

***Problem-Based Learning no Ensino de Física e de Ciências: Uma análise da evolução metodológica no período de 2012 a 2022<sup>+</sup>\****

---

*Bruno Prates da Silva*<sup>1</sup>

Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria – RS

*Muryel Pyetro Vidmar*<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria – RS

*Dioni Paulo Pastorio*<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre – RS

**Resumo**

*O presente artigo investiga em que medida trabalhos que envolvem a prática da Problem-Based Learning contemplam as características propostas por Howard S. Barrows, em seu modelo comparativo de 1996. Para isso, são construídas e utilizadas matrizes de análise da metodologia. São avaliados 26 artigos, filtrados dentre 36 revistas nacionais e internacionais da subárea de Ensino de Física e/ou Ciências, publicados no período 2012-2022. Dentre os resultados obtidos, constata-se que existem diferentes graus de utilização da metodologia, de simples transposições até potenciais descaracterizações metodológicas. Ao longo do trabalho, também são discutidos os possíveis motivos dessas modificações, assim como suas consequências e contribuições para a área do Ensino.*

**Palavras-chave:** *Metodologias Ativas; Problem-Based Learning; Ensino de Física e de Ciências; Matriz de Análise; Evolução Metodológica.*

---

<sup>+</sup> Problem-Based Learning in Physics and Science Education: An analysis of methodological Evolution from 2012 to 2022

<sup>\*</sup> Recebido: 5 de julho de 2023.

Aceito: 30 de julho de 2024

<sup>1</sup> E-mails: brrprates@gmail.com; muryel.vidmar@ufsm.br; dionipastorio@hotmail.com

## Abstract

*This article investigates the extent to which works involving the practice of Problem-Based Learning contemplate the characteristics proposed by Howard S. Barrows, in his 1996 comparative model. For this purpose, methodology analysis matrices are constructed and used. 26 articles are evaluated, filtered among 36 national and international journals in the subarea of Physics and/or Science Teaching, published in the period 2012-2022. Among the results obtained, it appears that there are different degrees of use of the methodology, from simple transpositions to potential methodological mischaracterizations. Throughout the work, the possible reasons for these changes are also discussed, as well as their consequences and contributions to the area of Education.*

**Keywords:** *Active Methodologies; Problem-Based Learning; Physics and Science Teaching; Analysis Matrix; Methodological Evolution.*

## I. Introdução

O emprego de Metodologias Ativas (MA) no ensino tem sido cada vez mais presente nas discussões sobre a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Sendo propostas como alternativas ao ensino tradicional – baseado na transmissão de conteúdos do professor para o estudante (Freire, 1987) –, as MA possuem uma característica de revolução estrutural no contexto da sala de aula.

Diferente do modelo tradicional de ensino, onde os estudantes possuem uma postura passiva em sala de aula, as MA “[...] delegam ao aluno a responsabilidade por construir seu próprio saber” (Coelho, 2018, p. 42). Em detrimento à aprendizagem mnemônica, acrítica e descontextualizada, muitas vezes promovida pelo ensino tradicional, as MA possibilitam o desenvolvimento de objetivos formativos mais amplos, que envolvem o pensamento crítico, o trabalho em equipe, a comunicação, a criatividade e a resolução de problemas.

Concordamos com Ribeiro *et al.* (2022, p. 10) ao afirmar que, “uma metodologia, em geral, pode (e às vezes até deve) sofrer pequenas alterações para se adaptar ao contexto em que está sendo implementada”. Nesse sentido, consideramos necessária a investigação das alterações em uma metodologia ao longo do tempo e em diferentes contextos de implementação, assim como suas implicações em seu desenvolvimento metodológico. Portanto, neste artigo, o objetivo principal consiste em analisar as práticas da MA *Problem-Based Learning* presentes em trabalhos da subárea de Ensino de Física e/ou Educação em Ciências, contrastando-os com as características propostas por Barrows (1996).

Em relação aos objetivos específicos, buscamos: (i) Identificar os trabalhos que envolvem a prática da MA *Problem-Based Learning* (PBL), no Ensino de Física e/ou na

Educação em Ciências, publicados em revistas nacionais e internacionais de melhor avaliação no Qualis Capes<sup>2</sup> (2013-2016) dos últimos dez anos; (ii) Desenvolver uma matriz de análise da PBL na perspectiva das características propostas por Barrows (1996); (iii) Analisar em que medida essas características são identificáveis nos trabalhos selecionados; (iv) Quantificar e classificar os trabalhos que utilizam da PBL em um espectro discreto de adaptações da metodologia; (v) Investigar as principais modificações realizadas na metodologia, inferindo hipóteses sobre o porquê ocorreram e identificando suas possíveis consequências.

Com isso, o presente artigo estrutura-se inicialmente apresentando a PBL<sup>3</sup>, contemplando sua gênese e suas principais características. Posteriormente, são apresentadas as ações realizadas durante cada etapa de seleção e análise dos artigos. Na sequência é apresentada a Matriz de Análise PBL 1 (MA-PBL1) desenvolvida, bem como seus resultados, e a consequente necessidade de uma segunda matriz de análise. Por fim, são discutidos os resultados encontrados, bem como as considerações derivadas e inferências produzidas.

## II. Referencial teórico

### II.1 A gênese da PBL

Embora sua formalização seja relativamente recente, a metodologia PBL não pode ser considerada nova, uma vez que a aprendizagem através do confronto com um problema remonta aos primórdios da civilização (Ribeiro, 2008). De fato, não há a certeza sobre a origem da PBL, ou mesmo as motivações para tal, a não ser o fato de que “veio de uma escola de medicina no Canadá”. Dado esse desconhecimento, as interpretações floresceram sem uma clara fundamentação na linha de pensamento original do método (Servant, 2016). Possivelmente, por conta desses diversos pontos de vista, é impossível encontrar uma única definição de PBL, uma vez que não há consenso entre os pesquisadores acerca dos princípios ou da prática da metodologia.

Durante sua tese de doutorado, Servant (2016) descreve um desenvolvimento histórico-intelectual da PBL. Em sua busca pela essência da metodologia, ao visitar a *McMaster University Faculty of Health Science*, Servant não encontra nenhum registro do termo “*Problem-Based Learning*” até 1974, cinco anos após a instituição ter começado a utilizar o método ao que o termo se refere. Portanto, sem um conceito definido e especificamente datado para se ancorar, a metodologia surgiu como uma diversidade de ideias, de pessoas e de interesses, todos frouxamente unidos em um currículo misto cujos princípios eram extremamente difíceis de serem definidos (Servant, 2016).

Cientes da pluralidade da PBL, para a análise proposta neste artigo, limitamo-nos a comparações e investigações com o primeiro currículo PBL cronologicamente autoproclamado,

---

<sup>2</sup> Acrônimo para Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

<sup>3</sup> Embora não consensual entre os autores, utilizamos o tratamento no gênero textual feminino, uma vez que, para todos os casos podemos entender como “a (metodologia) PBL”.

mesmo que essa nomenclatura tenha sido empregada *a posteriori*. Mais especificamente, restringiremos nosso estudo à PBL desenvolvida na universidade de *McMaster*, na perspectiva do professor e pesquisador Howard S. Barrows.

Para muitos, o acrônimo PBL está intrinsecamente vinculado ao nome Howard Barrows; de fato, a própria universidade de *McMaster* o nomeou recentemente como o “arquiteto” da PBL (Servant, 2016). Esse vínculo remete à publicação do livro “*Problem-Based Learning, An Approach to Medical Education*”, de autoria de Barrows e sua assistente Robyn Tamblyn, em 1980; “este foi o primeiro livro abrangente sobre ambos, a *Problem-Based Learning* e o currículo de *McMaster*” (Servant, 2016, p. 44, tradução nossa).

A combinação do histórico de publicações e sua relação com o desenvolvimento da educação médica mundial consolidou a união entre os termos “Barrows” e “PBL” na mente de educadores de todo o mundo (Servant, 2016). Portanto, sua herança teórica na estruturação e seu importante papel na divulgação e auxílio na construção de currículos PBL justificam a referida restrição de análise de nossa pesquisa.

O grupo de professores-pesquisadores de *McMaster* identificou que os estudantes estavam saturados devido à vasta quantidade de informações que deveriam absorver, por vezes entendidas como tendo pouca relevância para sua prática profissional (Barrows, 1996). Então, os Drs. John Robert Evans, Fraser Mustard, Bill Spaulding, Jim Anderson e Bill Walsh, considerados os “pais fundadores”, construíram um currículo inovador que transformou a abordagem educacional nos cursos médicos (Servant, 2016). E assim, levando em conta o insatisfatório desempenho clínico dos estudantes de medicina, ocorre o desenvolvimento da PBL na universidade de *McMaster*, formando sua primeira turma em 1972 (Barrows, 1996).

