidade. | Não, valeria mais a pena realizar relatórios relatando os principais conceitos. |

| | | | |
|-----|---|--|---|
| A10 | <p>As atribuições do professor, sob a ótica de metodologias ativas, se constituem em fornecer materiais que tragam implícitas ou explícitas orientações para que os alunos encontrem, com uma postura mais ativa e autônoma, os corretos conteúdos, nas mais diversas fontes, por meio de um estudo cada vez menos padronizado e engessado em fontes fornecidas pelo professor.</p> | <p>A aprendizagem seria pior com um roteiro. Primeiramente, não iria estimular a pesquisa prévia dos alunos, que proporcionou expandir os limites de conhecimento, pois além dos objetivos propostos, os alunos puderam fazer outros experimentos com os mesmos reagentes disponíveis.</p> | <p>Não. Apenas a elaboração de material na forma de relatório que retrate os principais conceitos utilizados, método e resultados obtidos.</p> |
| A11 | <p>Como aquele que deve propor situações de aprendizagem em situações práticas. Não, acredito que o professor deve apenas guiar o aluno e não limitar o aluno.</p> | <p>Seria pior, pois sem o relatório aprendemos (ficamos mais acostumados) de como buscar o conhecimento. Isso é importante, pois ainda vamos buscar outros conhecimentos.</p> | <p>Sim, pois há a necessidade de consolidar a aprendizagem. Uma avaliação escrita tiraria autoridade da qualidade da aprendizagem e seria uma forma de pressionar os alunos para que eles façam o mínimo: estudar para ser um bom profissional.</p> |
| A12 | <p>O professor deve orientar os alunos, solucionar suas dúvidas. Sim, o professor também pode ser um facilitador.</p> | <p>A aprendizagem seria mecânica e técnica, porém sem garantir o entendimento do aluno aquele procedimento.</p> | <p>Sim, para verificar a real participação do aluno e, conseqüentemente, sua aprendizagem.</p> |

| | | | |
|-----|---|--|---|
| A13 | Em nenhum momento diminuí o mérito do professor, muito pelo contrário. O professor continuou sendo a pessoa que mais sabe da relação, mas deu espaço para que os alunos desenvolvessem seu aprendizado, cada um à sua maneira e no seu tempo e, quando necessário ou solicitado, o professor ajudava, respeitando o próprio processo de aprendizagem individual do aluno. | Eu prefiro atividade realizada com um roteiro, pois tenho mais segurança no que faço, mas continuo gostando da atividade como foi realizada, pelo estímulo à pesquisa pelo aluno. | Não acredito que seja necessária, pois acredito que uma avaliação escrita não é o melhor método de avaliar o aluno sem contar que nesse procedimento como foi realizada inteiramente por alunos, desde o planejamento, seria difícil que todos chegassem exatamente no mesmo resultado. |
| A14 | O professor foi essencial para direcionar os estudos dos alunos, bem como esclarecer dúvidas. | Se a atividade fosse apresentada com um roteiro experimental, a minha aprendizagem seria pior, uma vez que a atividade se tornaria mais mecânica. | Sim, uma vez que é necessário testar se todo o conteúdo foi compreendido pelos alunos. |
| A15 | O professor foi mais um estimulante para a produção de conhecimento do que um mero reproduzidor desse. Não, já tinha essa visão. | Sem o roteiro foi melhor, permitiu melhor aprendizado através do raciocínio próprio. | Não, porque se o objetivo é a aprendizagem, ele já foi completamente atingido. |
| A16 | O professor tem o papel de guiar o processo de aprendizado e acredito que esse papel só é cumprido quando o aluno se mobiliza para aprender, tal como nas atividades realizadas. | Seria pior, já tive aula laboratorial com e sem roteiro, prefiro entender os objetivos e processos envolvidos antes e acho que ser impelido a escrever o roteiro me obrigou a compreender antes. | Nunca fiz uma avaliação após atividade, mas acredito ser importante para refletir sobre as atividades. |
| A17 | Não, pois já estou acostumado com isso. | Pior. Seria feita de forma mecânica, sem análise crítica acerca dos métodos. | Sim. Apenas um relatório. |
| A18 | O professor se faz necessário muito mais que apenas "passar" o conhecimento ainda sendo importante para dúvidas, orientações, mas induz uma busca ativa, que alunos são capazes e devendo realizar sua função para o completo conhecimento. | Seria diferente, apesar de ser mais fácil, rápida, objetiva, não induz tanto a atividade aos alunos, é mais restrita a um papel, que possui um único objetivo. | Não, pouco acrescenta aos alunos, mas se for utilidade dos professores, visando a melhora também não é prejudicial. |

| | | | |
|-----|--|--|---|
| A19 | O professor deve saber aproveitar o material que está a ele disponível. | Seria melhor, pois haveria maior esclarecimento sobre o procedimento e objetivos da atividade. | Não, há outros métodos que permitem avaliar a aprendizagem do aluno em atividades práticas, como fotos e vídeos. |
| A20 | A atividade mudou nossas concepções sobre o papel do professor, que agora aparece como um facilitador, guiando os alunos, ao invés de apenas passar informações. | Em caso de presença de roteiro, a atividade seria mais fácil, porém muito menos proveitosa didaticamente, já que pouco seria apreendido com a prática. | Sim. A atividade escrita melhora a percepção dos alunos sobre seu próprio aprendizado e dá ao professor um feedback sobre seu trabalho. |
| A21 | | Seria mais fácil, porém pior. Talvez uma aula para consolidar essa atividade com relações químicas. | Não, porque é uma atividade muito rápida e não acho produtivo fazer testes a cada atividade. |
| A22 | O professor, em atividades ativas, apresenta um papel maior na interação dos alunos, atuando como um tutor. | Não sou capaz de opinar porque utilizei poucas vezes o laboratório e, portanto, não tive contato com roteiro experimental | Não. A priori, não sei como é uma avaliação de atividade laboratorial. Em segundo lugar, acredito que unir prova escrita não seria capaz de medir o conhecimento de todos os grupos, que apresentaram experimentos e planejamentos distintos. |
| A23 | Não sei informar. | Penso que seria pior, pois não ocorreria o envolvimento com o estudo prévio. | Não, pois o aprendizado ocorre durante a prática e o pré-estudo. |
| A24 | Como um instrutor para prática. Mudou. | Seria pior, pois seria bem menos interessante e eu me envolveria menos. | Não, iria apenas formatar a ideia de uma prática aberta. |

