AVALIAÇÃO DO ENGAJAMENTO COGNITIVO OBSERVÁVEL DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM DIFERENTES TIPOS DE ATIVIDADES PRÁTICAS DE CIÊNCIAS

Vinicius do Nascimento Chalega[1]; Raphaela dos Santos Gonçalves [2]; Carolina Rodrigues Lincoln-de-Carvalho [3]; Carolina de Souza Ferreira[4]

[1] Aluno do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Santa Cecília (UNISANTA);
[2] Professora-Tutora da EAD UNISANTA;
[3] Coordenadora Institucional do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) da UNISANTA;
[4] Coordenadora de Área do PIBID de Ciências Biológicas da UNISANTA.

E-mail para contato: viniciuschalega@gmail.com; carolinaferreira@unisanta.br

RESUMO - O engajamento do aluno está relacionado ao sucesso acadêmico e o modelo ICAP tem se mostrado eficaz em descrever como o engajamento cognitivo se manifesta no comportamento do aluno. Este estudo avaliou as diferenças qualitativas e quantitativas de engajamento cognitivo observável em atividades práticas de ciências no contexto de atividades desenvolvidas por discentes do PIBID em escolas públicas. A partir de 7 critérios baseados no modelo ICAP, 4 atividades realizadas no ensino fundamental foram analisadas. As atividades de observação relacional apresentaram o maior índice de engajamento cognitivo, enquanto as atividades de observação estrutural obtiveram menor. Atividades de observação processual demonstraram desempenho intermediário.

Palavras-chave: engajamento cognitivo; ICAP; atividades práticas; ciências; PIBID.

ASSESSMENT OF OBSERVABLE COGNITIVE ENGAGEMENT AMONG ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS IN DIFFERENT TYPES OF SCIENCE PRACTICAL WORK

ABSTRACT - Student engagement is linked to academic success, and the ICAP model has proven effective in describing how cognitive engagement manifests itself in student behavior. In the context of activities carried out by PIBID students in public schools, this study evaluated qualitative and quantitative differences in observable cognitive engagement during science practical work. Based on seven criteria derived from the ICAP model, four activities conducted in elementary school were analyzed. Relational observation activities showed the highest level of cognitive engagement, while structural observation activities showed the lowest. Procedural observation activities demonstrated intermediate performance.

Keywords: cognitive engagement; ICAP, practical work; science; PIBID

1. INTRODUÇÃO

O engajamento do aluno é um dos importantes predecessores do sucesso acadêmico (Schnitzler; Holzberger; Seidel, 2021). Segundo Reeve *et al.* (2025), o engajamento é um envolvimento multidimensional e pode ser dividido em quatro tipos: comportamental, cognitivo, emocional e agêntico. O engajamento cognitivo é definido por um estado de imersão em pensamentos, indicado pelo foco e concentração em uma tarefa, solução de problemas e pensamento crítico.

Chi e Wylie (2014) propõem no modelo ICAP que o nível de engajamento cognitivo dos estudantes pode ser inferido a partir de seus comportamentos observáveis. São sugeridos quatro categorias de engajamento cognitivo observável: passivo, ativo, construtivo e interativo.

O engajamento passivo consiste na recepção das informações sem manipular o material de estudo como ler, ouvir ou assistir. O engajamento ativo envolve atividade motora ou física de manipulação como fazer anotações, mover objetos ou resumir. No engajamento construtivo o aluno produz algo que vai além das informações que o material apresenta, como: gerar perguntas, fazer relações com outros conteúdos e formular hipóteses. O engajamento interativo se manifesta através do diálogo sobre o material de estudo.

Uma das ferramentas que podem ser usadas para estudar o engajamento dos alunos são as atividades práticas, especialmente na disciplina de ciências. De acordo com Oliveira e Bonito (2023), muitos professores enfrentam dificuldades para organizar atividades práticas de qualidade, por questões logísticas e limitações econômicas.

Dentro deste contexto, os discentes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) desempenham um papel muito importante como facilitadores de atividades práticas, principalmente com foco na divulgação científica, criando uma ponte entre a universidade e a escola (Peretto, 2015).

