



## **EXPLORAÇÃO CIENTÍFICA NO LABORATÓRIO E LEITURA CIENTÍFICA: APRENDIZAGEM COLABORATIVA NAS AULAS EXPERIMENTAIS DE ANÁLISE INSTRUMENTAL**

**Valeska S. Aguiar** – valeska.aguiar@facens.br

**Isaías A. Goldschmidt** – isaias.goldschmidt@facens.br

**Sandra B. L. Villanueva** – sandra.lopes@facens.br

Centro Universitário Facens, Departamento de Engenharia Química  
Rodovia Senador José Ermírio de Moraes, 1425, km 1,5, Castelinho  
CEP: 18087-185 – Sorocaba – São Paulo

**Resumo:** *Aulas experimentais tradicionais estão geralmente associadas à aprendizagem mecânica, já que os roteiros experimentais são, em sua maioria, estruturados pelo professor, anteriormente à aula, com caminhos pré-estabelecidos de forma que os resultados alcançados correspondam ao esperado ou ao considerado correto. Dessa forma, essas aulas experimentais tradicionais fogem do contexto dos métodos ativos de aprendizagem, que estimulam não apenas os níveis iniciais de aprendizagem de acordo com a taxonomia de Bloom (Lembrar e Entender), como também, e de forma mais intensa e importante, os níveis superiores, de grande desenvolvimento cognitivo (Aplicar, Analisar, Avaliar e Criar). Diante disso, uma proposta de metodologia ativa é a exploração científica no laboratório, aplicada na disciplina de Análise Instrumental para uma turma do curso de Engenharia Química, como discutida no presente trabalho. Tal atividade prática tornou o aprendizado mais efetivo devido ao contato com a literatura científica, além de permitir que o conhecimento científico ali explorado fosse mais facilmente internalizado pelos alunos. Com isso, eles foram capazes de atingir níveis altos da taxonomia de Bloom, como Aplicar e Analisar, o que garantiu aos mesmos condições para a construção do conhecimento científico ali trabalhado, a partir de suas próprias concepções prévias.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem colaborativa. Artigos científicos. Exploração científica no laboratório. Metodologia de aprendizagem ativa. Taxonomia de Bloom.*

### **1 INTRODUÇÃO**

Até a primeira metade do século XX, pode-se afirmar que o ensino predominante nas escolas foi o ensino informador, aquele que tem o professor como peça central do processo de aprendizagem, transmitindo informações para serem absorvidas pelos alunos receptores em sala de aula. De acordo com Chassot (2006), esta forma de ensino não considerava os conhecimentos anteriormente adquiridos pelos alunos tanto no ambiente de ensino quanto em suas experiências de vida. Tal ignorância dava espaço para a aprendizagem mecânica, baseada na memorização de informações facilmente esquecidas se não fossem ativamente relacionadas e associadas às concepções prévias dos alunos.

Com a percepção cada vez mais evidente da falta de efetivação no processo de aprendizagem então desenvolvido, iniciou-se um movimento para tornar o aluno mais ativo em sala de aula, tornando-se um dos autores na construção do conhecimento científico. A

mudança do protagonismo em sala de aula marcou o início da era do ensino formador, em que o professor tem como papel ser o mediador do ensino, ou seja, ele não transmite informação, nem o aluno a recebe, o que ocorre é a construção do conhecimento dentro de um contexto que considera as concepções alternativas dos alunos, sendo orientada pela participação do professor (LOVATO et al., 2018). Ou seja, tanto aluno quanto professor são atuantes no processo, o que propicia melhores condições para a internalização do conhecimento científico ali discutido.