APÊNDICE 7: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA

Estou sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada “Limites e possibilidades da utilização de sequências didáticas com enfoque investigativo como estratégia de adaptação aos alunos submetidos a na proposta de ensino através da PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas)”, que tem como objetivo propor estratégias didáticas na adaptação frente as mudanças nas propostas metodológicas de ensino. Sabemos que estas mudanças são necessárias, e que como toda mudança carecem de ajuste e adaptação. Os estudos e análises destas variáveis, nos possibilitará a responder a seguinte questão: Quais os limites e possibilidades da utilização de Sequências de Ensino Investigativas como estratégia de adaptação para alunos cujo PPP do curso de graduação é fundamentado na PBL?

Estou ciente dos métodos de coleta de dados que serão utilizados para a pesquisa – questionários e entrevistas, e de que os resultados da pesquisa podem ser publicados, mas que meu nome ou identificação não serão expostos. Qualquer dúvida em relação à pesquisa e/ou à minha participação, antes ou depois de meu consentimento, será respondida pela pesquisadora responsável.

Estou ciente também de que a qualquer momento durante o processo posso desistir da participação sem a necessidade de justificativa.

Declaro que, após devidamente esclarecido e informado sobre a pesquisa em questão, consinto em participar deste estudo.

Bauru, _____ de _____ de 2018.

Nome completo: _____

R.G.: _____

Assinatura do(a) participante: _____

Pesquisadora Responsável: Prislaine Pupolin Magalhães

Telefone: (14) 3206-9184 / (14) 99126-8585

E-mail: prislaine.magalhaes@unesp.br

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Telefone: (14)3103-6081

E-mail: silvia.zuliani@unesp.br

APÊNDICE 9: ARTIGO CIENTÍFICO

Versão em português disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbem/v43n1s1/pt_1981-5271-rbem-43-1-s1-0404.pdf. Acesso em 17 fev. 2020.

Bioquímica e Função Renal: Utilizações de Sequências Didáticas com Enfoque Investigativo para Reaproximação de Conceitos Específicos

Biochemistry and Renal Function: Use of Inquiry-Based Teaching Sequences for Retrieval of Specific Concepts

Prislaine Pupolin Magalhães¹

Rodrigo Cardoso Oliveira²

Daniela Ponce³

Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani¹

PALAVRAS-CHAVE

- Sequências Didáticas.
- Atividades Investigativas.
- PBL.
- Proteinúria.

RESUMO

As propostas de ensino atuais envolvem estratégias de ensino que auxiliam e incentivam a construção do conhecimento, fazendo com que o aluno seja um participante ativo do processo de aprendizagem, e têm sido alvo de diversas pesquisas. Este artigo relata, aula a aula, uma sequência didática realizada com alunos em fase inicial de formação, aplicada à primeira turma do curso de Ciências Médicas da USP – Bauru, que propõe em seu projeto pedagógico o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL) como principal estratégia de ensino. Nesta sequência didática, utilizamos atividades experimentais investigativas. A característica principal de uma sequência didática que inclui atividades investigativas é seu processo evolutivo gradual, com o objetivo de entrelaçar a perspectiva científica e as concepções dos estudantes por meio de atividades de ensino-aprendizagem bem planejadas, contextualizadas e empiricamente adaptadas ao raciocínio do aluno. O objetivo deste trabalho é compartilhar uma vivência assertiva da aplicação de uma sequência didática de caráter investigativo contextualizada, que envolveu conceitos que foram desde as propriedades químicas mais simples das biomoléculas/ions até a associação e discussão de um caso clínico hipotético envolvendo proteinúria. Essa fisiopatologia consiste na excreção de proteína na urina, principalmente albumina, e ocorre quando há algum dano nos rins. Sendo assim, a dosagem da fração proteica na urina (albuminúria) é utilizada principalmente para detecção precoce de doença renal crônica e pode ser também um instrumento para o diagnóstico de doenças cardiovasculares. Portanto, deve-se estar atento aos possíveis elementos interferentes e às variadas causas de erros inerentes a esse exame. Desta maneira, por meio de um recurso didático que envolve atividades experimentais investigativas contextualizadas, tendo como questão problematizadora um caso de proteinúria, pudemos nos reaproximar de conceitos específicos e valorizar os saberes procedimentais e atitudinais, o que é importante para os alunos nesta fase de formação. Nesta proposta, os alunos foram protagonistas do processo de aprendizagem, no qual puderam levantar e testar suas hipóteses, interligando conhecimentos e adquirindo habilidades e competências específicas, o que possibilitou uma reflexão sobre a importância dos fundamentos e aplicações das ciências básicas. O propósito das sequências didáticas investigativas e contextualizadas é formar sujeitos autônomos, que saibam tomar decisões e trabalhar em equipe, seguros e críticos, compreendendo como os saberes científicos evoluem e estão relacionados.

¹ Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo, Brasil.

² Universidade de São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil.

³ Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

KEY-WORDS

- Didactic Sequences
- Inquiry-Based Teaching.
- PBL.
- Proteinuria.