Consequentemente, o objetivo deste estudo é investigar como o engajamento cognitivo muda conforme o tipo de atividade prática de ciências feita por bolsistas do PIBID em escolas públicas. Para isso, foi avaliado pela observação do instrutor: (1) quais tipos de engajamento cognitivo ICAP mais apareceram nas atividades; (2) qual a diferença no nível de engajamento cognitivo ICAP entre os tipos de atividade propostas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido na UME Martins Fontes, uma escola municipal de Santos (SP), que atende alunos do ensino fundamental (EF). Discentes do PIBID realizaram quatro atividades práticas de ciências com alunos de duas turmas, uma do 7° e uma do 8° ano, em 2025 (Tabela 1).

Para os fins deste estudo, foram criadas três categorias de atividade prática com base na ação cognitiva predominante: observação estrutural, processual e relacional. Segundo o conceito de "estrutura" de Herman et al. (2021), definimos "observação estrutural" como identificar ou descrever o arranjo e organização dos componentes de um sistema.

Com base no conceito de "processo" disponível na literatura (Rescher, 1996; Seibt, 2018), a "observação processual" pode ser definida como a análise de mudanças e transformações que ocorrem nas propriedades de um sistema. Um sistema é um conjunto de elementos que se inter relacionam (Bertalanffy, 1968). Portanto, a "observação relacional" foca na conexão e interação entre os componentes de um sistema.

Nos baseamos na revisão de Kraus (2024), segundo a qual a observação científica requer interação intencional e multidimensional com um fenômeno natural, mediante percepção guiada por conhecimentos prévios e finalidades científicas.

Tabela 1. Atividades práticas aplicadas na UME Martins Fontes

Atividade	Tipo de Observação	Turma
Observação de Pólen	Estrutural	8º ano
Observação de Minerais	Estrutural	7º ano
Extração de Pigmentos	Processual	8º ano
Extração de Pigmentos	Processual	7º ano
Investigação de Adaptações	Relacional	8º ano
Investigação de Adaptações	Relacional	7º ano

2.1 Observação de Pólen

No momento inicial, realizou-se uma explanação dialogada abordando a reprodução sexuada no grupo das angiospermas, com foco nas propriedades biológicas das flores e a polinização. Em seguida, os alunos examinaram lâminas contendo o pólen de flores de *Hibiscus spp.* que foram examinadas individualmente em um microscópio óptico monocular equipado com três lentes objetivas (4x, 10x e 40x) e uma lente ocular de 10x (Figura 1). Ao fim das observações, foi solicitado que os alunos desenhassem as estruturas que observaram no microscópio.

Figura 1. Aluna do 8° ano interagindo com microscópio óptico



2.2 Observação de Minerais

No primeiro momento, foi realizada uma introdução teórica sobre a organização e constituição da crosta terrestre, delimitando os conceitos que distinguem minerais de agregados rochosos. Na sequência, os discentes receberam o acervo geológico para início das etapas de manipulação e análise tátil. A interação tátil era voluntária.

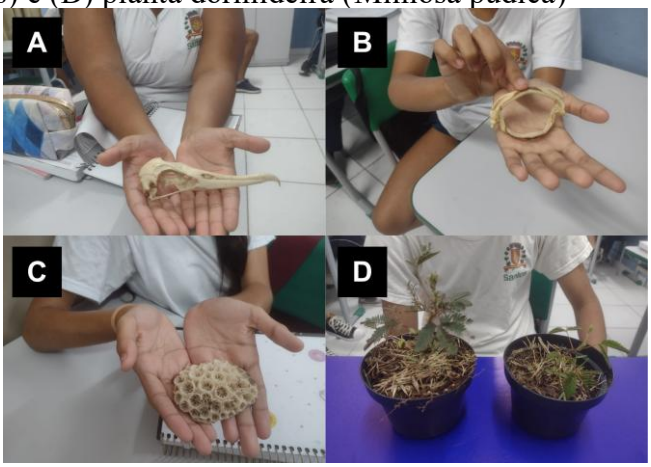
Figura 2. Aluno do 7° ano observando minerais



2.3 Investigação de Adaptações

Inicialmente, realizou-se uma discussão introdutória sobre o conceito de adaptação e sua influência direta na sobrevivência dos organismos. Diferentes amostras biológicas vivas e taxidermizadas (Figura 3) foram usadas para descrever e comparar as características e adaptações dos organismos vivos. Posteriormente, os alunos interagiram fisicamente e repassaram os objetos, um a um, até que todos tivessem a oportunidade de tocá-los. A interação tátil era voluntária.