Mais tarde, por volta dos anos de 1980, outras escolas médicas começaram a desenvolver currículos alternativos e paralelos baseados na PBL, de modo que existem escolas médicas novas e estabelecidas em todo o mundo que desenvolveram ou estão desenvolvendo currículos baseados em problemas (Barrows, 1996), ao ponto que, atualmente, existem cerca de 500 currículos baseados na PBL (Servant, 2016).

## **II.2 Características da PBL**

A PBL “[...] é uma metodologia dinâmica em que as funções do professor e dos alunos são ressignificadas: o professor desempenha o papel de tutor dos estudantes que participam, ativamente, da construção do próprio conhecimento.” (Barros, 2020, p. 3). Além disso, os estudantes também devem reajustar seus hábitos de aprendizagem; eles não mais são receptores passivos de informações, são os iniciadores de sua aprendizagem, os questionadores e os solucionadores dos problemas (Hung; Jonassen; Liu, 2008).

Embora protagonistas e, até certo ponto autônomos, os estudantes requerem algum tipo de suporte, seja através da orientação do tutor aos grupos, ou por meio de materiais de apoio fornecidos (Davis; Harden, 1999). São duas as formas de apoio possíveis: o suporte interno, referente ao apoio provido internamente ao grupo de estudantes; e o suporte externo,

que engloba a atuação do tutor e a possível utilização de materiais de apoio, como questões-guia, que auxiliem os estudantes nas etapas de resolução do problema. Assim, quanto maior o suporte interno, menor é a necessidade de um suporte externo, como demonstrado na curva de amparo na Fig. 1.

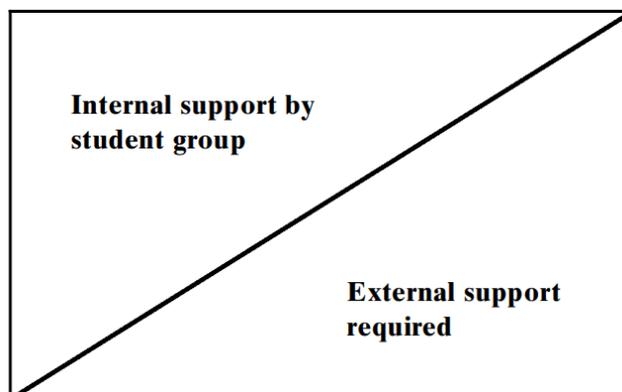


Fig. 1 – Curva de amparo como facilitador na PBL (Davis; Harden, 1999, p. 137).

Na PBL, cabe ao professor assumir o papel de tutor, garantindo aos estudantes uma postura ativa e central em sua aprendizagem. Nesse sentido, as interações do tutor, salvo em atividades de manutenção, como pronunciamentos ou atividades de orientação, devem manter-se em um nível metacognitivo (Barrows, 1988).

O tutor deve guiar os estudantes através das etapas adotadas para a resolução do problema, acompanhando e certificando-se que nenhuma delas seja subestimada ou ignorada. Outras características atribuídas ao tutor e que auxiliam na definição de seu papel são: questionador, desafiador, mediador e incentivador de discussões entre os estudantes (Barrows, 1988).

A metodologia PBL possui diferentes formatos de implementação. Dentre eles destacamos a utilização da PBL como estruturador do currículo (Original ou Pura), com disciplinas de suporte isoladas (Híbrido), somente em disciplinas isoladas que servem ao núcleo curricular (Parcial) e o formato Pontual, também chamado de *post-holing*, onde a PBL é utilizada em momentos específicos de uma ou mais disciplinas (Barros, 2020; Ribeiro, 2008).

Destacamos que, no caso do formato Parcial, o grau de estruturação e direção costumam ser maiores, onde o docente “[...] pode vir a interferir mais freqüentemente no processo de solução dos problemas, de modo a esclarecer conceitos equivocados para todos os alunos, sintetizar o conhecimento construído até o momento e trazer os grupos retardatários ao estágio em que a maioria dos grupos se encontra” (Ribeiro, 2008, p. 19). No formato Pontual, espera-se que ocorra o mesmo, porém de maneira mais intensificada, uma vez que os estudantes migrarão pontualmente (e por vezes instantaneamente) para uma nova metodologia.

O processo da PBL inicia-se do confronto com um problema, podendo ele ser apresentado pelo tutor ou formulado pelos próprios estudantes. Nesse sentido, “para iniciar a

utilização de metodologias centradas na PBL é necessária a apresentação de uma situação-problema real ou fictícia e em torno dela se construir um cenário que estimule o aluno a fazer o levantamento de questões e a buscar as soluções” (Silva; Kalhil, 2015, p. 3).

Hung, Jonassen e Liu (2008) sintetizam as etapas comuns, que normalmente envolvem o processo de aprendizagem PBL:

- Estudantes dispostos em grupos de cinco a oito pessoas buscam a solução para o problema. Eles tentam definir e delimitar o problema, estabelecer metas de aprendizagem identificando o que já sabem, formulam hipóteses, identificam o que precisam aprender para entender melhor as dimensões do problema, e quais atividades são necessárias e quem irá executá-las;
- Durante o estudo autogerido, os estudantes completam suas tarefas de aprendizagem definidas na etapa anterior. Eles coletam e estudam recursos e preparam relatórios para o grupo;
- Os estudantes compartilham seus aprendizados com o grupo e revisitam o problema, gerando hipóteses adicionais e rejeitando outras com base em seu aprendizado;
- No final do período (geralmente uma semana), os estudantes resumem e integram seu aprendizado.

Ao reconhecer as modificações e a ampla disseminação da PBL, Barrows (1996) admite a necessidade do estabelecimento de um modelo de referência, a fim de evitar que a metodologia seja descaracterizada. Para tal, o autor elenca seis critérios – ou características – necessários para que a prática seja considerada como PBL. São eles: (i) a aprendizagem é centrada no estudante; (ii) a aprendizagem ocorre em pequenos grupos; (iii) os professores são facilitadores ou guias; (iv) os problemas formam o foco da organização e o estímulo da aprendizagem; (v) os problemas são um veículo para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas clínicos e; (vi) as novas informações são adquiridas através da aprendizagem autogerida (Barrows, 1996). Com base nessas características, analisamos como os trabalhos publicados na literatura recente contemplam essas características propostas por Barrows. Essa análise, em certa medida, possibilita observar as alterações metodológicas propostas pelos autores, delineando as modificações oriundas do contexto de implementação.

### **III. Procedimentos metodológicos**

Iniciamos nossa pesquisa com a definição dos critérios para a seleção do corpo teórico da análise. Optamos pela utilização da Plataforma Sucupira<sup>4</sup>, a qual consiste em um sistema de

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>

coleta de informações para o Sistema Nacional de Pós-Graduação. Nela encontra-se o Qualis Capes, um sistema de avaliação de periódicos que classifica revistas nacionais e internacionais com base na circulação e qualidade, qualificando os programas de Pós-Graduação.

A partir disso, delimitamos nossa pesquisa às revistas publicadas nos idiomas português, inglês e espanhol, por serem os mais divulgados mundialmente e que possuem maior familiaridade com as pesquisas realizadas no Brasil. Além disso, limitamos nossa análise às revistas que possuam os dois maiores níveis do estrato do Qualis Capes (2013-2016)<sup>5</sup>, A1 e A2, pois englobam os periódicos mais bem avaliados. Em relação à área de avaliação, centramos a pesquisa na grande área Ensino, subárea Ensino de Física e Educação em Ciências. Dessa forma, limitamos nossa análise a 37 periódicos.

Após a seleção das revistas, partimos para pesquisa dos artigos, onde estabelecemos uma delimitação temporal, restringindo-nos aos artigos publicados no período compreendido entre 2012 e 2022<sup>6</sup>. Para otimizar nossa busca, elencamos os descritores que seriam utilizados; foram eles: (i) “*Problem-Based Learning*”, termo original em inglês; (ii) “*Problem Based Learning*”, variação encontrada em inglês; (iii) “PBL”, sigla em inglês; (iv) “*Aprendizaje Basado en Problemas*”, sua tradução em espanhol; (v) “Aprendizagem Baseada em Problemas”, sua tradução em português<sup>7</sup>; e (vi) “ABP”, sigla tanto em português quanto em espanhol.

Utilizamos os campos de buscas das páginas iniciais dos *sites* das revistas para a pesquisa dos descritores. Todavia, o *site* da “*Revista de la Educacion de las Ciencias*” não foi encontrado, ocasionando em sua exclusão da pesquisa, o que reduziu o número de periódicos analisados para 36.