ABSTRACT

Current teaching proposals involve teaching strategies that seek to assist and encourage the construction of knowledge by the students, turning them into active participants during the learning process and these have been the subject of several researches. This article reports a didactic sequence carried out with students of applied training for the first year Medical Sciences USP – Bauru, and proposes, as part of its pedagogical design, Problem Based Learning (PBL) as the main teaching strategy. In this didactic sequence we used experimental investigative activities. A didactic sequence that includes investigative activities can be characterized as a gradual evolutionary process, with the objective of intertwining the scientific perspective and the students' conceptions, through well-planned teaching and learning activities contextualized and empirically adapted to the student's reasoning. The objective of this work is to share an assertive experience of the application of a contextualized research didactic sequence that involved concepts ranging from the simplest chemical properties of biomolecules and ions to the association and discussion of a hypothetical clinical case involving proteinuria. Its pathophysiology consists of the excretion of protein in the urine, mainly albumin, and occurs when there is some damage to the kidneys. Therefore, the dosage of the protein fraction in urine (albuminuria) is mainly used for the early detection of chronic or acute kidney disease and can also be an instrument for the diagnosis of cardiovascular diseases. Therefore, one should be aware of the possible interferences and the various causes of errors inherent to this examination. In this way, through a didactic resource involving contextualized research experimental activities, having proteinuria as the key problem, we were able to re-approximate specific concepts and to value procedural and attitudinal knowledge, which is important for students in this training phase. In this proposal, the students were protagonists of the learning process, where they were able to raise and test their hypotheses, interconnecting knowledge, acquiring specific skills and competences, allowing reflection on the importance of fundamentals and applications of the basic sciences. The purpose of the investigative and contextualized didactic sequences is to form autonomous subjects, who know how to make decisions and work in teams and have a sound and critical understanding of how scientific knowledge evolves and is related.

Recebido em: 9/5/19

Aceito em: 30/5/19

INTRODUCTION

The curriculum of higher education courses in the area of health, such as Medicine, for example, has been relinquishing its traditional characteristics and undergoing major reforms directed at the acquisition of competencies that are required in the contemporary world. Among the strategies used for the curricular reforms, we can highlight the flexible curricular structure, which can create possibilities (time) for other activities that favour the student's humanistic development; and the use of these new teaching strategies that prioritise active participation in student-centred approach to their learning. For this kind of approach we can cite, for example, Problem-Based Learning (PBL)¹. According to Conceição and Moraes², PBL is currently the most commonly used methodology in Brazilian medical courses, as it promotes cooperative learning focused

on the active construction of knowledge, giving the learners greater rapport between them and optimizing interaction between teaching, care and research.

Following this trend, changes were made to the Ribeirão Preto Medical School of the University of São Paulo (USP), which in 1993 restructured and implemented a new curriculum, whereby the course, now entitled Medical Sciences Course, was split into three phases (basic, clinical and internship), each lasting two years. In this proposal, the traditional subjects were condensed, and optional subjects were included in the first three years of the course, with mention of so-called self-learning resources. This restructuring also afforded free time for students to have earlier contact with the health care network, in order to streamline their ethical and humanistic development, as well as offer them the opportunity to de-

vote time to research in the institution's scientific initiation programs³.

The pedagogical project of the Medicine course at USP – Bauru, which is still under development, is built on the understanding that the student should be prepared to become a professional and citizen who will participate in knowledge development processes⁴. The pedagogical activities developed are centred around the student and his learning process, with the teacher playing the role of facilitator in the process, focusing on Problem-Based Learning (PBL) strategies and student involvement in the community since the start of the training process. The Medicine course in Bauru, started in 2018, upon opting to use these ideas in its pedagogical project, thus aligned itself to the National Curriculum Guidelines for Medicine Courses, approved in 2014. The expectation, therefore, is to train a more complete and secure professional, fit to meet the needs of the population and the labour market⁴.

In view of the foregoing, it is implied that traditional teaching will have been surpassed. Based on this premise, we detail in this work a didactic sequence (SD) with an investigative emphasis on the methodological proposal for the teaching of Biochemistry to students in the initial years of the Medical Sciences, Pharmaceutical and Biomedical undergraduate courses, among others. We can define a DS as a set of ordered, structured and coordinated activities for the fulfilment of certain educational goals, with a principle and an end result known both by the teachers and the students⁵. Thus we can understand DS as a set of planned activities to teach one or more concepts and/or contents, step by step, organized in accordance with the learning objectives that the teacher wants to achieve at any level of education. To achieve the learning objectives in a DS, planning plays a key role and should involve enough flexibility to meet student needs, engaging them, whetting their curiosity and relating various activities to the content, which in this case range from basic to clinical concepts.

The DS should, therefore, be composed of clear instructions and resources, taking one of several possible structures, fulfilled in various areas of knowledge. According to Zabala⁵, the students' learning process for a given content should underlie the structure of the DS, based on their alternative conceptions and learning difficulties. It should have learning objectives that emphasise the central role played by the student, addressing conceptual, procedural and attitudinal contents, as well as using diverse and multivariate didactic resources and strategies; expositive classes should not be the main focus (it is recommended that they correspond to 20% of the content at the most), and when they are used they should involve dialogue. Finally, procedural and formative assessment is recom-

mended over the course of the DS. Investigative experimental activities are a good strategy, since active methodologies prioritise hands-on type learning practices.

There are two main types of experimental activity. Traditional experimental activities can largely be divided into demonstrative experiments, conducted only by the teacher for the students' appreciation, or situations in which the student conducts experiments, usually, however, by means of closed experimental scripts⁶, inserted into pre-printed handouts. The main aim is generally to demonstrate or prove theories, where the student usually has prior knowledge of the expected results, often told by the teacher himself. Investigative experimental activities, meanwhile, do not have a teacher as the single knowledge holder and do not follow recipe-like scripts; it is a contextualized active methodology, in which the student should engage in order to resolve a problem with the available apparatus. It involves stages of research, planning, formulation of hypotheses, work and discussions with peers, encouraging scientific thought, teamwork and the development of the students' own conclusions. Furthermore, in this proposal, the teacher acts like a mediator in the learning process, learning with the discussions brought by the students during the activity and reflecting, which makes the learning mutual and constructive, far from their so-called "comfort zone". In traditional experimental activity the teacher is considered the holder of the knowledge, providing explanations and strategies of how to arrive at the expected results, avoiding complications.