Figura 3. Alunos interagindo com o acervo biológico: (A) crânio de fragata (Fregata magnificens), (B) mandíbula da raia-ticonha (Rhinoptera bonasus), (C) esqueleto de coral-sol (Tubastraea tagusensis) e (D) planta dormideira (Mimosa pudica)



2.4 Extração de Pigmentos

No começo da aula, o instrutor explicou o conceito de fotossíntese, pigmentos fotossintéticos, luz visível e luz UV. Depois, o roteiro e os objetivos do experimento foram

explicados para os alunos. O objetivo principal era testar se havia diferença na reação dos pigmentos fotossintéticos em diferentes tipos de iluminação (visível e UV).

Na parte prática do experimento, foram usados os seguintes materiais: 2 béqueres de 250 mL, álcool etílico 70%, folhas verdes, 1 almofariz; 1 pistilo e 1 lâmpada de luz negra (UV). A primeira etapa consistiu na medição e separação de 100 mL do álcool etílico usando o béquer. Na segunda etapa, o material vegetal e o álcool à temperatura ambiente foram macerados até que o líquido estivesse verde o suficiente para não conseguir ver o fundo do almofariz.

Na terceira etapa, foi feita a transferência da solução verde para o outro béquer. Por fim, na quarta etapa, a lâmpada negra foi ligada e aproximada do recipiente para que todos pudessem observar a reação da solução à luz UV. Os alunos puderam aferir individualmente os resultados do experimento. A interação tátil era voluntária.

Figura 4. Alunos observando solução de clorofila com luz negra



2.5 Observação e Análise do Engajamento Cognitivo

Com base no modelo ICAP (Chi e Wylie, 2014), foram definidos 7 critérios para avaliar o engajamento dos alunos (Tabela 2). Esses critérios foram usados para montar um questionário para o instrutor que aplicou as atividades. A avaliação de cada critério foi feita em uma escala Likert que vai de 1 a 5 pontos em cada atividade realizada.

Tabela 2. Critérios avaliados durante as atividades

Nº	Critério Avaliado	ICAP
1	Os alunos acompanharam as explicações sem interferir nas instruções.	Passivo
2	Os alunos fizeram anotações sobre as atividades.	Ativo
3	Os alunos manipularam algum objeto durante a atividade.	Ativo
4	Os alunos expressaram alguma conexão da atividade com outro conhecimento, ideia ou conteúdo.	Construtivo
5	Os alunos geraram hipóteses que testam os limites ou ampliam o conhecimento obtido a partir da atividade.	Construtivo
6	Os alunos perguntaram ou responderam algo ao professor.	Interativo
7	Os alunos discutiram entre si sobre a atividade.	Interativo

A pontuação final bruta de cada atividade prática foi obtida pela soma das pontuações dos cinco critérios. Para padronizar a pontuação de cada atividade, foi elaborado um Índice Percentual de Engajamento Cognitivo Observável (IPECO) com base nos 7 critérios avaliados em escala Likert. A pontuação final bruta foi transformada em uma porcentagem da pontuação máxima por meio do método *Percentage of Maximum Possible* (POMP), conforme proposto por Cohen et al. (1999), como observado na Equação (1).

$$IPECO(\%) = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \cdot 100 \quad (1)$$

Conforme a equação apresentada, o IPECO consiste em subtrair da pontuação observada (x_i) a menor pontuação possível da escala (x_{min}), dividir o resultado pela diferença entre a pontuação máxima (x_{max}) e a mínima possível e multiplicar o quociente por 100. Considerando que o mínimo possível é 7 e que o máximo possível é 35, obtemos a Equação (2) que foi usada para calcular um percentual de engajamento para cada uma das atividades.

$$IPECO(\%) = \frac{x_i - 7}{28} \times 100 \quad (2)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise ICAP: Engajamento Ativo, Passivo, Construtivo e Interativo

Os achados deste estudo (Figura 5 e Figura 6) sugerem que os alunos tiveram uma tendência maior de engajamento interativo (discutir sobre a atividade, fazer perguntas ou respondê-las) quando submetidos a observação processual e relacional em ambas as turmas.