As buscas por meio dos descritores resultaram em 463 artigos. Entretanto, vários deles requerem a assinatura dos periódicos ou algum tipo de pagamento para seu acesso, dificultando o prosseguimento da pesquisa. Ainda, é possível que os artigos encontrados incluam resultados não desejáveis para nossa pesquisa, como artigos que apenas citam, referenciam, ou utilizam do acrônimo PBL para outro significado<sup>8</sup>. Para evitar esses empecilhos, desenvolvemos um sistema de filtragem de artigos, composto por três filtros, os quais apresentaremos a seguir.

Damos início ao processo de filtragem de artigos optando por restringir nosso estudo aos artigos de acesso aberto, pois acreditamos que estes sejam mais acessados e, portanto, tenham um maior impacto acadêmico e educacional. Com isso, possibilitam a reprodução dos resultados de pesquisa, a transparência metodológica, o acesso global aos resultados de investigação e a economia de recursos, garantindo e acelerando o progresso científico

---

<sup>5</sup> Reconhecemos a existência de um Qualis mais atualizado (2017-2020); no entanto, durante a realização da pesquisa, o mesmo ainda não estava disponível.

<sup>6</sup> De 01 de Janeiro de 2012 até 01 de Agosto de 2022.

<sup>7</sup> Outras traduções possíveis também apareceram em nossos resultados como Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (Ferreira; Alencão; Vasconcelos, 2015; Vasconcelos *et al.*, 2012) e Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (Morgado *et al.*, 2016).

<sup>8</sup> A sigla PBL, por exemplo, pode significar *Project-Based Learning*, que consiste em outra MA.

(Caballero-Rivero; Sánchez-Tarragó; Santos, 2019). Com a aplicação desse primeiro filtro, reduzimos nossa análise para 154 artigos, os quais foram separados e organizados por revistas após o processo de *download*.

Na sequência, continuando o processo de filtragem, realizamos a leitura do título, resumo e palavras-chave de cada um dos artigos; além disso, utilizamos da ferramenta de busca do leitor de texto e, pesquisando nela os descritores, procuramos identificar se o artigo realmente tratava da metodologia em questão. Assim, excluimos de nosso estudo os artigos que não correspondiam à utilização da PBL, restando um total de 49 artigos. Ou seja, aplicamos o filtro dois: artigos que envolvam a PBL.

Por fim, a partir da leitura completa dos 49 artigos, aplicamos o filtro três: ser uma prática desenvolvida ou uma proposta de atividade didática. Esse último filtro expressa nosso pressuposto de que a concretização dos fundamentos da PBL ocorre através da construção e implementação de propostas didáticas. Com isso, o número final de artigos a serem analisados foi reduzido a 26, todos tratando de relatos e análises de implementação da PBL. Dentre os artigos descartados pelo filtro três, encontram-se: discussão de manuais escolares, revisões de literatura, formação de professores em PBL, criação de *websites* para PBL, apresentação de um problema PBL, aplicação da PBL em outras áreas que não a Física ou Ciências, entre outros. Além disso, outro fator que resultou nessa exclusão foi a abordagem superficial da PBL, impossibilitando nossa análise; por exemplo, no caso de artigos que faziam comparações entre metodologias diversas ou apresentavam aplicações com raras menções à PBL. Ressaltamos também que os artigos que utilizam das auto proclamadas variações da PBL não foram excluídos de nosso estudo. Isso porque entendemos que variações não necessariamente descaracterizam a PBL, mas a incrementam, como por exemplo o caso da *School Based-Cooperative Problem-Based Learning* (Musalamani; Yasin; Osman, 2021) e da *Problem-Based Learning and Cooperative Learning “Numbered Heads Together”* (PBL-CL’NHT’) (Siew; Chin, 2018). Já no caso do artigo que compara a PBL com a PBL-CL’NHT’ (Siew; Chin; Sombuling, 2017) e dos artigos que comparam a PBL com PBL-TM (Siew; Mapeala, 2016; Siew; Mapeala, 2017), consideramos em nossa análise apenas a PBL. A quantidade de artigos encontrada por revistas é expressa na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição por revista dos artigos filtrados.

Qualis	Revista	Nº de artigos
A1	Ciência & Educação (Bauru)	4
	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	1
	Journal of Baltic Science Education <sup>9</sup>	10

<sup>9</sup> Esse quantitativo elevado de trabalhos foi encontrado em diferentes volumes do periódico, o que pode indicar um forte interesse do mesmo na metodologia PBL.

	Physical Review Special Topics - Physics Education Research	1
A2	Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	1
	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1
	Investigações em Ensino de Ciências	2
	Latin-American Journal of Physics Education	5
	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	1

Com o quantitativo total definido, iniciamos a análise dos artigos. Para isso, realizamos a leitura minuciosa de cada um deles, com especial atenção às seções dedicadas à descrição das atividades efetivamente desenvolvidas. Durante esse processo, destacamos com cores as partes referentes às características propostas por Barrows (1996).

Nessa perspectiva, identificamos que as características (ii) e (v), referentes ao problema ser resolvido em pequenos grupos e o objetivo ser o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas respectivamente, devem ser explícitas; portanto, são de classificação direta. Ou seja, a simples leitura dos trabalhos analisados é suficiente para verificar se acatam os critérios estabelecidos.

Já as características (i), relativa à centralidade do estudante, e (iv), com relação aos problemas serem o foco e o estímulo da aprendizagem, demandam uma análise mais detalhada, crítica, holística e subjetiva. Para tanto, é necessário investigar atentamente os trabalhos relatados, realizar inferências e interpretações, levando em conta os critérios estabelecidos *a priori*.

As características (iii) (professores como guias) e (vi) (aprendizagem autodirigida) podem apresentar-se de forma explícita nos artigos. Entretanto, podem ser reclassificadas, uma vez que, ao relatar as atividades desenvolvidas, os tutores podem adotar posições contrárias às explicitadas anteriormente em seus pressupostos teórico-metodológicos. Para evitar essa confusão, toda a nossa análise foi restringida aos procedimentos metodológicos relatados nos artigos, centrando-se na investigação do que de fato consta como sendo desenvolvido nesses trabalhos. Portanto, as características (iii) e (vi) demandam uma meticulosa análise, bem como as características (i) e (iv).

Para essas características cuja identificação demanda uma análise mais detalhada, utilizamos da categorização de dados proposta por Yin (2015), a qual é composta pelas etapas de compilação, desagrupamento, reagrupamento, interpretação e conclusão. Assim, orientamos nossa pesquisa através dessa categorização utilizando de categorias pré-estabelecidas, as características da PBL propostas por Barrows (1996), já mencionadas na subseção II.2 deste trabalho.

Para a primeira etapa (compilação), durante a leitura dos artigos, marcamos partes do texto relacionadas às categorias de Barrows, onde cada uma delas correspondia a uma cor específica. Na etapa de desagrupamento, separamos as respostas de cada artigo, e as

organizamos por categoria. Na terceira etapa, realizamos o reagrupamento, realizando a leitura dos trechos da etapa anterior e identificando padrões de ações desenvolvidas. Na sequência, interpretamos se determinada ação contempla ou não a referida característica da PBL proposta por Barrows (1996). Por fim, como conclusão, determinamos se a característica foi ou não contemplada.

#### **IV. Uma matriz de análise PBL**

Considerando a transposição de áreas de estudo, bem como as possíveis modificações da metodologia, elencamos uma hierarquia entre as características propostas por Barrows (1996). Com isso, objetivamos flexibilizar a metodologia sem que ocorra sua descaracterização. Portanto, atribuímos um sistema de hierarquização, ao qual fornecemos o nome de “Valor hierárquico”. A seguir discutimos os fundamentos teóricos que consubstanciam a matriz de análise.

Atribuímos o valor hierárquico de três pontos às características que consideramos fundamentais à metodologia PBL, as quais entendemos que, em sua ausência, a prática não pode ser considerada como PBL pela perspectiva de Barrows. Conferimos dois pontos às características que consideramos importantes, porém não cruciais à natureza metodológica; são aspectos passíveis de modificações e evoluções, conforme a organização prevista e os recursos disponíveis. Por fim, concedemos um ponto à característica que entendemos como não essencial à PBL, estando ela diretamente relacionada aos objetivos educacionais, portanto suscetível a alterações. A seguir, discutimos detalhadamente cada uma das características da PBL de Barrows, justificando o valor hierárquico atrelado a cada uma delas.