O papel ativo do aluno no processo de aprendizagem deve ser estimulado em sala de aula. Tal estímulo vem acontecendo por meio da aplicação das metodologias ativas de ensino, que facilitam a entrada positiva do professor como facilitador do processo e acabam provocando uma maior e melhor apropriação do conhecimento por parte do aluno. Cada vez de forma mais frequente, as metodologias ativas têm sido aplicadas tanto no Ensino Básico quanto Superior, como formas de estimular e incentivar a participação ativa e intensa do aluno no processo de aprendizagem. As metodologias geralmente empregadas consistem na sala de aula invertida, na aprendizagem baseada em equipes (*team-based learning*, TBL), na aprendizagem baseada em problemas (*problem-based learning*, PBL), na aprendizagem baseada em projetos, na aprendizagem por instrução por pares (*peer instruction*), entre outras, sendo estas metodologias consideradas meios de ensino que permitem a troca de experiências entre os alunos e entre os mesmos e o professor (CARVALHO JUNIOR et al., 2018; DUARTE, 2018; LEITE, 2018; MACHADO; BOHM; MORAES, 2018; PEREIRA; SILVA, 2018; SANTOS et al., 2018; SERBIM, 2018; SILVA; CASTRO; SALES, 2018; SILVA, 2018). Estes meios inovadores de promover o ensino são baseados no trabalho em equipes, característico de aulas experimentais no campo do ensino de Ciências.

As aulas experimentais, ocorridas em ambiente de laboratório, são por si só consideradas aulas práticas que têm a participação ativa do aluno. Ou seja, pelo menos em laboratório, já há muito tempo é praticada a metodologia do trabalho em grupo, muitas vezes com o objetivo exclusivo de permitir o desenvolvimento cognitivo do aluno em meio a outros alunos, diante de outras concepções. Contudo, a forma mais comum e, também, a mais passiva de praticar as aulas experimentais é por meio de experimentos roteirizados pelo professor. Neste caso, o professor é o responsável por estabelecer qual experimento será realizado pelos grupos e o roteiro com cada etapa do mesmo, de forma que um caminho seja previsto e cada um dos grupos alcance a expectativa final, que deve ser um resultado positivo, coerente com o esperado pelo professor. Nesse âmbito, a verdadeira função da atividade prática experimental deixa de ser praticada, uma vez que não se permite que o processo investigativo seja colocado em prática, já que os passos e os obstáculos já são previstos (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004).

É dentro desse contexto que se encaixa o presente trabalho, uma vez que este propõe a prática experimental com o uso da metodologia da exploração científica no laboratório. Aliada a ela, também é proposto o emprego de artigos científicos, cuja leitura e interpretação formarão a base necessária para os alunos proporem um experimento sobre o tema escolhido e trabalharem em um verdadeiro processo investigativo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como meio de análise dos resultados obtidos com a aplicação dessa metodologia ativa que alia a prática em laboratório com a literatura científica, será empregada uma das linhas de interpretação da análise de conteúdo – a taxonomia de Bloom. O surgimento de tal referencial data de 1950, quando Bloom e colaboradores pensaram em uma forma de avaliar o processo

de aprendizagem do aluno, ou seja, de que forma ele avança e alcança níveis que comprovam efetivamente a construção do conhecimento (BLOOM; KRATHWOHL, 1956).

Na época, Bloom propôs a estratificação de domínios de aprendizagem dentro do campo cognitivo, tendo em vista que ele também trabalhou com os campos afetivo e psicomotor (FERRAZ; BELHOT, 2010). No campo cognitivo, os domínios definidos por ele e seus colaboradores consistiram em 1) Conhecimento, 2) Compreensão, 3) Aplicação, 4) Análise, 5) Síntese, e 6) Avaliação. Assim, todo meio de aprendizagem inicia-se no primeiro nível cognitivo e, quando o aluno apresenta um desempenho satisfatório neste, ele se encontra apto para vivenciar o próximo nível. De acordo com Bloom, de forma crescente, o aluno deve encontrar condições dentro do processo de ensino para que esse avanço aconteça de forma satisfatória.