Figura 5. Escala Likert das atividades realizadas no 7° ano

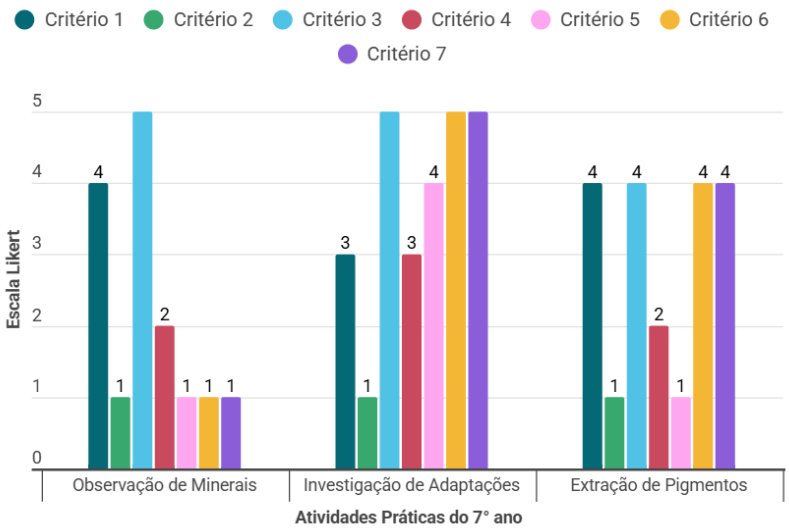
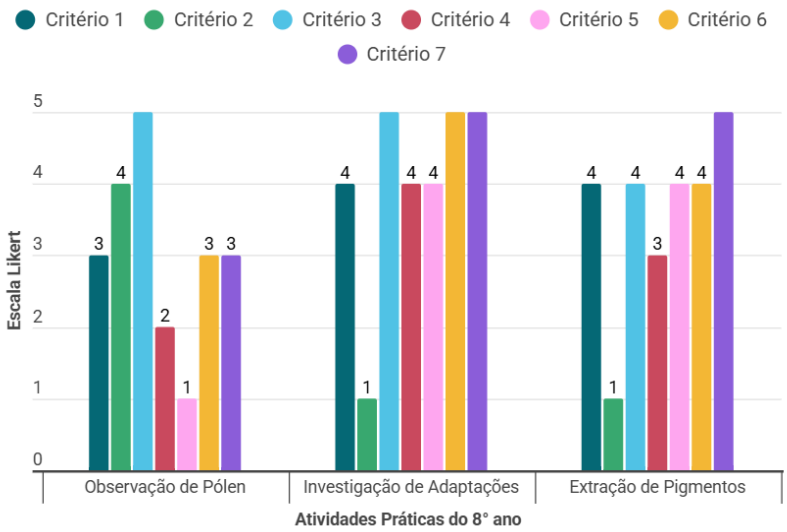


Figura 6. Escala Likert das atividades realizadas no 8° ano



Nas duas turmas, o engajamento construtivo (critérios 4 e 5) foi maior na observação relacional. Sob essa perspectiva, os estudantes expressaram maior frequência de conexão da atividade com outros conhecimentos ou ideias e geraram diferentes hipóteses que vão além do conhecimento proposto, quando submetidos a observação relacional.

Segundo Hadzigeorgiou (2021), os alunos tendem a se interessar mais por estudar fenômenos visualmente ou esteticamente estimulantes, como a extração de pigmentos (observação processual), onde visualizam uma mudança de cor sob diferentes condições. Dependendo do fenômeno estudado, esse interesse se manifesta por contemplação passiva ou curiosidade intelectual, que interfere diretamente nos critérios de engajamento construtivo e interativo.

No engajamento ativo, apenas a observação de pólen pontuou bem no critério 2. Atribuímos isso ao fato de que fazer anotações não era um pré-requisito prático das demais atividades. Barlow e Brown (2020) relatam que aulas com ênfase na apresentação e organização de conteúdo estão associadas a uma maior frequência de alunos fazendo anotações das informações apresentadas nas aulas.

Apesar de contar com uma introdução teórica oral, o foco das atividades desenvolvidas neste estudo foi explicitamente a ação prática. Consideramos também que a ocupação com o manuseio de objetos e a interação tátil pode interferir na disponibilidade para realizar anotações. Por outro lado, como todas as atividades pediam algum grau de intervenção física e tátil, todas elas tiveram um excelente escore no critério 3.

Não houve mudança significativa no engajamento passivo das atividades propostas, a maioria teve desempenho satisfatório. Apresentamos duas possíveis motivações para estes resultados: (1) a introdução teórica apresentava termos científicos que a maioria dos alunos não tinha contato prévio, despertando curiosidade (El-Mansy, Barbera e Harting, 2022); e (2) as demonstrações usando elementos manipulados nas atividades práticas durante a introdução teórica foi capaz de reter a atenção dos alunos por mais tempo (Bunce, Flens e Neiles, 2010).