A primeira característica (i) é intrínseca e comum a todas as metodologias ativas (Diesel; Baldez; Martins, 2017). Por conta disso, torna “[...] possível ativar o conhecimento dos estudantes, colocando-os como principais autores dos processos de aprendizagem, em contraponto à posição de expectador (ensino tradicional)” (Ribeiro *et al.*, 2022, p. 2). A ela, atribuímos o valor hierárquico de três pontos, por entendermos essa centralidade como primordial à metodologia, “tanto é que os estudantes passam a selecionar e a utilizar recursos de investigação e técnicas de coleta de informação com variedade e frequência muito maior que aqueles envolvidos em atividades tradicionais de ensino” (Souza; Dourado, 2015, p. 188).

A segunda característica (ii) permite, de forma prática, trabalhar de modo intenso e eficaz com uma variedade de pessoas (Barrows, 1996). Para tal, sugere-se que, para diferentes problemas, os grupos formados pelos estudantes sejam alterados, alternando os integrantes de cada grupo. Barrows (1996) ainda relata que, nas aplicações PBL, os “pequenos grupos” têm sido formados por cinco a nove estudantes. Conforme Hung, Jonassen e Liu (2008, p. 494, tradução nossa), a “aprendizagem colaborativa é outro elemento essencial da PBL”. Além disso, o estudo desenvolvido por Martin, Chrispeels e D’emidio-Caston (1998) identifica o trabalho em grupos colaborativos como um potencializador para o desenvolvimento das habilidades metacognitivas dos estudantes, resultado corroborado posteriormente por Kuvac e Koc (2018).

Assim, “durante o trabalho grupal, em que o processo educativo se desenvolve, o aluno apresenta-se como um investigador reflexivo, competente, produtivo, autônomo, dinâmico e participativo” (Souza; Dourado, 2015, p. 189). Dada a relevância do trabalho em grupo na metodologia, também conferimos a ela o valor hierárquico de três pontos.

A terceira característica (iii), complementar à primeira, também é compartilhada com as demais metodologias ativas. De modo a tornar o estudante protagonista nessa ressignificação dos papéis, o professor assume o papel de tutor, facilitando ou guiando a aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, a função do tutor é perguntar aos estudantes as questões que eles deveriam fazer a si mesmos (Barrows, 1996). É fundamental que o tutor não coloque os estudantes em um papel passivo, através do fornecimento de informações ou explicações, nem julgue as respostas dos estudantes como corretas ou equivocadas; eles devem descobrir por si mesmos, sob a orientação do tutor (Barrows, 1988). Em contrapartida, “se os estudantes não tiverem a liberdade de raciocinar e aprender sozinhos por causa de um tutor excessivamente diretivo [...] então os objetivos ficam comprometidos” (Barrows, 1986, p. 485, tradução nossa). Dada essa importância do papel do tutor na metodologia, de modo que sua alteração pode facilmente descaracterizá-la, atribuímos a essa característica o mais alto valor hierárquico, três pontos.

A quarta característica (iv) diz respeito ao problema ser o aspecto central na aplicação da metodologia. Dessa forma, o problema deve representar o desafio que os estudantes enfrentarão na prática, fornecendo a relevância e a motivação epistêmica para a aprendizagem (Barrows, 1996; Ribeiro, 2008). Visando a resolução do problema, os estudantes devem identificar o que precisam aprender e, nesse sentido, ele serve como um foco para a integração de informações multidisciplinares (Barrows, 1996). Sobretudo entendemos que “[...] uma das vantagens mais importantes da aprendizagem centrada no estudante é ele ser motivado pelas recompensas internas da aprendizagem e não pelas recompensas artificiais ou externas das notas” (Barrows, Tamblyn, 1980, p. 16, tradução nossa). Portanto, ao reconhecer a motivação como um fator interno aos estudantes, identificamos que ela pode ser suscitada por outros fatores além do problema. Além disso, a própria organização das atividades pode não ser centrada no problema, centrando-se, por exemplo, na utilização de Inteligência Artificial (AI), como relatado por Su (2022), onde a centralidade está em obter uma compreensão do valor prático dos fundamentos da AI e do conhecimento científico, através de um *design* AI-PBL. Portanto, essa quarta característica pode variar conforme os recursos educacionais utilizados com a PBL, fazendo com que a centralidade das atividades seja redirecionada a eles. Assim, conferimos a essa característica o valor hierárquico de dois pontos.

Identificamos que a quinta característica (v) está intensamente vinculada com o principal objetivo educacional da PBL, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Para que isso ocorra, o formato do problema apresentado deve ser do mesmo modo que o estudante possa encontrá-lo no mundo real (Barrows, 1996). Ainda, cabe destacar que, como a PBL descrita por Barrows é voltada para a área da Saúde e nosso estudo contempla a

área de Ensino de Física e Educação em Ciências, realizamos uma adaptação dessa característica para: (v) *os problemas são um veículo para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas*. Assim, removemos a limitação de habilidades de resolução de problemas clínicos, tornando a característica mais ampla, inclusive englobando seu significado anterior. Os objetivos educacionais são aspectos consideravelmente suscetíveis a modificações, evoluções e transposições, conforme a concepção do docente que a utilizará e mediante às novas potencialidades, identificadas a partir das pesquisas desenvolvidas ao longo dos anos. Portanto, fornecemos o valor hierárquico de um ponto para a quinta característica.

A sexta e última característica (vi) está relacionada, novamente, à centralidade do estudante, já que seu aprendizado é autodeterminado e adquirido por meio de sua própria pesquisa ou estudo (Barrows; Tamblyn, 1980). É através desse papel ativo na resolução dos problemas “[...] e da observação dos processos de resolução de problemas, raciocínio e processos metacognitivos dos tutores, que os estudantes, na PBL, aprendem como pensar e aprender de forma independente” (Hung; Jonassen; Liu, 2008, p. 492, tradução nossa). Ribeiro (2008) identifica que, dentre os principais objetivos da PBL, além da construção de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas reais, está o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem autônoma. O desenvolvimento dessas habilidades proporcionam sua motivação e, “mais importante, o que ele aprende é melhor retido, porque ele sozinho determina o que é importante para seu próprio estudo e busca a informação por si mesmo” (Barrows; Tamblyn, 1980, p. 10, tradução nossa). Portanto, também atribuímos três pontos de valor hierárquico para a última característica.

Considerando as características propostas por Barrows (1996), bem como os valores hierárquicos atribuídos a elas, sintetizamos com a Tabela 2 a Matriz de Análise PBL 1 (MA-PBL1) desenvolvida. Além disso, ela contém os critérios que serão utilizados como ferramenta de investigação e diagnóstico para a análise dos trabalhos selecionados.

Tabela 2 – Matriz de Análise PBL 1 (MA-PBL1).

<b>Característica</b>	<b>Critérios analisados</b>	<b>Valor hierárquico</b>
(i) A aprendizagem é centrada no estudante.	É identificada a autonomia, a participação ativa, a personalização das atividades, a construção do conhecimento, a reflexão, a metacognição, e/ou o foco no desenvolvimento de habilidades.	3
(ii) A aprendizagem ocorre em pequenos grupos.	Os problemas são resolvidos em grupos de até nove estudantes.	3
(iii) Os professores são facilitadores ou guias.	O papel do professor é o de tutor, orientador, mediador, motivador e/ou flexível.	3

(iv) Os problemas formam o foco da organização e o estímulo da aprendizagem.	Os problemas são o aspecto central das atividades desenvolvidas e servem como motivadores para a aprendizagem. Utiliza-se de problemas reais.	2
(v) Os problemas são um veículo para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.	O principal objetivo identificado com a utilização da PBL é o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.	1
(vi) As novas informações são adquiridas através da aprendizagem autodirigida.	Os recursos e fontes utilizadas provêm da iniciativa dos estudantes. Há indicativos de aprendizagem autônoma ou autoaprendizagem.	3

#### IV.1 Análise dos dados obtidos

Realizando a leitura e análise dos artigos encontrados, sistematizamos nossos resultados, com base na categorização de Yin (2015), na Tabela 3. Para melhor organização e discussão de dados, fornecemos um número (1-26) para cada um dos artigos; essa relação é explicitada na Tabela 3. Além disso, a ordem dos artigos, conforme sua numeração e disposição na Tabela 3, é a mesma da apresentada na Tabela 1; isto é, os quatro primeiros artigos foram publicados na revista *Ciência & Educação (Bauru)*, o quinto na revista *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* e assim sucessivamente. Portanto, os artigos enumerados de 1 a 16 correspondem aos periódicos com Qualis Capes A1, enquanto os artigos 17 a 26 aos de Qualis Capes A2.

Tabela 3 – Resultado de aplicação da MA-PBL1.