On the other hand, investigative experimental activities go beyond the recognition of phenomena, as they are planned to provide for the development of concepts and mental abilities related the processes of the science, making the laboratory experiences minds on and not only hands on. As previously mentioned, a constant error made by teachers during experimental classes would be proving theories. The fact that the experiment does not work or "goes wrong" does not change the theory, or annul it⁷. The philosophy and history of science show us the importance of reflecting on the phenomena for the construction of scientific knowledge, since science is constructed through a non-linear process of reflections, debates and clashes between researchers and research groups, some renowned and other almost anonymous, based on theoretical and phenomenological aspects, whose members have different beliefs, values, interests, knowledge and intentions. Moreover, we can consider the traditional experimental teaching methodology as outdated for contemporary students, who have easy and practical access to information.

Problematizing situations are crucial in investigative activities, in which the teacher sparks interest and instigates

the students on the basis of a problem which, through its attempted resolution, leads to the development of explanatory hypotheses. Therefore, questioning, creating hypotheses and participating in the discussion are skills that afford better assimilation of the studied content. Stuart and Marcondes⁸ argue that:

If the student has the opportunity to follow and interpret the stages of the investigation, he will be capable of developing hypotheses, testing them and discussing them, learning about the chemical phenomena studied and the concepts that explain them, and achieving the goals of an experimental class that prioritises the development of cognitive skills and logical reasoning. (p.11)

The DSs that involve investigative activities may encompass basic concepts, as in this example, beginning with the Biochemistry and reaching the discussion of a pathophysiology related to a hypothetical case study. Biochemistry, in turn, is a fundamental discipline for health care courses. It comprises the study of life at a molecular level, being a multidisciplinary science that employs methods and strategies from different areas, which together can resolve problems. Therefore, as well as it being important for the student to have contact with a simple test tube and observe some simple organic reactions, it is indispensable to connect different concepts to understand the health-disease dialect. The contents of Biochemistry, largely experimental, may have qualitative and quantitative approaches and are still developed in an individualized manner in many courses, that is, one class about protein, another about lipids, etc. Generally in the first years, or the “basic cycle”, the classes do not involve adequate critical analysis, probably due to the complexity of the specific concepts/contents, which set apart basic knowledge from clinical/pathological knowledge.

In the Health Sciences course, as well as didactic laboratories and their practices, the students’ experience and understanding of the importance of Clinical Analysis Laboratories (CAL) in diagnosis, prognosis, treatments, evolution and prevention of illnesses⁹ is essential, with a permanent tie between clinical practice and clinical biochemistry. Studies conducted with more than 4,000 patients have shown that many consultations culminate in the request for complementary exams. According to Capilheira and Santos¹⁰, a laboratorial exam was requested for 67.6% of the patients. Among them, the urine examination is one of the most requested tests, as a simple exam that provides important information in metabolic triage, as well as presenting data to aid in the diagnosis and prevention of renal diseases¹¹.

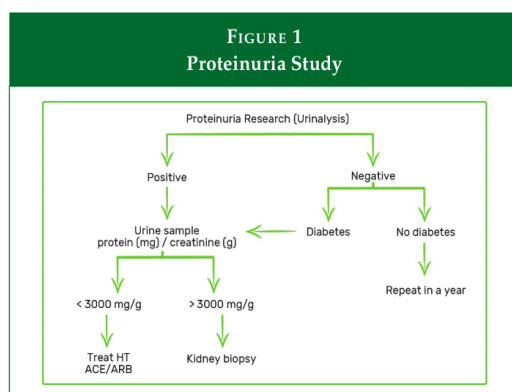
There is a technological mentality regarding laboratorial exams, as the practicality of kits or strips has meant that users have ceased to reflect on basic reactions or on how a given technique has improved, such as, for example, how reference values are determined. It is also necessary to consider which experimental cares to take, why and how to interpret those exams and how to choose the most appropriate method. Equally, understanding what “blank” or “samples” or “reference values” mean in a biochemical analysis. Consequently, with the didactic sequence proposed in this work, the student experiences all the stages of scientific knowledge, from the simplest chemical properties of the biomolecules to their practical application, such as in the case of the nephrology reported here.

Proteins in small quantity and of low molecular weight can be filtered by the glomerulus and reabsorbed in the proximal tubule, considering physiological proteinuria and albuminuria of less than 300 mg/d and 30 mg/d, respectively¹². Albuminuria levels between 30 mg/day and 33 mg/day are defined as second degree albuminuria, and its presence is a marker for incipient nephrology¹³. Third degree albuminuria, meanwhile, is characterised by an albumin level in the urine greater than 300 mg/day, which level is already detected in the strip test, that is, qualitatively¹⁴. Nephrotic syndrome is defined as the presence of albuminuria at a greater quantity than 3 g in 24 hours and is generally found in glomerulopathies.

The pathophysiology of albuminuria remains a cause for studies and controversy. The most well-known theories are the *overflow* theory, which says that the cause is elevated hydrostatic pressure inside the glomerular capillary tufts, and the *underfilling* theory, which attributes the cause of the albuminuria to reduced oncotic pressure¹⁵. Abnormalities in the glomerular endothelium can also explain the loss of albumin by the glomerular barrier¹⁶. Therefore, for patients at risk of developing chronic kidney disease, that is, those with arterial hypertension, diabetes, autoimmune diseases, with a family history of kidney disease and the elderly, urine sediment analysis is recommended for qualitative protein testing.