A taxonomia de Bloom é muito utilizada hoje como referencial para análise de resultados determinados por meio de mudanças nos processos de ensino e aprendizagem. Todavia, atualmente aplica-se a taxonomia revisada de Bloom, cujos substantivos que as definiam foram substituídos por verbos, cada qual com verbos de ação que caracterizam cada um dos níveis (BLOOM; HASTINGS; MADDAUS, 1971; ANDERSON, 1999; KRATHWOHL, 2002). Ou seja, hoje é possível associar atividades propostas pelo professor com o trabalho em cada um dos níveis, como também é possível analisar a forma como a aprendizagem acontece dentro dos limites de ação discente. Ademais, sabe-se que não necessariamente a ordem determinada por Bloom é aquela em que o avanço cognitivo do aluno acontece. Reconhece-se, hoje, que o aluno pode transitar entre os níveis e coexistir em mais de um, sem prejuízo de sua aprendizagem, ao contrário, permitindo uma ampliação das formas possíveis de internalização e construção do conhecimento científico.

Dessa forma, após o processo de revisão, as categorias foram definidas como 1) Lembrar, 2) Entender, 3) Aplicar, 4) Analisar, 5) Avaliar, e 6) Criar. Observa-se uma inversão entre as duas categorias finais da classificação de Bloom, feita no sentido de destacar a capacidade de criação do aluno a partir do momento que ele estiver apto a avaliar o conhecimento que lhe foi permitido o contato. O Quadro 1 reúne as seis categorias, original e revisada, assim como as habilidades que se pretende desenvolver no aluno em sala de aula dependendo do nível explorado.

Quadro 1 - Estrutura do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom

<b>Categoria original</b>	<b>Categoria revisada</b>	<b>Habilidade desenvolvida</b>
1. Conhecimento	1. Lembrar	Lembrar informações
2. Compreensão	2. Entender	Compreender o conteúdo de forma a interpretá-lo
3. Aplicação	3. Aplicar	Usar o conhecimento compreendido em uma situação-problema
4. Análise	4. Analisar	Ser capaz de estabelecer relações
5. Síntese	6. Criar	Criar algo novo após o estabelecimento das relações
6. Avaliação	5. Avaliar	Posicionar-se criticamente diante do que foi criado

Fonte: Autoria própria (2019).

A partir do Quadro 1, será possível analisar os níveis de aprendizagem alcançados pelo alunos durante o trabalho experimental baseado na leitura de artigos científicos da área da disciplina. Será viável, também, afirmar sobre a efetivação do processo de aprendizagem, uma vez que a metodologia proposta permite que todas as categorias cognitivas de Bloom sejam trabalhadas concomitantemente na atividade prática em questão.





### 3 METODOLOGIA

A aplicação da metodologia ativa proposta aconteceu em uma turma de oitavo semestre do curso de Engenharia Química da instituição de ensino superior Centro Universitário Facens, localizada na cidade de Sorocaba, interior do estado de São Paulo. A disciplina escolhida para tanto foi Análise Instrumental, definida como uma disciplina cujo objetivo é abordar os métodos instrumentais de análise de amostras, como a espectrofotometria no ultravioleta-visível (UV-Vis), espectrometria de fluorescência de raios X, espectroscopia no infravermelho, entre outras, interpretando seus resultados.

A disciplina é composta por quatro créditos, sendo dois em sala de aula e dois em laboratório. A aplicação da metodologia proposta aconteceu durante todo o semestre letivo, de agosto ao final de novembro, concomitantemente com o emprego de práticas experimentais descritas em roteiros estabelecidos pela professora. Os alunos trabalharam em equipes contendo de 4 a 5 alunos, dependendo do número total de alunos que a turma possuía. No semestre de aplicação da prática em questão, havia 32 alunos em sala e eles foram divididos em grupos de 4 membros, totalizando 8 grupos.

Ao longo do semestre, os roteiros experimentais abordaram práticas relacionadas com espectrofotometria UV-Vis, fotometria de chama, espectroscopia no infravermelho, espectrometria de fluorescência de raios X, difratometria de raios X, calorimetria diferencial de varredura, cromatografia líquida de alta eficiência e cromatografia a gás. Enquanto essas práticas se desenrolavam, no primeiro mês de aula, os alunos buscaram um artigo científico da área de Química Analítica que envolvesse a prática de um método instrumental de análise. No segundo mês, eles desenvolveram um roteiro prático utilizando condições similares àquelas propostas pelo artigo, levando em conta possíveis adaptações que deveriam ser aplicadas de acordo com o que o laboratório podia oferecer. E, no terceiro mês, foi feita a correção desse roteiro, bem como foram efetivadas e confirmadas as alterações pertinentes.