Nº	Artigo	Características da PBL (BARROWS, 1996)					
		i	ii	iii	iv	v	vi
1	(Campillo; Guerrero, 2013)	1	1			0	1
2	(Coelho; Malheiro, 2019b)	1	1	0	1	0	1
3	(Ferreira; Alencão; Vasconcelos, 2015)	1	1	0	1	0	1
4	(Silva <i>et al.</i> , 2020)		1	0	1	1	0
5	(Morgado <i>et al.</i> , 2016)	1	1	1	1	0	1
6	(Musalamani; Yasin; Osman, 2021)	1	1	1	1	0	1
7	(Siew; Chin, 2018)	1	1	0	1	0	0
8	(Mundilarto; Ismoyo, 2017)	1		1		0	
9	(Siew; Chong; Lee, 2015)	1	1	1	1	0	1

10	(Su, 2022)	1	1	1	1	1	1
11	(Tarhan; Acar-Sesen, 2013)	1	1	1	1	0	1
12	(Jatmiko <i>et al.</i> , 2018)			1	1	0	1
13	(Siew; Chin; Sombuling, 2017)	1	1	1		0	
14	(Siew; Mapeala, 2016)	1	1	1	1	0	1
15	(Siew; Mapeala, 2017)	1	1	1	1	0	1
16	(Zuza <i>et al.</i> , 2014)	1	1	1		1	
17	(Magalhães, Zuliani, 2020)	1	1	1	1		1
18	(Aiziczon; Cudmani, 2012)	1	1	0	1	0	1
19	(Coelho; Malheiro, 2019a)	1	1	0	1		1
20	(Vasconcelos <i>et al.</i> , 2012)	1	1	1	1	1	0
21	(Morales-García, 2016)	1				0	
22	(Çoban; Erol, 2020)	1	1		1	0	0
23	(Martínez; Avalos; Mora, 2019)		1			1	0
24	(Felipe; Ortega; Mora, 2013)	1	1	1	1	0	1
25	(Felipe; Ortega; Mora, 2012)	1	1		1	0	
26	(Salvador <i>et al.</i> , 2014)	1	1	1	1	1	1

Cada valor das características foi atribuído de forma binária. Isto é, se identificado que a característica foi contemplada no artigo, conforme a MA-PBL1, o número 1 foi empregado, posteriormente sendo atribuído seu valor hierárquico total. Quando não dispusemos de informações suficientes, nem mesmo para realizar algum tipo de inferência, a pontuação foi deixada vazia, caso em que nenhum trecho foi taxado na etapa de compilação de Yin (2015). Por outro lado, quando identificamos nos artigos (etapa de interpretação) relatos que iam na direção contrária às características da PBL elencadas por Barrows (1996), atribuímos para a característica o valor 0 (etapa de conclusão), expresso na Tabela 3.

Em termos quantitativos, não há distinção entre vazios e zeros na Tabela 3. Entretanto, qualitativamente são atribuições muito distintas. Os vazios representam que não foi possível realizar essa identificação, não excluindo a possibilidade de, na prática, os autores terem contemplado-as; porém, deixando de relatá-las, seja por sua concepção e seus objetivos com o artigo, ou pela limitação do tamanho do texto, a exemplo dos artigos 21-25, da *Latin-American Journal of Physics Education*, onde o maior deles possui um total de 11 páginas. Enquanto isso, os zeros representam afirmações fundamentadas que, de fato, determinada característica da PBL de Barrows (1996) não só não foi contemplada, como fez-se o emprego de seu oposto.

A partir dos dados expressos na Tabela 3, construímos um gráfico que retrata quantitativamente em que medida as características da PBL de Barrows (1996) foram identificadas nos artigos analisados. O resultado é apresentado na Fig. 2.

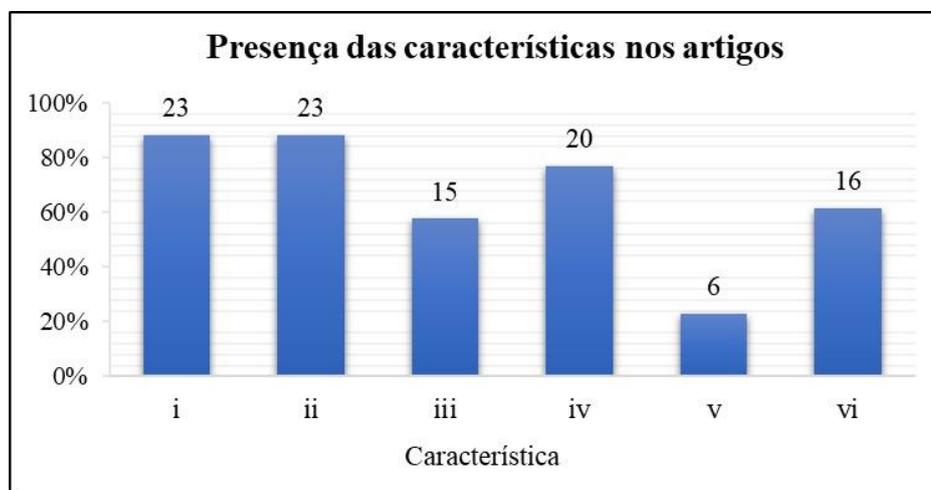


Fig. 2 – Resultados identificados nos artigos analisados por característica da PBL.

Os valores expressos pelo gráfico da Fig. 2 para as características (i) e (ii) são os mais elevados. Esse resultado é compreensível, pois a centralidade do estudante (i) é intrínseca a uma MA (Diesel; Baldez; Martins, 2017), enquanto que a utilização de pequenos grupos de estudantes (ii) é uma característica básica da PBL (Barrows, 1996; Hung; Jonassen; Liu, 2008), não havendo muitas razões para alterá-la.

Na sequência decrescente, em termos de presença dos artigos, está a característica (iv), a qual possui uma presença consideravelmente alta nos artigos analisados. Este resultado é não trivial, uma vez que, mediante às evoluções tecnológicas das últimas décadas e a ampliação da sua presença no processo de ensino-aprendizagem, poder-se-ia esperar que algum tipo de recurso atrelado ao problema da PBL tomasse para si o foco e a motivação para a aprendizagem.

A característica (v), relativa aos objetivos educacionais previstos com a utilização da PBL, é a que apresenta menor presença nos artigos analisados. Tal resultado é esperado, já que os objetivos educacionais podem ser os aspectos mais voláteis ao se realizar uma transposição entre áreas do conhecimento e com o decorrer do tempo, mediante a construção de novas pesquisas e exploração de novos horizontes, sob diferentes perspectivas epistemológicas. Dentre os objetivos almejados pelos autores dos artigos analisados, encontram-se, por exemplo, a aprendizagem de conteúdos conceituais (Morgado *et al.*, 2016; Musalamani; Yasin; Osman, 2021; Aiziczon; Cudmani, 2012; Morales-García, 2016; Çoban; Erol, 2020; Felipe; Ortega; Mora, 2013) e a criatividade ou criatividade científica (Siew; Chin, 2018; Siew; Chong; Lee, 2015; Jatmiko *et al.*, 2018; Siew; Mapeala, 2016).

Analisando a Fig. 2, percebe-se que a característica (vi) apresenta uma frequência muito baixa. Os zeros presentes na Tabela 3, referentes a essa característica, correspondem aos

artigos onde foram fornecidas fontes de pesquisa e restritos recursos aos estudantes. No artigo 22, por exemplo, “[...] os estudantes foram apoiados com fontes apropriadas e deveriam explorar e resolver o problema” (Çoban; Erol, 2020). Enquanto que no artigo 7, o número de materiais disponibilizados foi reduzido a sete para os estudantes não brincarem com eles (Siew; Chin, 2018).

A Fig. 2 também indica a baixa presença da característica (iii), enquanto que a Tabela 3 demonstra uma grande presença de zeros para a mesma. A contradição à categoria ocorre quando o professor assume uma postura mais diretiva e tradicional, fornecendo informações e/ou indicando ações aos estudantes, indo em direção oposta à figura do tutor. No artigo 4, por exemplo, “[...] a professora (executora da pesquisa) *interrompia* os grupos para *corrigir* desvios e más interpretações relacionadas ao tema apresentado na ABP” (Silva *et al.*, 2020, p. 7, grifo nosso). Em outros casos, os autores afirmam múltiplas vezes a postura do professor como um facilitador ou tutor, que deveria apenas guiar os estudantes; contudo, em seu relato e transcrição de diálogos, contrariavam essa característica. Por exemplo, nos artigos 2 e 19, que relatam o mesmo diálogo, temos a transcrição das seguintes falas dos tutores: “*coloca* mais devagar, *tá inflando aí também* [...]”. “*Para* um pouco!” “*Abre* tudo” “*Vai* devagar” (Coelho; Malheiro, 2019a, p. 515; Coelho; Malheiro, 2019b, p. 176, grifo nosso). Em nosso segundo grifo “*tá inflando aí também*”, o professor explicita uma conclusão que deveria ser feita pelos estudantes; nos demais, indica uma ordem que direciona as ações dos estudantes.