Concordamos com algumas das críticas e limitações apontadas por Thurn et al. (2023) ao modelo ICAP. Prestar atenção e acompanhar as explicações pode se enquadrar na categoria de engajamento passivo, mas essa prática também pode levar os estudantes ao engajamento construtivo, mesmo que o comportamento observado permaneça inalterado.

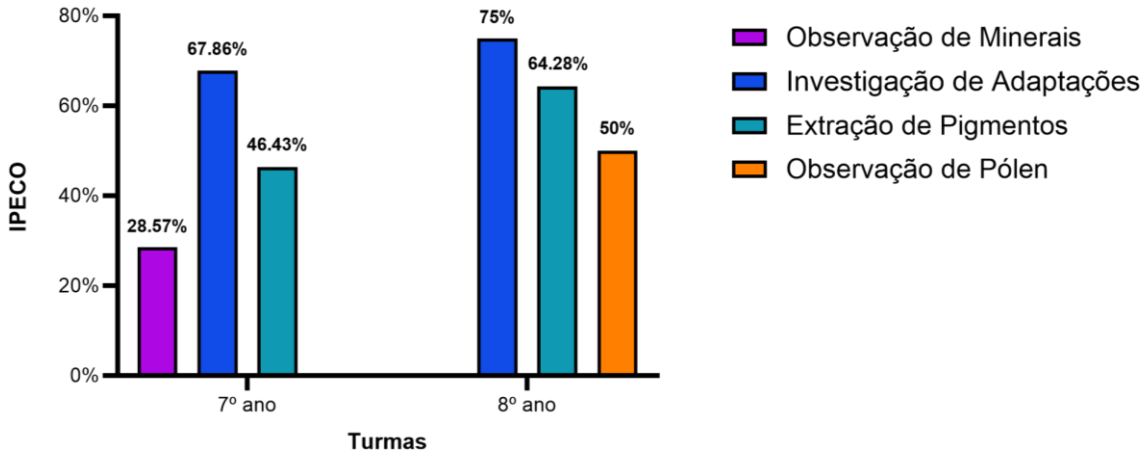
3.2 Índice Percentual de Engajamento Cognitivo Observável

Nas duas turmas, as atividades de observação relacional apresentaram o maior índice de engajamento cognitivo, enquanto as de observação estrutural obtiveram o menor IPECO (Figura 7). As de observação processual expressaram um desempenho intermediário em comparação a ambas.

Os resultados corroboram os dados de Cian, Marshall e Qian (2018), que mostram que as etapas de engajar e explicar do ciclo da investigação científica apresentam associação positiva e significativa com o engajamento cognitivo do aluno, diferente da etapa exploratória. Enquanto as atividades de observação estrutural se limitam à exploração, as de observação processual e relacional se aprofundam no engajamento e na explicação.

Os resultados também são consistentes com as observações de Inkinen (2020), onde as práticas científicas voltadas para o desenvolvimento de explicações e soluções apresentaram maior engajamento situacional.

Figura 7. Índice Percentual de Engajamento Cognitivo Observável (IPECO) de todas as atividades práticas



Segundo Borges e Alencar (2014) e Moran (2017), as metodologias ativas são estratégias didáticas que promovem a participação flexível, interativa, autônoma e híbrida dos alunos no ensino e aprendizagem. Tais apontamentos destacam a importância dessas metodologias e do envolvimento dos discentes do PIBID nelas.

4. CONCLUSÃO

O comportamento observável se mostrou uma ferramenta útil para investigar o engajamento cognitivo dos alunos. Apesar das limitações do modelo ICAP, foi possível ter boa percepção dos diferentes tipos e níveis de engajamento nas atividades práticas propostas. Este estudo reforça a importância da participação ativa dos bolsistas do PIBID na rotina escolar, como precursores de novas ideias, experiências e metodologias. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

5. AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), edição 2024-2026.

À Secretaria de Educação (SEDUC) da Prefeitura Municipal de Santos, pela parceria estabelecida com as escolas municipais.

À Universidade Santa Cecília (UNISANTA), pelo apoio ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

6. DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Não foram utilizadas ferramentas de IA no desenvolvimento deste artigo.