O último mês foi dedicado para a prática experimental do roteiro inspirado na literatura científica, bem como foi feita a apresentação oral, o relatório escrito e a produção de uma carta sobre a prática realizada. Tais meios de exposição de resultados foram utilizados para coleta dos dados na percepção discente. Para analisar os dados sob o ponto de vista docente, foi utilizado um diário de campo, em que a professora pôde registrar o movimento dos grupos e suas ações em torno das tarefas a eles destinadas.

### 4 RESULTADOS

Conforme explicado em Metodologia, 8 grupos foram formados e, consequentemente, 8 artigos científicos da área de Química Analítica foram escolhidos para serem trabalhados na metodologia de exploração científica no laboratório. No primeiro mês da aula prática, os alunos puderam procurar a professora e sanar suas dúvidas acerca da profundidade dos métodos a serem empregados. Como critério de escolha, o aluno era livre para buscar o método que mais se interessasse, podendo este pertencer ou não à gama de métodos que seriam estudados e discutidos durante a disciplina. Porém, métodos que envolvessem tratamentos mais complexos de variáveis, à nível de pós-graduação, foram abortados da atividade. Os demais foram aceitos, independente da complexidade à nível de graduação, uma vez que um dos objetivos era o trabalho dentro do contexto do desafio. Era previsto que os alunos se sentissem desafiados a realizar a prática de forma muito similar àquela explicitada no artigo e seriam bloqueados pelos obstáculos experimentais e conceituais que enfrentariam. Ou seja, a ideia era sair do campo cognitivo da repetição e alcançar níveis superiores, que levassem ao desenvolvimento de novos sentidos e à construção do conhecimento científico.

O título, a revista, o ano de publicação e a área do método analítico empregado, escolhido por cada um dos grupos, encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 - Artigos científicos selecionados para a prática de exploração científica no laboratório

Grupo	Título do artigo	Revista, ano	Método analítico
01	Determinação espectrofotométrica de ciclamato de sódio em alimentos e bebidas dietéticas e de baixas calorias	Revista Instituto Adolfo Lutz, 2006	Espectrofotometria UV
02	Determinação do teor de ésteres graxos em biodiesel metílico de soja por cromatografia gasosa utilizando oleato de etila como padrão interno	Química Nova, 2010	Cromatografia Gasosa
03	Estudo analítico dos teores de sódio e potássio em sucos industrializados por fotometria de chamas	Caderno Pesquisa, 2012	Fotometria de Chama
04	Minerais em melados e em caldos de cana	Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2009	Fotometria de Chama
05	Aplicações da espectroscopia no infravermelho no controle de qualidade de medicamentos contendo diclofenaco de potássio. Parte I: Dosagem por regressão multivariada	Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 2006	Espectroscopia no Infravermelho
06	Uso da espectroscopia de infravermelho médio com Transformada de Fourier (IV-TF) e quimiometria para classificação de vinhos e suco de uva	Brazilian Journal of Food Research, 2017	Espectroscopia no Infravermelho
07	Análise exploratória rápida e não destrutiva ( <i>screening</i> ) da presença de elementos químicos tóxicos em material escolar por fluorescência de raios X	Química Nova, 2013	Espectrometria de Fluorescência de Raios X
08	Quantificação de antimônio em garrafas de politereftalato de etileno (PET) brasileiras por fluorescência de raios X e avaliação quimiométrica para verificar a presença de PET reciclado através do teor de ferro	Química Nova, 2011	Espectrometria de Fluorescência de Raios X

Fonte: Autoria própria (2019).