## V. A necessidade de uma nova matriz de análise PBL

A MA-PBL1 foi desenvolvida conforme as características descritas por Barrows (1996) e, como supracitado, os trabalhos de Barrows descrevem currículos PBL no âmbito da Medicina. Dessa forma, a MA-PBL1 torna-se relevante para a análise de trabalhos teóricos da PBL e em pesquisas longitudinais. Entretanto, com base em nossa análise dos artigos, constatamos que, com exceção explícita do artigo 21, os trabalhos desenvolvidos compreendem estudos transversais; ou seja, utilizam da PBL Pontual (Barros, 2020; Ribeiro, 2008).

Nessa direção, com os resultados expressos pela Tabela 3 e Fig. 2, identificamos que duas das categorias de valor hierárquico mais elevados da MA-PBL1 (iii e vi) não apenas não obtiveram uma grande presença nos artigos analisados, como também apresentaram uma grande quantidade de zeros, indicando estruturas, comportamentos ou atitudes contrárias às referidas características.

Ao levar em conta esses aspectos, identificamos que a MA-PBL1, por ser baseada em uma perspectiva da PBL Pura, é insuficiente para a análise dos artigos encontrados. Dessa forma, utilizá-la deliberadamente para fins de avaliação das atividades relatadas nos artigos (ainda mais fora de contexto original) acarretaria na efetivação de uma espécie de “julgamento de valor” dos trabalhos já publicados, o que não é o propósito dessa ferramenta e o objetivo desse estudo. Como discutimos inicialmente, o que de fato buscamos é identificar mudanças

estruturais pautadas no contexto da aplicação, visualizando as alterações oriundas de necessidades específicas da sala de aula.

Portanto, a MA-PBL1 desenvolvida consiste em uma ferramenta que possibilita analisar e mensurar a proximidade de uma implementação da PBL com a sua formulação proposta por Barrows (1996), o qual teve seu papel histórico, epistemológico e como disseminador da metodologia discutido anteriormente. Ainda, reconhecemos que o domínio de validade da MA-PBL1 é limitado às implementações em contextos mais próximos ao da Universidade de *McMaster*, por ser baseada na perspectiva curricular da PBL.

Assim, utilizamos dos dados obtidos pela Fig. 2 para elaborar uma segunda matriz de análise, a qual fornece uma perspectiva baseada nos trabalhos empíricos desenvolvidos em pesquisas de periódicos de maior estrato Qualis. Salientamos que, como a maior parte dos artigos analisados configuram-se como PBL Pontual, essa segunda matriz é delimitada para a implementação em trabalhos com essa mesma característica.

Em implementações da PBL em sua forma Pontual, possivelmente existe uma transição abrupta entre a aplicação da PBL e a metodologia anterior. Assim, há possibilidade de, nas aplicações analisadas, os professores/pesquisadores transitarem para a PBL de modo gradual, inicialmente com o professor adotando uma postura mais diretiva. Com isso, em um primeiro momento teríamos um professor mais distante da figura de um tutor, onde ele poderia utilizar de uma apresentação inicial dos conteúdos e/ou indicar as ações que os estudantes deveriam executar. Desse modo, em futuras aplicações da PBL, os estudantes estariam mais familiarizados com a metodologia, possibilitando ao professor assumir uma postura cada vez mais próxima de um tutor. De maneira que, “eventualmente o tutor deve tornar-se desnecessário, conforme o grupo funcione bem por contra própria” (Barrows, 1988, p. 20, tradução nossa).

Os artigos analisados compreendem diversos níveis de ensino, tais como Ensino Superior (n=8), Ensino Médio (n=8), Ensino Fundamental (n=6) e Pré escola (n=2), além de Formação de Professores (n=2). Identificamos que os estudantes dos níveis de ensino iniciais ainda não são capazes de, por conta própria, contemplarem a característica (vi); ou seja, de pesquisar informações em fontes confiáveis e desenvolver a auto aprendizagem. Nesse sentido, justifica-se os professores fornecerem informações, fontes e recursos, como uma adequação metodológica ao nível de ensino e capacidade dos estudantes.

Portanto, essa segunda matriz, em relação à MA-PBL1, flexibiliza e relativiza as características relativas ao papel do professor na orientação dos estudantes (iii) e ao aprendizado autodirigido (vi), possibilitando uma instrução inicialmente mais diretiva, porém respeitando a curva de amparo, demonstrada na Fig. 1 (Davis; Harden, 1999).

Com base nessas adequações metodológicas para diferentes formatos de aplicação e níveis de ensino, construímos a Matriz de Análise PBL 2 (MA-PBL2). Nela, mantemos as características da PBL propostas por Barrows (1996) e, com isso, os referidos critérios analisados. Em suma, a MA-PBL2 consiste na MA-PBL1 com valores hierárquicos

modificados para utilização na análise de estudos transversais, especificamente para implementações pontuais da PBL. A Tabela 4 expressa a MA-PBL2 sintetizada, onde apresentamos os valores hierárquicos atribuídos às características.

Tabela 4 – Valores hierárquicos por característica da MA-PBL2.

MA-PBL2	Características da PBL (BARROWS, 1996)					
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)
<b>Valor Hierárquico</b>	3	3	1	2	1	2

Para a análise dos artigos, utilizamos as duas matrizes elaboradas, onde poderemos comparar sua influência em nossa análise. Para isso, propomos uma escala com quatro níveis de modificações metodológicas possíveis. Assim, classificamos quantitativamente em que medida cada artigo se aproxima da PBL descrita por Barrows (1996).

Ao mais alto nível, fornecemos o nome de Transposição, o qual implica que o artigo analisado contemplou todas as características da PBL propostas por Barrows (1996), caracterizando a alteração metodológica como sendo uma transposição entre áreas do conhecimento. Os artigos nesse nível obtiveram uma soma de pontuações nos resultados da MA-PBL1 de 15 pontos, e na MA-PBL2 de 12 pontos.

O segundo nível de modificação metodológica compreende os artigos em que identificamos serem contempladas todas as características de valor hierárquico três. Nesses trabalhos, para a MA-PBL1, a característica da PBL de Barrows (1996) não contemplada foi a (v), de valor hierárquico um, ou a (iv), de valor hierárquico dois, de modo que a soma das pontuações nos resultados da MA-PBL1 foi de 13 ou 14 pontos. Portanto, fornecemos a esse nível a designação de Expansão, pois os autores dos artigos com essas modificações indicam novas potencialidades, recursos utilizados ou objetivos a serem alcançados com a metodologia. Em nossa análise, nenhum artigo obteve 13 pontos. Assim, essa alteração refere-se, univocamente, ao principal objetivo esperado com a utilização da PBL. Em relação à MA-PBL2, significa que o artigo obteve 10 a 11 pontos, onde era possível que o artigo não contemplasse qualquer característica de valor hierárquico dois (iv e vi) ou até todas as características de valor hierárquico um (iii e v).

Os artigos que atingiram uma soma das pontuações de 10 ou 12 pontos na MA-PBL1 indicam que não contemplaram algum dos quatro pilares da PBL de Barrows; ou seja, alguma das características com valor hierárquico três não foi contemplada<sup>10</sup>. Portanto, denominamos este nível de modificação de Adaptação. Para a MA-PBL2, esse nível corresponde à soma de pontuações de oito ou nove pontos. Como na MA-PBL2 existem apenas duas características

<sup>10</sup> Embora exista a possibilidade de atingir 12 pontos não contemplando as características (iv) e (v), essa combinação não ocorreu.

com valor hierárquico três, essa pontuação pode corresponder a diversas combinações, favorecendo a flexibilidade metodológica que esperávamos.

Por fim, os artigos que atingiram apenas nove pontos na MA-PBL1 e sete pontos na MA-PBL2, ou abaixo disso, foram classificados como Descaracterização metodológica. Isso indica que a implementação possui uma aproximação igual ou inferior a 60% da PBL proposta por Barrows (1996); portanto, torna difícil afirmar que se trata da mesma metodologia. Assim, sintetizamos os dados de cada artigo com relação ao seu percentual de proximidade com as características da PBL. O gráfico expresso pela Fig. 3 apresenta essa síntese, demonstrando a relação de proximidade com a utilização das duas matrizes de análise elaboradas.