If proteinuria is identified in the qualitative test, it is recommended that it be quantified in an isolated urine sample (Figure 1) through the protein (mg) to creatine (g) ratio, which presents an excellent correlation to proteinuria determined in urine sample in 24 hours¹⁷.

The presence of proteinuria implies a worse renal and cardiac prognosis, while its remission results in greater preservation of the kidney function and reduced cardiovascular events¹⁸. Pressure control is beneficial in the reduction of proteinuria and for the speed of CKD progression both in diabetic and non-diabetic patients^{18,19}. Angiotensin-converting enzyme



Source: Authors.

(ACE) inhibitors and angiotensin receptor blockers (ARBs) are the drugs of choice for treatment. Renal biopsy is recommended in the presence of nephrotic syndrome for the diagnosis and specific treatment of glomerulopathies, which includes immunosuppression. Drawing on these premises, this DS had the purpose of integrating the concepts discussed above.

METHODOLOGY

This DS was developed with 30 first-year students from the USP – Bauru Medicine course. The didactic sequence was proposed during module 4 (Homeostasis 1) and was conducted by the teachers of Biochemistry and Nephrology. The main objective of the module was to characterise the concept

of homeostasis and the evolution of the different systems in the hydro electrolytic balance (absorption and excretion) and the acid-base generated by the renal system and its influence on the regulation of the systemic arterial pressure and on homeostasis. Based on the teachers' instructions and mediation, the students used their knowledge of renal physiology and biochemistry to plan and execute experiments in a sequence of lessons. The activities were executed in six groups of five students, and the experimental lessons occurred in the microbiology laboratory of the Bauru Dental School (FOB-USP). The students participated voluntarily in the sequence, and all the lessons were administered out of normal school hours.

The DS was developed in six 50-minute lessons. As mentioned, the majority of the classes were experimental, and the expository dialogue classes were dedicated to the stages of planning, systemization and discussion of the knowledge developed by the groups. The proposed DS had the prerequisite of basic biochemistry and can be reproduced by other higher education health science courses, such as Medicine, Biomedicine and Nursing, when discussing concepts of physiology involving homeostasis and the characterization of the hydro electrolytic balance (absorption and excretion) and renal acid-base. Therefore, based on the teachers' instructions and mediation, the students used their knowledge of renal physiology and biochemistry to plan and execute the experiments. Table 1 presents a summary of the six lessons proposed in the DS and their main objectives, the details of which shall be discussed in the description of each lesson.

TABLE 1
Summary table of the lessons and their main objectives

| Lesson | Objective |
|--|--|
| 1 – Problematization | Present the clinical case and the importance of discovering and quantifying the content present in unknown sample "X". Discuss simple analytic methods and how they might help in the identification and quantification of compounds. |
| 2 – Understanding some Chemistry and its analyses | Familiarizing oneself with the concepts of analyte, standard solution and reagents and their meanings. Choose the analyses that could help elucidate the clinical case, propose hypotheses and plan the experimental tests within the reasonable possibilities of the proposal. |
| 3 – Activity in the Biochemistry Laboratory: weighing a sample | Learn about the functioning and care when using an analytical scale. Experience indirect weighing methods for solutions, retrieving concepts of solution dilution. |
| 4 – Activity in the Biochemistry Laboratory – Part A | Experience experimental investigative activities. Perform analysis test with the standard solutions chosen in the plan. |
| 5 – Activity in the Biochemistry Laboratory – Part B | Perform biochemical qualitative analysis on unknown sample, "sample X". |
| 6 – Activity in the Clinical Analysis Laboratory (CAL) | Visit a CAL. Familiarize oneself with the routine of the clinical analysis laboratory; immersion in this space, learning about the routine of biomedics and clarifying doubts. Perform routine quick tests in the biomedicine laboratories and reflect on the importance and functionality of the kits used, reviewing the testing of substance "X" in this setting. |
| Summary of the activities performed and formulation of the concepts involved in the process. | |

Source: Authors.

* Sample "X" is the unknown sample, consisting of a 0.05 g/mL albumin solution.

The groups were provided with test tubes and racks, plastic Pasteur pipettes, wash bottle with distilled water, Bunsen burner, platinum inoculation loops, digital thermometer, universal pH strip, double boiler at 100 °C and analytical scale. As well as these materials and equipment, the students could request other reagents, simple materials and equipment that they deemed necessary within the proposal. They were also informed that the presence of iron ions, creatinine and uric acid was discarded in the unknown sample "X". During the activities involving experimental biochemistry, if necessary, and from a practical perspective, the quantitative and/or qualitative chemical analysis concepts could be reviewed on an analytical semi-micro scale. For example, there are organoleptic properties, complexation and precipitation reactions, solubility and heat transfer, flame tests and pH tests with the universal indicator and other experiments the students can tackle during the experimental activity proposed in this DS.

Lesson by lesson description

Lesson 1: How does science help us solve problems?

This lesson began with a practical problem, like the following example (hypothetical case):

A 32-year old erstwhile healthy female began to show sign of hypertension (PA = 160 x 100 mmHg) and oedema in the lower limbs and face three months ago. She denies haematuria, dyspnoea and orthopnoea. After developing his hypothetical diagnoses, the doctor requested two urine tests: urine sediment examination (USE, also known as urine 1); in the other sample, which consisted of a 24-hour urine collection, a substance X was purified without loss. It is your group's task to perform the quantitative (weight) and qualitative analysis of this substance.

Based on the problematization approached, the students were asked to develop a plan of justified, experimental activities, including the main urine components that could be chemically identified. The experimental problem was guided by the following question: How can we identify the chemical components of the urine? How can these components be identified? At this point, the contents of boxes 1 and 2 (Table 2) were presented for familiarization. These materials were duly organized and labelled to generate intrigue and be easy to handle, and, in groups, the students were able to discuss and explore situations from a scientific perspective, proposing explanatory hypotheses and possible experimental paths.