Como pode se observar no Quadro 2, os artigos científicos abordaram temas diferentes e de relevância nas áreas ambiental (artigos 02 e 08), alimentar (artigos 01, 03, 04 e 06), farmacêutica (artigo 05) e de saúde (artigo 07). As áreas abordadas puderam ser discutidas em conjunto com os demais grupos na aula destinada para apresentação oral do trabalho, por meio de seminário. Cada uma das formas diferentes em que o processo de aprendizagem foi trabalhado por meio da metodologia de exploração científica no laboratório será discutida separadamente, nos itens seguintes.



#### 4.1 Prática experimental no laboratório

A prática experimental no laboratório aconteceu em um dia de aula, de dois créditos, com duração total de uma hora e quarenta minutos. Esta atividade aconteceu após os três meses de trabalho extraclasse de escolha, leitura, interpretação e produção de roteiro inspirado na leitura do texto científico. Neste período, muitas dúvidas surgiram a respeito da linguagem científica, dos métodos analíticos empregados, assim como do procedimento experimental propriamente dito.

Na aula experimental, os alunos se planejaram para dividir as tarefas de forma não hierarquizada, o que condiz com a aprendizagem colaborativa (LOVATO et al., 2018). Eles trabalharam de forma conjunta, com participação inclusiva de todos os membros. Esta característica evidentemente observada na aula de exploração científica não foi identificada nas aulas dos meses anteriores, ministradas sob o comando dos roteiros preparados pela professora. Embora atividades práticas de laboratório sejam sempre consideradas metodologias ativas por si só, é extremamente necessário que professores revejam seus conceitos acerca deste fato, pois roteiros pré-estabelecidos, induzindo ao conhecido caminho da “resposta correta”, não estimula o desenvolvimento do processo investigativo por parte das equipes, que consiste no verdadeiro objetivo de uma aula experimental. Assim, em um processo mecânico de aprendizagem, os alunos se acostumaram a chegar no laboratório e seguir a “receita de bolo” proposta pelo professor, sem ser necessário pensar sobre aquilo ou mesmo desenvolver raciocínio na busca de explicações mais profundas.

Para que o conhecimento científico seja construído e efetivamente internalizado pelo aluno, é muito importante que ele se depare com condições que o estimulem a promover uma investigação científica, e isso pode ser incentivado pela elaboração do roteiro, prevendo dificuldades e obstáculos práticos que podem e vão surgir com mais frequência em práticas investigativas centralizadas na atuação do aluno.

Assim, enquanto as práticas anteriormente aplicadas, com roteiros experimentais elaborados pela professora, permitem o encaixe do aluno nos níveis cognitivos iniciais da taxonomia de Bloom (níveis Lembrar e Entender, o qual muitas vezes não é exigido ou necessário), as práticas por exploração científica incentivam ativamente a aplicação de conhecimentos prévios dos alunos e a análise dos mesmos, de forma a avaliar a viabilidade das práticas pensadas por eles. Com isso, a possibilidade de que níveis cognitivos superiores sejam alcançados aumenta imensamente, tendo a certeza de que, no mínimo, as categorias Aplicar e Analisar serão alcançadas.

Conforme registros no diário de campo da professora, que pôde acompanhar e fazer anotações sobre esses dois momentos de prática experimental (com roteiros pré-estabelecidos e roteiros elaborados pelos alunos a partir da leitura científica), foi possível notar nitidamente o maior aproveitamento discente nas aulas em que eles próprios criaram seus roteiros. Em aulas com roteiros pré-estabelecidos, era comum observar alunos ociosos dentro de um grupo, fazendo outras tarefas sem se atentar para o conhecimento que estava sendo ali explorado. Já nas aulas de exploração científica, os alunos foram “obrigados” a ter algum tipo de participação durante a atividade, pois era o contato deles com o desconhecido, com o desafio, uma vez que não se sabia se o roteiro, mesmo adaptado e corrigido pela professora, teria todas as suas etapas concluídas da forma como era esperado por eles. Assim, eles puderam aprender com os próprios erros e com as próprias adaptações, e com as mudanças de planos no meio do caminho, o que refletiu claramente situações a serem enfrentadas por eles no futuro, quando entrarem no mercado de trabalho. Todos os alunos trabalharam de forma efetivamente colaborativa, ajudando uns aos outros, em uma aula agitada e muito proveitosa em termos de construção de conhecimento. Certamente, ela também pode ser considerada mais trabalhosa,



mas o aproveitamento positivo discente supera qualquer tipo de trabalho que tenha sido enfrentado seja pelos alunos, seja pela professora.