Através da análise de resultados expressos pelo gráfico da Fig. 3, é possível identificar que, comparando a aplicação da MA-PBL2 com a MA-PBL1, mesmo havendo algumas regressões em termos percentuais, nenhum artigo regrediu em seu nível de aproximação. Do total de vinte e seis artigos, nove subiram de nível, enquanto os demais mantiveram sua classificação igual à da MA-PBL1. Para melhor visualização, apresentamos os resultados dos níveis de proximidade por matriz de análise, através da Tabela 5.

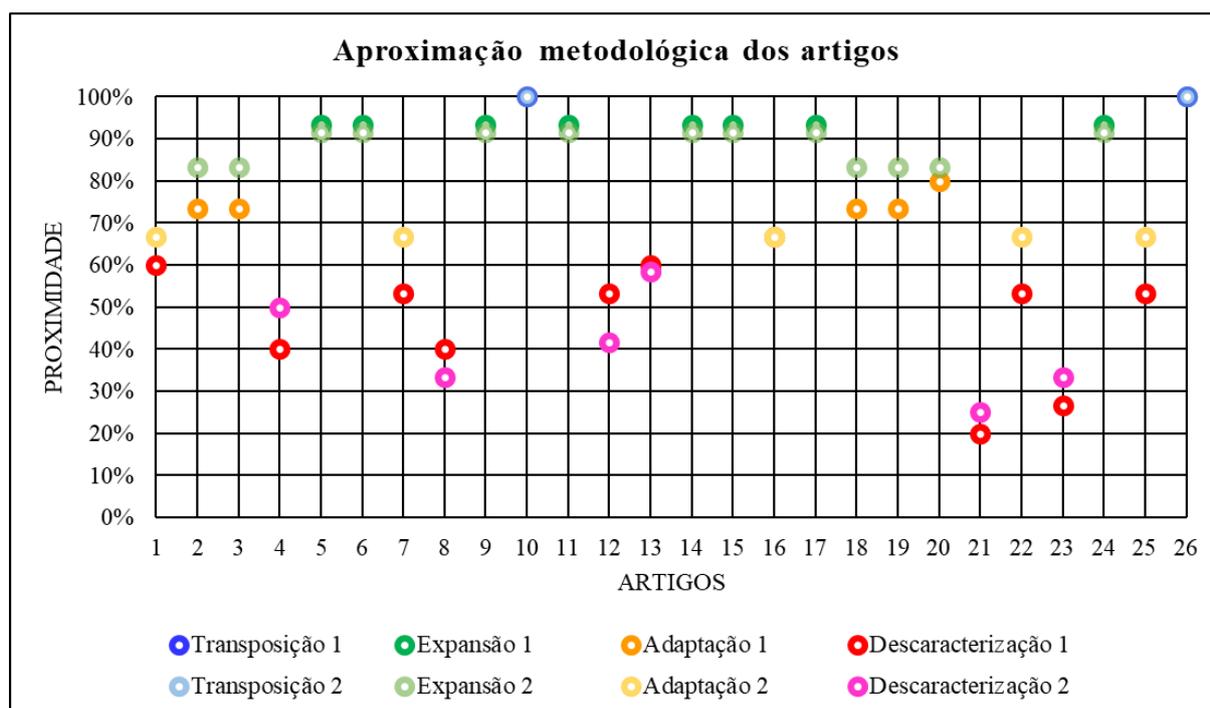


Fig. 3 – Classificação dos artigos quanto à modificação metodológica identificada através da MA-PBL1 e MA-PBL2.

Tabela 5 – Número de artigos por nível de aproximação da PBL.

<b>Nível de aproximação</b>	<b>MA-PBL1</b>	<b>MA-PBL2</b>
Transposição	2	2
Expansão	8	13
Adaptação	6	5
Descaracterização	10	6

Com a Tabela 5, constata-se que a maior parte dos artigos analisados com a MA-PBL2 encontram-se nos dois níveis de aproximação mais elevados. Esse resultado reitera a importância do desenvolvimento da MA-PBL2, dado que ela é desenvolvida com base em implementações da PBL Pontual e possibilita observar quais características são oriundas do contexto de implementação e devem ser flexibilizadas nessa perspectiva de flexibilização metodológica. Além disso, a própria necessidade de uma segunda matriz de análise na perspectiva Pontual é um resultado que aponta uma tendência de inserção da PBL em outros tipos de currículos.

Se analisados unicamente e rigorosamente através do modelo comparativo proposto por Barrows (1996), dos trabalhos encontrados, apenas 2 deles poderiam ser considerados PBL. Esse resultado aponta para a necessidade de uma flexibilização desse modelo, justificando o desenvolvimento da MA-PBL2. A mesma possibilita a flexibilização contextual e adaptativa da metodologia, apontando suas características intrínsecas e suas possibilidades de flexibilização através dos diferentes valores hierárquicos. Mais do que isso, possibilita uma orientação para a implementação adaptativa e gradual da PBL, partindo das características com maior para as de menor valor hierárquico, respeitando as necessidades contextuais.

## **VI. Considerações finais**

A presente pesquisa analisou a descrição das atividades PBL da última década nos artigos publicados em periódicos do mais alto Qualis Capes, com base nas características da PBL definidas por Barrows (1996). Para isso, foi construída e utilizada uma matriz para a análise das atividades PBL desenvolvidas. Com os resultados obtidos, foram identificadas as principais modificações propostas pelos autores dos trabalhos selecionados e analisados. A partir delas, e com auxílio de referenciais teóricos mais recentes, inferiu-se as origens e motivações para essas modificações. Com isso, estabeleceu-se a necessidade de uma nova matriz de análise, capaz de abranger, de forma mais flexível, as modificações constatadas.

Utilizando desta segunda matriz de análise, foi possível concluir que as alterações propostas pelos autores, em sua maioria, ocorrem sem descaracterizar a metodologia. Esse é um resultado promissor, pois apresenta indícios de flexibilidade da metodologia, e demonstra

que suas adequações realizadas na transposição mantêm as configurações fundamentais a ela. Nesse sentido, entendemos essas alterações como uma necessidade mediante as variações contextuais da implementação da metodologia.

A PBL é, possivelmente, a metodologia mais inovadora já implementada no campo da educação (Hung; Jonassen; Liu, 2008). Embora seu princípio fundamental remonte a tempos anteriores à própria educação formal, a inovação diz respeito à sua capacidade de integrar e incorporar princípios e elementos de várias teorias educacionais em um conjunto consistente de atividades (Ribeiro, 2008). Por conta disso, os esforços para sua implementação e transposição às mais variadas áreas do conhecimento e níveis educacionais merecem ser reconhecidos.

Nesse sentido, no presente artigo, objetivamos não apenas caracterizar os trabalhos desenvolvidos, mas encorajar as futuras pesquisas com a metodologia PBL. Porém, para tal, é imprescindível a atenção aos critérios e características discutidas, bem como a compreensão dos fundamentos que originaram a PBL. Caso contrário, o professor iniciante em PBL poderá utilizar de algum dos inúmeros livros ou artigos que não discutem os fundamentos históricos, filosóficos ou psicológicos da PBL, criando sua própria interpretação da metodologia (ou até descaracterizando-a) e a chamando de PBL (Servant, 2016). Assim, as matrizes desenvolvidas também proporcionam uma orientação para a construção e desenvolvimento de atividades PBL na medida em que, através dos valores hierárquicos atribuídos a cada característica, o professor pode desenvolver sua variação da metodologia, flexibilizando-a e adaptando-a conforme sua demanda situacional. Com isso, possibilitando uma transição gradual e suave para a PBL, respeitando a adaptação dos estudantes e tutores envolvidos.

Assim como nesta pesquisa, diferentes atribuições de valores hierárquicos podem ser definidas conforme o formato de estruturação da PBL analisado e as concepções teórico-metodológicas dos pesquisadores envolvidos. Desse modo, reconhecemos que as Matrizes de Análise PBL apresentadas podem ser consideradas idiossincráticas; entretanto, apresentam um grande potencial como ferramentas analíticas e estruturadoras da metodologia. A MA-PBL2 apresenta potencial tanto para a avaliação das atividades práticas desenvolvidas quanto para a construção de atividades didáticas. Já a MA-PBL1 possibilita a avaliação tanto de aproximações teóricas quanto de implementações longitudinais, sendo elas auto proclamadas PBL ou não. Com isso, esperamos que as matrizes de análise construídas e os resultados obtidos possam consubstanciar pesquisas futuras envolvendo tanto o desenvolvimento quanto a análise de trabalhos com a PBL.