REFERÊNCIAS

BARLOW, Allyson; BROWN, Shane. Correlations between modes of student cognitive engagement and instructional practices in undergraduate STEM courses. **International Journal of STEM Education**, v. 7, art. 18, 2020. DOI: https://doi.org/10.1186/s40594-020-00214-7

BERTALANFFY, Ludwig von. **General System Theory: Foundations, Development, Applications**. New York: George Braziller, 1968.

BORGES, T.S; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**. Ano 3, n. 4, jul/ago., 2014.

BUNCE, Diane M.; FLENS, Elizabeth A.; NEILES, Kelly Y. How long can students pay attention in class? A study of student attention decline using clickers. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 12, p. 1438-1443, 2010. DOI: https://doi.org/10.1021/ed100409p

CHI, Michelene T. H.; WYLIE, Ruth. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. **Educational Psychologist**, v. 49, n. 4, p. 219-243, 2014. DOI: https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823.

CIAN, Heidi; MARSHALL, Jeff; QIAN, Meihua. Inquiry classroom patterns of student cognitive engagement: An analysis using growth curve modeling. **Journal of Science Teacher Education**, v. 29, n. 4, p. 326-346, 2018. DOI: https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1456884

COHEN, Patricia; COHEN, Jacob; AIKEN, Leona S.; WEST, Stephen G. The problem of units and the circumstance for POMP. **Multivariate Behavioral Research**, v. 34, n. 3, p. 315–346, 1999. DOI: 10.1207/S15327906MBR3403_2.

EL-MANSY, Safaa Y.; BARBERA, Jack; HARTIG, Alissa J. Investigating small-group cognitive engagement in general chemistry learning activities using qualitative content analysis and the ICAP framework. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 23, n. 2, p. 335-347, 2022. DOI: https://doi.org/10.1039/d1rp00276g

HADZIGEORGIOU, Yannis. Students' reactions to natural and physical phenomena: Documenting wonder and engagement with science content knowledge. **Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education**, v. 18, n. 1, p. e2261, 2021. DOI: https://doi.org/10.21601/ijese/11340

HERMAN, M. A. et al. A Unifying Framework for Understanding Biological Structures and Functions Across Levels of Biological Organization. **Integrative and Comparative Biology**, v. 61, n. 6, p. 2038–2047, 2021. https://doi.org/10.1093/icb/icab167

INKINEN, Janna et al. High school students' situational engagement associated with scientific practices in designed science learning situations. **Science Education**, v. 104, n. 4, p. 667-692, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/sce.21570

KRAUS, Simon F. The Method of Observation in Science Education: Characteristic Dimensions from an Educational Perspective. **Science & Education**, v. 33, p. 1033–1068, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s11191-023-00422-x

MORÁN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. In: YAEGASHI, S e outros (Orgs). Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento. Curitiba: CRV, 2017

OLIVEIRA, Hugo; BONITO, Jorge. Practical work in science education: a systematic literature review. **Frontiers in Education**, Lausanne, v. 8, artigo 1151641, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641.

PERETTO, Elisandra et al. INFLUÊNCIA DO PIBID NAS AULAS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA. **Unoesc & Ciência - ACHS**, *[S. l.]*, v. 6, n. 2, p. 181–186, 2015. Disponível em: https://periodicos.unoesc.edu.br/achs/article/view/7660. Acesso em: 11 ago. 2026.

REEVE, John; BASARKOD, Geetanjali; JANG, Hyungshim; GARGUREVICH, Rafael; JANG, Hye-Rin; CHEON, Sung Hyeon. Specialized Purpose of Each Type of Student Engagement: A Meta-Analysis. **Educational Psychology Review**, v. 37, n. 1, art. 13, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s10648-025-09989-z.

RESCHER, Nicholas. **Process Metaphysics: An Introduction to Process Philosophy**. 1996.

SCHNITZLER, Katharina; HOLZBERGER, Doris; SEIDEL, Tina. All better than being disengaged: Student engagement patterns and their relations to academic self-concept and achievement. **European Journal of Psychology of Education**, Dordrecht, v. 36, n. 3, p. 627–652, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s10212-020-00500-6.

SEIBT, Johanna. **Process Philosophy**. Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2018.

THURN, Christian M. et al. Questioning central assumptions of the ICAP framework. **npj Science of Learning**, v. 8, n. 1, p. 49, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41539-023-00197-4