Dessa forma, a previsão de problemas e o desenvolvimento de soluções propiciaram a aprendizagem dentro das categorias superiores de conhecimento, sendo elas Aplicar, Analisar, Avaliar e, muitas vezes, Criar, uma vez que alguns grupos apresentaram um desempenho superior em relação a outros, criando situações e soluções que aprimoraram os experimentos propostos. Ou seja, ao final da prática, certamente o conhecimento científico ali trabalhado foi não apenas construído a partir das concepções prévias discentes, como também, e fundamentalmente, foi internalizado pelo aluno, em um processo de aprendizagem significativo para o aluno.

#### 4.2 Produção de textos (relatório experimental e carta)

Após a aula da prática experimental, os alunos tiveram uma semana para elaborar o relatório científico, em horário extraclasse, e no dia da entrega do mesmo, tiveram a oportunidade de escrever uma carta com destinatário livre sobre o que haviam lido e feito em laboratório.

O relatório apresentou seções e características muito similares aos relatórios das práticas pré-determinadas anteriores, por ser um texto técnico. A diferença é que, em muitos deles, houve discussão de resultados não esperados, que em outro momento poderiam ser considerados errados. Contudo, os alunos compreenderam que, no contexto da pesquisa científica, não há certo e errado, mas sim resultados que auxiliam, de alguma forma, evidente ou não, o alcance dos objetivos esperados. Muitas vezes, não é possível a obtenção do esperado, e com isso, outros resultados podem ser obtidos, ofertando conclusões antes não pensadas ou previstas. Enfim, é um ganho para o conhecimento científico tanto os resultados esperados quanto os não esperados. E, no quesito relatório experimental, eles tiveram a oportunidade de produzir um texto técnico perante tais conclusões diversificadas.

Já a produção da carta não consistiu em texto técnico. Ao contrário, essa produção textual criou oportunidades de os alunos expressarem o que realmente entenderam do artigo, do método analítico e do roteiro elaborado por eles próprios. Como o destinatário da carta era de escolha livre, o conteúdo delas foi muito diverso. A maioria dos alunos optou por escrever a carta para pessoas próximas, como o pai, a mãe, um irmão, os avós, um amigo que mora longe. E, também, as pessoas escolhidas não pertenciam à mesma área da graduação do aluno, o que possibilitou identificar trechos e frases inteiras que refletiram em seu aprendizado, como quando ele faz analogias para explicar um fenômeno químico. O simples fato de ele pensar em algo similar, de mesma estrutura em relação ao fenômeno químico, e que pertença ao contexto de vida de seu destinatário, é suficiente para afirmar que houve o aprendizado de dado conhecimento científico. É quando o aluno se vê obrigado a expressar o que sabe em outras palavras, não técnicas e diferentes das palavras que os autores das publicações científicas utilizam, pode-se indicar evidências de construção de conhecimento científico.

A construção desse conhecimento necessitou de conhecimentos prévios, anteriormente adquiridos pelo aluno, que o embasaram, dando-lhe condições de construir algo novo e aprendê-lo efetivamente, internalizando-o.

Ao fazer um levantamento dos dados, chegou-se a marca de 80% de textos com marcas de produção de conhecimento, com analogias e explicações minuciosas na intenção de fazer o destinatário realmente entender o que foi lido e aplicado. Os outros 20% do todo corresponderam a cartas em que o aluno autor se deteve em copiar trechos mecanicamente provenientes do texto, não se preocupando com a compreensão do destinatário sobre o tema, nem com a própria compreensão.