## **Agradecimento**

Agradecemos especialmente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo fomento a essa pesquisa.

## Referências bibliográficas

AIZICZON, B.; CUDMANI, L. Evaluación de una propuesta didáctica en el aula de biofísica de enfermería universitaria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 7-32, abr. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29n1p7>. Acesso em: 1 jul. 2023.

BARROS, B. A. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: um roteiro para o ensino de Termodinâmica na educação básica. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v. 20, p. 481-486, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>. Acesso em: 1 jun. 2023.

BARROWS, H. S. **The tutorial process**. Springfield: Southern Illinois School of Medicine, 1988.

BARROWS, H. S. Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. **New directions for teaching and learning**, v. 1996, n. 68, p. 3-12, 1996. <https://doi.org/10.1002/tl.37219966804>. Acesso em: 1 jun. 2023.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-Based Learning**: An Approach to Medical Education. 1. ed. New York: Springer Publishing Company, 1980.

CABALLERO-RIVERO, A.; SÁNCHEZ-TARRAGÓ, N.; SANTOS, R. N. M. dos. Práticas de Ciência Aberta da comunidade acadêmica brasileira: estudo a partir da produção científica. **Transinformação [Internet]**. v. 31, e190029, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0889201931e190029>. Acesso em: 1 jul. 2023.

CAMPILLO, Y. P.; GUERRERO, J. A. C. El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 3 p. 499-516, 2013.

ÇOBAN, A.; EROL, M. Influence of Problem-Based Learning on Conceptual Understanding and Critical Thinking regarding Quantum Physics. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 14, n. 4, 4303, dec. 2020.

COELHO, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. Habilidades cognitivas em processos formativos de professores da educação básica na aprendizagem baseada em problemas. **Investigações em**

**Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 163-180, ago. 2019a. Disponível em: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p163>. Acesso em: 1 jul. 2023.

COELHO, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. Manifestação de habilidades cognitivas em um curso de férias: a construção do conhecimento científico de acordo com a Aprendizagem baseada em Problemas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 505-523, 2019b.

COELHO, M. N. Uma comparação entre team-based learning e peer-instruction em turmas de física do ensino médio. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 10, 2018. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1067>. Acesso em: 1 jun. 2023.

DAVIS, M. H.; HARDEN, R. M. AMEE Medical Education Guide No. 15: Problem-based learning: a practical guide. **Medical Teacher**, v. 21, n. 2, p. 130-140, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01421599979743>. Acesso em: 1 jun. 2023.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Lajeado, v. 14, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>. Acesso em: 1 jun. 2023.

FELIPE, A. T.; ORTEGA, A. L.; MORA, C. Use of PBL in teaching the principles of dynamics in high school. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 6, Suppl. I, p. 280-284, ago. 2012.

FELIPE, A. T.; ORTEGA, A. L.; MORA, C. Secuencias didácticas ABP para principios de la Dinámica y leyes de Newton en bachillerato. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 7, n. 1, p. 47-57, mar. 2013.

FERREIRA, C.; ALENCOÃO, A.; VASCONCELOS, C. O recurso à modelação no ensino das ciências: um estudo com modelos geológicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 31-48, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HUNG W.; JONASSEN, D. H.; LIU, R. Problem-Based Learning. *In: SPECTOR et al. Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Abingdon: Routledge, 2008. p. 485-506.

JATMIKO, B. *et al.* The comparison of or- ipa teaching model and problem based learning model effectiveness to improve critical thinking skills of pre-service physics teachers. **Journal of Baltic Science Education**, v. 17, n. 2, p. 300-319, 2018.

KUVAC, M.; KOC, I. The effect of problem-based learning on the metacognitive awareness of pre-service science teachers. **Educational Studies**, v. 45, n. 5, p. 1-21, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03055698.2018.1509783>. Acesso em: 5 jul. 2024.

MAGALHÃES, P. P.; ZULIANI, S. R. Q. A. Contribuições das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) aos Alunos de Medicina em Imersão na PBL. **Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 16, n. 36, p. 23-39, 2020.

MARTIN, K. J.; CHRISPEELS, J. H.; D'EMIDIO-CASTON, M. Exploring the Use of Problem-Based Learning for Developing Collaborative Leadership Skills. **Journal of School Leadership**, v. 8, n. 5, p. 470-500, 1998.

MARTÍNEZ, M. S.; AVALOS, M. G.; MORA, C. Problemas en contexto para la enseñanza de conversiones de unidades en estudiantes universitarios. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 13, n. 3, 3303, set. 2019.

MORALES-GARCÍA, F. A. Aplicación de un método educativo interactivo para mejorar el dominio conceptual de la Estática entre estudiantes de Ingeniería en el IPN de México. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 10, n. 1, 1410, mar. 2016.

MORGADO, S. *et al.* Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas e ensino tradicional: um estudo centrado em “transformação de matéria e de energia”. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 73-97, mai-ago 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180204>. Acesso em: 1 jul. 2023.

MUNDILARTO; ISMOYO, H. Effect of problem-based learning on improvement physics achievement and critical thinking of senior high school student. **Journal of Baltic Science Education**, v. 16, n. 5, p. 761-780, 2017.

MUSALAMANI, W.; YASIN, R. M.; OSMAN, K. Comparison of school based-cooperative problem based learning (SB-CPBL) and conventional teaching on students' attitudes towards science. **Journal of Baltic Science Education**, v. 20, n. 2, p. 261-276, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.261>. Acesso em: 1 jul. 2023.

RIBEIRO, B. S. *et al.* Just-in-Time Teaching para o Ensino de Física e Ciências: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, e20220075, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PMqPRJV3KsqSBBHQRX74GPr/>. Acesso em: 1 jun. 2023.

RIBEIRO, L. R. C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

SALVADOR, D. F. *et al.* Aplicando os princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas como modelo instrucional no contexto de uma feira de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 3, p. 292-317, 2014. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC\\_13\\_3\\_3\\_ex839.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_3_3_ex839.pdf). Acesso em: 1 jul. 2023.

SERVANT, V. F. C. **Revolutions and Re-iterations: An Intellectual History of Problem-based Learning**. 2016. Tese (Doutorado) - Erasmus Universiteit Rotterdam, Netherlands.

SIEW, N. M.; CHIN, M. K. Design, development and evaluation of a problem-based with cooperative module on scientific creativity of preschoolers. **Journal of Baltic Science Education**, v. 17, n. 2, p. 215-228, 2018.

SIEW, N. M.; CHIN, M. K.; SOMBULING, A. The effects of problem based learning with cooperative learning on preschoolers' scientific creativity. **Journal of Baltic Science Education**, v. 16, n. 1, p. 100-112, 2017.

SIEW, N. M.; CHONG, C. L.; LEE, B. N. Fostering fifth graders' scientific creativity through problem-based learning. **Journal of Baltic Science Education**, v. 14, n. 5, p. 655-669, 2015.

SIEW, N. M.; MAPEALA, R. The effects of problem-based learning with thinking maps on fifth graders' science critical thinking. **Journal of Baltic Science Education**, v. 15, n. 5, p. 602-616, 2016.

SIEW, N. M.; MAPEALA, R. The effects of thinking maps-aided problem-based learning on motivation towards science learning among fifth graders. **Journal of Baltic Science Education**, v. 16, n. 3, p. 379-394, 2017.

SILVA, F. C. *et al.* Proposta para Implementar Avaliação Formativa no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20026, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320200026>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SILVA, P. P. S.; KALHIL, J. B. Uma discussão sobre a utilização da Problem Based Learning (PBL) no ensino da Física para o nível médio. **Latin American Journal of Science Education**, v. 2, n. 2, 2015. Disponível em:

[https://www.lajse.org/nov15/22072\\_Santos\\_2015.pdf](https://www.lajse.org/nov15/22072_Santos_2015.pdf). Acesso em: 1 jul. 2023.

SOUZA, S. C. DE; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, v. 5, p. 182–200, 2015. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SU, K-D. Implementation of innovative artificial intelligence cognitions with problem-based learning guided tasks to enhance students' performance in science. **Journal of Baltic Science Education**, v. 21, n. 2, p. 245-257, 2022. Disponível em:

<https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.245>. Acesso em: 1 jul. 2023.

TARHAN, L.; ACAR-SESEN, B. Problem based learning in acids and bases: learning achievements and students' beliefs. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 5, p. 565-578, 2013.

VASCONCELOS, C. *et al.* Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 709-720, 2012.

YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. 2. ed. New York: Guilford Press, 2015.

ZUZA, K. *et al.* Addressing students' difficulties with Faraday's law: A guided problem solving approach. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 10, 010122, June 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.10.010122>. Acesso em: 1 jul. 2023.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)