This first contact with the apparatus, albeit in a classroom, was important for preparing the students for the subsequent step: planning and systematization of the analyses of the standard solutions based on the materials supplied.

TABLE 2
Content of boxes 1 and 2 delivered to the students for the planning

| Box 1: "reagents" | Box 2: "standard solutions" |
|--------------------------------|--|
| 1. CuSO ₄ 1% | 1. Sodium chloride – standard solution of sodium and chloride ions |
| 2. NaOH 2.5 mol/L | 2. Sulphur |
| 3. AgNO ₃ 0.1 mol/L | 3. Calcium chloride – standard solution of calcium and chloride ions |
| 4. Sodium citrate 10% | 4. Sodium bicarbonate – standard solution of bicarbonate and sodium |
| 5. Tincture of iodine | 5. Albumin |
| 6. HCl 1.0 mol/L | 6. Urea |
| | 7. Starch |
| | 8. Lipid |
| | 9. Glucose |
| | 10. Ammonium chloride – standard solution of ammonia and chloride |

Source: Authors.

To steer the student's curiosity, the following question was put to the groups: what are the reference values of these components in normal urine? Thus the planning process began, using physical or digital resources, involving research in the literature in the field and reflecting on experimental and clinical possibilities, always guided by the teachers. All the observations, doubts and results were noted in a lab notebook belonging to the group.

Lesson 2: Getting your hands dirty

The objective of this class, which can be developed either in the classroom or the laboratory, was to gain a practical understanding of the concept of standard solution samples and reagents, correlating alterations of the chemical components studied to possible pathologies. Continuing lesson 1, the following question was problematized: which chemical/biochemical components may have their values altered according to the clinical case? This was the moment that the association was made with the clinical case by raising hypotheses, as well as realizing that we could not conduct experiments "randomly", due to factors such as time and consumption of reagents, among others. This was the moment to choose which standard solutions would be most "likely" to elucidate the clinical case and discover how it is possible to develop analysis strategies based on the reagents provided and conduct these experiments, physicochemical tests, with the available experimental apparatus. In order to do this, the students had two boxes of reagents (Table 2), one identified as "standard solutions" and the other box identified as "reagents", as well as the unknown sample "X", introducing the concepts of analyte, reagent and standard solution.

At this moment, they experienced the contents of the two boxes, opened the bottles and explored the material. From this moment on they began a group discussion about which “standard solutions” could be related to the clinical case, that is, which one could indicate a diagnosis, and also outlined a sequence of analyses that systematized theoretical-practical knowledge. All the propositions, following the research conducted by the group, were noted in the group’s lab notebooks and copies forwarded to the teacher.

Lesson 3: What is the mass of sample “X”?

In this experimental lesson, conducted in the laboratory, the students experienced the activity of weighing on an analytical scale. The groups were initially posed the question: what is the mass of sample “X”?

On the blackboard they found the following information about unknown sample “X” (analyte):

- I. Solid substance at ambient temperature, soluble in distilled water.
- II. Concentration in the solution where sample “X” was found is 0.05 g/mL and was diluted ten times.
- III. The mass of the empty bottle with the lid was noted on the bottle.
- IV. The sample contains precisely 10 g of solvent, in this case, distilled water.
- V. Whatever glassware and equipment they deem necessary, within the proposal and the possibilities of the teaching laboratory, could be requested.

The groups proposed the use of the analytical scale. Once the sample was weighed, they obtained through simple calculation the mass of the solute. At this point, it is helpful if the teacher or technician helps with the weighing, as the groups will get a quick explanation of the standard operation of a laboratory balance.

On this occasion, strategies and calculations were also recalled that involve the concepts of solutions, dilution and weighing, which are very important for medical practice, whether in the interpretation of an examination, in the administration of a soluble medication, or other activities.

Considering the errors, the quantity found should be 4.5 g of solute (albumin, however at this point this information was still not known by the groups) in a hypothetical 24-hour urine sample.

Lesson 4: What is sample “X”?

In this experimental class, also conducted in the laboratory, the students were approached with the following question: What is the chemical/biochemical composition of sample “X”?

Each group followed its plan, requesting help when necessary. At this time, the teacher should police the dialogue, taking care not to give away the answer. Skills related to procedural contents were developed during the manipulation, heating and weighing, as well as attitudinal contents being developed (the time was relatively short). The students had to organise themselves and work as a team. They also realised that, in some cases, the planning had been insufficient to resolve the problem, and re-planning was required, which is a common occurrence in medical activities. Throughout the whole time, they could use their mobile phones as a research tool and ask the teacher and lab technician questions.

Lesson 5: How reliable is the result?

Once the analyte and its concentration were found, the groups were questioned about the reliability of their results. Therefore, the following question was posed: How can you be sure of the result? At this point, the discussion revolved around the importance of repeating the experiment with unknown sample “X” and the albumin standard solution in the same experimental conditions, the method and steps of which should be proposed by the group, for it is important to know that in laboratorial analysis results must be confirmed using the same procedure in the same experimental conditions – that is, using the same quantity of analyte and of reagents, analysis sequence and reaction time – thus validating the method and the result. At this stage, each group created a different protein analysis protocol, which was briefly discussed. It is expected that the students learn that techniques can be created based on standard solutions and reagents, which we can adapt or rearrange for certain analyses, thus overcoming dogmas regarding the methods, indicating that some adaptations can be made, provided they are standardized, previously tested and theoretically grounded. This notion of standardization is important, for it guarantees the reliability and confidence by saying: sample “X” contains a certain quantity of protein. The student should reflect and feel confident about manipulative practices in chemistry, and on the need for adaptations, such as for example, the need to dilute a drug.