#### 4.3 Apresentação oral (seminário)

E, por fim, como último meio de avaliação da atividade prática por exploração científica no laboratório, os alunos apresentaram oralmente o artigo e o trabalho realizado no laboratório, no formato de seminários tendo como ouvinte todos os colegas da turma.

Uma vez já trabalhada a linguagem científica (por meio do relatório) e suas relações com a linguagem informal (por meio da carta), os alunos tiveram a oportunidade de trabalhar a linguagem oral, uma forma de comunicação extremamente importante para eles dentro do contexto de trabalho, o que se intensifica em termos de importância sabendo que eles já se encontram no penúltimo ano do curso. É no momento que eles explicam oralmente o trabalho científico e o roteiro produzido por eles que pode-se observar a segurança e o domínio do conteúdo. Neste tipo de avaliação, foi mais difícil preservar a atitude de colaboração, uma vez que os alunos mais tímidos e com mais dificuldade de expressão oral evitaram explicações detalhadas e foram mais sucintos na argumentação.

O espaço destinado a perguntas pelos alunos também foi muito produtivo, já que grande parcela da turma se interessou pelos diferentes temas explorados pelas equipes e questionou detalhes do artigo que não foram mencionados na apresentação.

Nesta atividade, os grupos tiveram a oportunidade de mostrar a capacidade de argumentação e as evidências orais de que realmente alcançaram níveis superiores do domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. Muitos propuseram sugestões para melhorar o trabalho lido no artigo científico, demonstrando não apenas ter desenvolvido a habilidade da avaliação e da criatividade, como também evidenciando sinais de interpretação do texto, ou seja, de saída/superação dos significados defendidos pelo artigo científico. Esses deslizes comprovam, mais uma vez, a construção do conhecimento científico a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, como também a sua internalização, contribuindo de forma bastante positiva com o processo de aprendizagem.

Como as perguntas lançadas após a apresentação dos grupos eram pontuadas individualmente, isso também estimulou que os alunos prestassem atenção em cada um dos seminários, relacionando o conhecimento ali discutido com o que já conheciam para que fosse possível a formulação de uma pergunta. Ou seja, em conjunto, pôde-se notar evidências significativas de construção do conhecimento científico nas aulas de Análise Instrumental.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da metodologia ativa de ensino por exploração científica no laboratório aliada à leitura e interpretação de textos científicos possibilitou o alcance de níveis cognitivos superiores no domínio cognitivo da taxonomia de Bloom. O fato de os alunos terem a oportunidade de trabalhar com um tema específico, abordado em um texto científico, de forma concomitante às práticas experimentais tradicionais fez com que se enriquecesse sua aprendizagem, uma vez que ele pôde usar estas últimas como base para a criação do próprio roteiro. Ou seja, tanto a leitura do texto científico quanto os experimentos realizados ao longo da disciplina compuseram suas concepções prévias sobre métodos instrumentais de análise e permitiram que relações fossem estabelecidas entre o que o aluno já sabia e o que ele descobria em sua leitura. Estas relações são de fundamental importância para a construção do conhecimento científico.

Ademais, o contato ao longo de todo o semestre da disciplina com a literatura científica possibilitou uma maior proximidade com a linguagem científica, auxiliando na produção de textos técnicos, como o relatório científico. Os alunos demonstraram, ao final da disciplina, na apresentação dos seminários, um apreço pela metodologia aplicada, uma vez que puderam pôr em prática a tão sonhada investigação científica abordada em uma verdadeira pesquisa





científica – a publicação lida. O processo investigativo que deve estar por trás dos experimentos de laboratório sempre foi uma reivindicação dos alunos nas aulas experimentais, pois são raras as vezes em que os professores deixam os alunos livres para promover suas próprias investigações em laboratório.

Dessa forma, é possível afirmar que a metodologia aplicada aliando dois tipos diferentes de atividade prática contribuiu de forma significativa para o processo de aprendizagem, uma vez que níveis superiores de conhecimento da taxonomia de Bloom, como Analisar e Criar foram comprovadamente alcançados, o que reflete na construção concreta do conhecimento científico por meio de uma forma ativa e colaborativa de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, Lorin W. **Rethinking Bloom's Taxonomy**: implication for testing and assessment. Columbia: University of South Carolina, 1999.

BLOOM, Benjamin Samuel; HASTINGS, John Thomas; MADDAUS, George F. **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw-Hill, 1971.

BLOOM, Benjamin Samuel; KRATHWOHL, David R. **Taxonomy of Educational Objectives**. New York: David McKay, 1956.

CARVALHO JUNIOR, E. R.; SILVA, D. F.; CATUOGNO, C. R. T. S.; ROMÃO, E. C. Metodologias ativas no ensino fundamental: uma experiência com o *peer instruction*. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v.4, n.1, p. 58-68, 2018.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. 4ª edição, Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2006.

DUARTE, Verônica Gonçalves. **Metodologias Ativas e Ensino de Ciências na Educação Superior**: um estudo a partir da percepção do aluno. 2018. 114 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, São Carlos, v.17, n.2, p. 421-431, 2010.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, São Paulo, v.27, n.2, p. 326-331, 2004.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. **Theory in Practice**, Columbus, v.41, n.4, p. 212-218, 2002.

LEITE, B. S. Aprendizagem tecnológica ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v.4, n.3, p. 580-609, 2018.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, Canoas, v.20, n.2, p. 154-171, 2018.





MACHADO, R. C. O.; BOHM, G. M. B.; MORAES, E. Aprendizagem baseada em problemas: um estudo de caso na disciplina de tratamento de água, efluente e lodos. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v.13, n.4, p. 1866-1879, 2018.

PEREIRA, Z. T. G.; SILVA, D. Q. Metodologia ativa: sala de aula invertida e suas práticas na Educação Básica. **Revista Iberoamerica sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, Madrid, v.16, n.4, p. 63-78, 2018.

SANTOS, T. N. P.; BATISTA, C. H.; OLIVEIRA, A. P. C.; CRUZ, M. C. P. Aprendizagem ativo-colaborativo-interativa: inter-relações e experimentação investigativa no ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.40, n.4, p. 258-266, 2018.

SERBIM, Flávia Braga do Nascimento. **Ensino de Soluções Químicas em Rotação por Estações**: aprendizagem ativa medida pelo uso das tecnologias digitais. 2018. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

SILVA, D. O.; CASTRO, J. B.; SALES, G. L. Aprendizagem baseada em projetos: contribuições das tecnologias digitais. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v.7, n.1, p. 1-19, 2018.

SILVA, Thamyres Ribeiro da. **Sala de Aula Invertida e História da Ciência**: explorando novas metodologias no ensino de química. 2018. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

## SCIENTIFIC EXPLORATION IN LABORATORY AND SCIENTIFIC READING: COLLABORATIVE LEARNING IN THE EXPERIMENTAL CLASSES OF INSTRUMENTAL ANALYSIS

**Abstract:** *Traditional experimental classes are usually associated with mechanical learning, since the experimental scripts are mostly structured by the teacher, prior to the class, with pre-established paths so that the achieved results correspond to what is expected or considered correct. Thus, these traditional experimental classes do not coincide to active learning methods, which are supposed to stimulate not only the initial levels of learning according to the Bloom's taxonomy (Remember and Understand), but also, and more intensively and importantly, higher levels, of great cognitive development (Apply, Analyze, Evaluate and Create). Therefore, we discuss in this work an active methodology proposal through scientific exploration in the laboratory, which was applied during the classes of Instrumental Analysis for a Chemical Engineering course. Such practical activity engendered a more effective learning and an easier internalizing process of scientific knowledge among the students, due to the contact with scientific literature. In this sense, they were able to reach high levels of Bloom's taxonomy, such as Apply and Analyze, that guaranteed conditions for the construction of scientific knowledge based on their own previous conceptions.*

**Key-words:** *Collaborative learning. Scientific articles. Scientific exploration in laboratory. Active learning methodology. Bloom's taxonomy.*