Lesson 6: How does a Clinical Analysis Laboratory (CAL) work?

In this final stage, the students were split into two groups and visited a CAL, where they learned about the work routine of

the professionals in that area. The students discussed the main tests and equipment, with particular focus on urinalysis. At this point, the following question was raised for reflection: How is chemistry/biochemistry related to the diagnosis of pathologies?

The groups had contact with standard laboratory analyses kits and answered the following problematizing question: How can a biochemical test be done for protein identification? They performed practical tests, in which they were attentive to key questions, such as expiration date and methodologies of utilization, among others. Having contact with the analysis kits in this final stage of the didactic sequence, the students were able to understand how raw analyses can be refined, generating safe and rapid tests, which helps in the fast diagnosis of some pathologies.

RESULTS AND DISCUSSION

From this perspective, the didactic sequence involving investigative, experimental activities can be used as a teaching strategy to relate and improve understanding of basic and clinical concepts, which are generally specific and complex contents. Clear and well-developed didactic sequences, which involve investigative, experimental activities would be a good alternative for faculty and students, as they can support and explain the educational processes, bearing in mind the heterogeneous profile of the students, who, in the majority of cases, complete high school with scarce practical experiences.

The result found for the solution to the problem, that is, the identification of sample "X", was given by the biuret reaction, suggesting the presence of protein whose previously

determined mass corresponds to roughly 4.5 grams. All the groups successfully arrived at the final result.

Table 3 presents the relative reference values and suggested potential clinical correlations, which require discussion in the summary activity for the correct formulation of the concepts acquired in this sequence.

At this point, the teacher should pose questions of an elevated cognitive order to the students, associating fundamental concepts and correlating all the stages.

The opening in the experimental activity exposed here results in a level of high cognitive demand²⁰, since the students developed their own procedures to test the hypotheses presented and selected for investigation. With the teacher's mediation, the students were able to successfully perform their own experiments and test their hypotheses to solve the problem. The teacher's questions, therefore, played a key role, since thanks to this mediation the students effectively engaged in the learning process, with their interest being directly linked to the learning. Furthermore, we know that one cannot expect the student to develop a highly cognitive response if he is not stimulated in that direction^{21,22}.

Yardenet al.²³, in a study conducted to identify the cognitive level of questions developed by students, found that the cognitive level of the students' responses is determined by the type of question posed by the teacher. These assertions reinforce the importance of the teacher's mediation in the construction of knowledge by contemporary students.

The chemical components sulphur, starch and lipid were discarded by all the groups, since the students knew that it was impossible that any of these would be found in a urine

TABLE 3
Reference value* in normal urine of the chemical components used in the activity and possible clinical correlations

| Standard Solution | Reference values* | Examples of related pathologies |
|---|---------------------------------------|--|
| 1. Sodium | Fraction of excretion < 1% (<2.5/day) | Chronic kidney disease |
| 2. Sulphur | 0 | Ingestion of food like asparagus, fish, onion, garlic, and others |
| 3. Calcium | < 4 mg/kg/day (< 250 mg) | The excess calcium in the urine can indicate stones in the urinary tracts or nephritis |
| 4. Sodium bicarbonate (bicarbonate and sodium ions) | Fraction of excretion < 5% | Ketoacidosis |
| 5. Albumin | < 30 mg/day | Proteinuria – nephrotic syndrome |
| 6. Urea | Fraction of excretion < 35% | None, but could indicate dehydration |
| 7. Starch | 0 | None |
| 8. Lipid | 0 | None |
| 9. Glucose | Fraction of excretion < 0.15% | Diabetes mellitus |
| 10. Ammonium chloride (ammonia and chloride ions) | 26-68 uEq/min/1.73 m2 | Dehydration |

Excretion fraction "X" = X urinary/Cr urine ÷ X plasmatic/Cr plasmatic

* Relative reference values presented with didactic objectives (not absolute in fraction of excretion, that is, considering plasmatic and urinary creatinine).

Source: Authors.

sample, even of a sick patient. Therefore, the tests with these compounds were not considered or performed by any group. On the other hand, the students in the early stages of training were interested in performing exploratory experiments, which despite not being relevant to the clinical case, triggered the students' curiosity, since it was the first such experimental experience for many of them. As examples, flame tests of sodium and potassium ions were executed as well as reactions of starch-iodine complex, among others.

At the end of the didactic sequence, in the summary activity, the groups discussed their results, the practical paths and their grounding (Figure 1). They all assertively reached the final result and could confirm, with confidence and precision, the diagnosis of proteinuria, discussing the main causes and possible treatments.

CONCLUSION

The Health Science undergraduate courses offered at public and private institutions in Brazil are currently adhering to a new teaching modality, based on active methodologies. The teachers, in turn, exert their best efforts to contextualize the contents, however they find difficulties in integrating some concepts, due to their specificity and complexity, since the teachers of these courses have been trained in specific fields of Medicine, Biology and Pharmacology, among others. It is important to underline that a DS like the one documented here can be transformed and adapted in accordance with the need, since the groups of students are different. Furthermore, these activities are adjusted to the new teaching method, recently adopted by the main universities, and based on problem-solving in active methodologies and PBL. Therefore, the students are able to integrate concepts of basic biochemistry and their foundations and observe how important they are, as their specific chemical properties are used to perform physio-pathological analyses, integrating concepts and making the learning more attractive and interesting.

We believe that investigative didactic sequences can help develop specific skills, enhancing the teaching and learning process. In this regard, we should dynamize dialogues practiced in the construction of knowledge founded on the exchange of knowledge coming from multiple and various areas, with the aim of interconnecting concepts and contents.

Reflecting on the perceptions obtained in this experience, we propose that investigative didactic sequences can provide a systematized teaching of specific and complex concepts, integrating different fields of knowledge and ensuring effective student participation. In this proposal, the student will have the freedom to plan their experiment, make mistakes, try

again, discuss hypotheses, work in groups, to develop cognitive skills through associations between basic and clinical science, reflecting on the construction of medical knowledge.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks to Thelma Lopes da Silva (Laboratory Specialist, FOB – USP), Silvia Cristina Arantes (Head of the Technical Session of the Clinical Analyses Laboratory of HRAC – USP) and to the students of the first class of Medicine at FOB – USP Bauru.

REFERENCES

1. Barrows HS. A taxonomy of problem-based learning methods. *MedEduc*, Nov, 20(6),481-6, 1986.
2. Conceição CV, Moraes MAA. Aprendizagem Cooperativa e a Formação do Médico Inserido em Metodologias Ativas: um Olhar de Estudantes e Docentes. *Revista brasileira de educação médica*, Brasília, 42(4), p. 115-122, Dezembro de 2018. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-5022018000400115&lng=en&nrm=iso. Acesso em 26 de Março de 2019.
3. Prado W. Desenvolvimento e implantação da nova estrutura curricular na faculdade de medicina de ribeirão preto: dificuldades e avanços. *Medicina (Ribeirão Preto Online)*, 29(4), 373-382, 1996. Available at: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v29i4p373-382>. Acesso em 30 de Março de 2019.
4. Universidade de São Paulo. Proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Medicina de Bauru, Universidade de São Paulo. Available at: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/jup-Carreira.jsp?codmnu=8275>. Acesso em 04 de Março de 2019.
5. Zabala A. *Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ARTMED, 1998.
6. Domin DS. A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 543-547, 1999.
7. de Souza FL, Akahoshi LH, Marcondes MER, do Carmo MP. Atividades experimentais investigativas no ensino de química. São Paulo: EDUSP, 2013. Disponível em: http://media.wix.com/ugd/4eb63d_e80a97ccab0e484b9582e3e-7dfe129f5.pdf. Acesso em 02 de Janeiro de 2019.
8. Suart RC, Marcondes MER. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciência & Cognição*, 14(1), 50-74, 2009.
9. Chaves CD. Controle de qualidade no laboratório de análises clínicas. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 46(5):352, 2010.
10. Capilheira MF, Santos IS. Epidemiologia da solicitação de exame complementar em consultas médicas. *Revis-*

- ta Saúde Pública, São Paulo, 40(2), 289-297, April 2006. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102006000200015&lng=en&nrm=iso. Acesso em 02 de Abril de 2019.
11. Cézar FM. Controle de qualidade laboratorial: uma atualização em urinálise. Universidade Federal do Paraná, 29p, 2016.
 12. Russo LM, Sandoval RM, Mckee M, Osicka TM, Collins AB, Brown D, et al. The normal kidney filters nephrotic levels of albumin retrieved by proximal tubule cells: retrieval is disrupted in nephrotic states. 71(6):504-513, *Kidney Int.* 2007.
 13. Bastos MG, Bregman R, Kirsztajn GM. Chronic kidney diseases: common and harmful, but also preventable and treatable. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 56(2):248-253, 2010.
 14. Guh JY. Proteinuria versus albuminuria in chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton)*, 15(Suppl 2):53-56, 2010.
 15. Volpe M, Cosentino F, Ruilope LM. Is it time to measure microalbuminuria in hypertension? *Journal of Hypertension*, 21(7):1213-1220, 2003.
 16. Clausen P, Jensen JS, Jensen G, Borch-Johnsen K, Feldt-Rasmussen B. Elevated urinary albumin excretion is associated with impaired arterial dilatory capacity in clinically healthy subjects. *Circulation*, 103(14):1869-1874, 2001.
 17. Ginsberg J, Chang BS, Matarese RA, Garella S. Use of single voided urine samples to estimate quantitative proteinuria. *The New England Journal of Medicine*, 309:1543-1546, 1983.
 18. Hou FF, Zhang X, Zhang GH, Xie D, Chen PY, Zhang WR, et al. Efficacy and safety of benazepril for advanced chronic renal insufficiency. *The New England Journal of Medicine*, 354(2):131-140, 2006.
 19. Kunz R, Friedrich C, Wolbers M, Mann JF. Meta-analysis: effect of monotherapy and combination therapy with inhibitors of the renin angiotensin system on proteinuria in renal disease. *Annals of Internal Medicine*, 148(1):30-48, 2008.
 20. Zuliani SRQA. A utilização da Metodologia Investigativa na Aprendizagem de Química Experimental. Dissertação de mestrado em Educação para as Ciências. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, São Paulo, 288p, 2000.
 21. Sasserone LH, Carvalho AMP. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de toulmin. *Ciência e educação*, Bauru, São Paulo, 17(1), 97-114, 2011. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000100007&lng=en&nrm=iso. Acesso em 02 de Abril de 2019.
 22. Carvalho AMP. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
 23. Yarden A, Brill G, Falk H. Primary literature as a basis for a high-school biology curriculum. *Journal of biological education*, 35, 190-195, 2001.

AUTHORS' CONTRIBUTION

Prislaine Pupolin Magalhães: Responsible for the creation and application Investigative Didactic Sequence.

Rodrigo Cardoso Oliveira: Responsible for the content and discussions in Biochemistry.

Daniela Ponce: Responsible for Nephrology contents and discussions.

Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani: Responsible for the pedagogical orientation.

CONFLICT OF INTEREST

The researchers say there are no conflicts of interest.

CORRESPONDENCE ADDRESS

UNESP – Universidade Estadual Paulista – Campus Bauru
Departamento de Educação
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 – Vargem
Limpa – Bauru/SP – CEP 17033-360
Telephone: (14) 3103-6000 – Fax: (14) 3103-6000



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.