

# Metodologias educacionais baseadas na teoria do conhecimento de Maturana e Varela para o Ensino das Ciências Natur

## Metodologías educativas desde la teoría del conocimiento de Maturana y Varela para enseñanza de las ciencias naturales



Deinny José Puche Villalobos\*  
<https://orcid.org/0009-0003-9646-2356>  
Caracas / Venezuela

**Recebido:** Fevereiro / 19 / 2024 **Revisado:** Fevereiro / 22 / 2024 **Aprovado:** Abril / 4 / 2024

Como citar: Puche, V. D. J. (2024). Metodologias educativas a partir da teoria do conhecimento de Maturana e Varela para o ensino das ciências naturais. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, 5(10), 59-83

\* Doutorado Latino-Americano em Educação: Políticas Públicas e Profissão Docente, Universidad Experimental Pedagógica Libertador (UPEL). M. Sc. em Ensino de Biologia. Licenciatura em Educação com especialização em Biologia.



## Resumo

O estudo surge como resposta ao baixo desempenho e falta de interesse dos estudantes em física, química e biologia. Observa-se que os docentes de ciências naturais se concentram em metodologias rígidas e tradicionais, desvinculadas da realidade dos estudantes. O objetivo foi analisar as possibilidades que a teoria do conhecimento de Maturana e Varela oferece para o desenvolvimento de metodologias educativas no ensino das ciências naturais. Empregou-se o paradigma sociocrítico e a pesquisa-ação participativa, com fases de diagnóstico, planejamento, implementação e avaliação, sendo executado com estudantes do 5º ano nas três disciplinas, e coletando dados de 12 docentes e estudantes. O estudo conclui que a metodologia baseada na teoria do conhecimento impacta positivamente o desempenho e a motivação dos estudantes. As informações obtidas orientam transformações nas práticas educativas, revitalizando o ensino de ciências naturais e fortalecendo o compromisso estudantil nessas disciplinas.

**Palavras-chave:** metodologías educativas, teoría del conocimiento, ciencias naturales.

## Abstract

The study arises in response to the low performance and lack of interest of students in physics, chemistry and biology. Observing that natural science teachers focus on rigid and traditional methodologies, disconnected from the reality of the students. The objective was to analyze the possibilities offered by Maturana and Varela's theory of knowledge for the development of educational methodologies in the teaching of natural sciences. The socio-critical paradigm and participatory action research were used, with diagnosis, planning, implementation and evaluation phases, carried out with 5th year students in the three subjects, collecting data from 12 teachers and students. The study concludes that the methodology based on the theory of knowledge positively impacts the performance and motivation of students. The information obtained guides transformations in educational practices, revitalizing the teaching of natural sciences and strengthening student commitment in these disciplines.

**Palabras claves:** metodologías educativas, teoría do conhecimento, ciências naturais.

## Introdução

Ao longo da história, o homem tem persistido em uma busca constante pelo conhecimento, e a literatura antiga, como a Bíblia, oferece uma perspectiva fascinante sobre os primeiros esforços humanos para compreender o mundo ao seu redor. A versão Reina-Valera (1960) do livro de Gênesis 3 proporciona um exemplo ilustrativo dessa investigação ancestral..

4 Então a serpente disse à mulher: Não morrereis; 5 mas Deus sabe que, no dia em que dele comerdes, se abrirão os vossos olhos, e sereis como Deus, conhecendo o bem e o mal. 6 E viu a mulher que aquela árvore era boa para se comer, e agradável aos olhos, e árvore desejável para dar entendimento; tomou do seu fruto, e comeu; e deu também ao seu marido, e ele comeu com ela.



Sintetizando as ideias anteriores, vê-se que nos versículos do Gênesis se explora como os primeiros seres humanos enfrentaram a tentação de adquirir conhecimento, simbolizado pelo ato de comer da árvore do conhecimento do bem e do mal. Esta narrativa não só lança luz sobre as origens da busca do conhecimento humano, mas também levanta questões fundamentais sobre a relação entre a busca pelo saber e a ética.

Assim, ao examinar as raízes dessa inquietação na literatura antiga, abre-se uma janela para a compreensão das motivações humanas por trás da busca do conhecimento ao longo dos tempos. Desde uma perspectiva educacional, a narrativa do Gênesis destaca a importância de buscar um conhecimento equilibrado que esteja intimamente ligado à ética. A promessa da serpente de que, ao comer da árvore do conhecimento, a humanidade alcançaria a sabedoria e seria "como Deus, conhecendo o bem e o mal", sugere a conexão intrínseca entre o conhecimento e a capacidade de discernir entre o certo e o errado.

Segundo o critério do autor deste trabalho no âmbito educacional, esta história pode ser interpretada como um lembrete da necessidade de uma abordagem equilibrada na aquisição de conhecimentos. Não se trata simplesmente de buscar o conhecimento por si só, mas de compreender como esse conhecimento se relaciona com a ética e a moralidade. O ênfase está em cultivar uma consciência ética junto com a busca do conhecimento.

Por outro lado, a perspectiva filosófica sugere que a educação eficaz não se trata apenas de acumular informações, mas também de fomentar a capacidade de discernir e aplicar esse conhecimento de forma ética. Os educadores têm a responsabilidade de guiar os estudantes para uma compreensão integral que não apenas enriqueça suas mentes, mas que também desenvolva seu discernimento ético.

Nesse contexto e tentando abordar o tema central deste estudo, passamos a um resumo realizado a partir da perspectiva do investigador do livro "A Árvore do Conhecimento: As Bases Biológicas da Compreensão Humana", de Humberto Maturana e Francisco Varela. Pode-se inferir que este texto se destaca como uma obra fundamental na biologia do conhecimento. Os autores propõem uma teoria inovadora que desafia a noção tradicional de que o conhecimento é uma cópia direta da realidade. Em vez disso, argumentam que o conhecimento é uma construção emergente da interação contínua entre um organismo e seu ambiente, onde as estruturas cognitivas são geradas por meio de processos biológicos (Maturana & Varela, 1990).

Do mesmo modo, [Jové \(2022\)](#) considera que essa abordagem impactou significativamente a compreensão do conhecimento e permeou diversos campos do saber. Em particular, ao compreender a noção dessa obra "A árvore do conhecimento", pode-se influenciar a educação ao alterar a perspectiva sobre a aprendizagem, uma vez que a teoria proposta por Maturana e Varela sugere que a aprendizagem não é simplesmente a acumulação de informações, mas um processo ativo de construção do conhecimento.

Portanto, [Parada \(2023\)](#) considera que essa mudança de paradigma estimulou novas metodo-



logias educativas, destacando a participação ativa dos estudantes, a construção colaborativa do conhecimento e a reflexão sobre a prática educativa. Além disso, esse texto permite ao autor deste estudo deduzir que este livro representa uma contribuição para melhorar a qualidade da educação ao inspirar políticas educativas que buscam elevar os padrões. Daí que o pesquisador considera que este livro pode contribuir para a compreensão da aprendizagem como uma construção de conhecimento e impulsionar mudanças na forma como se abordam as políticas educativas, promovendo abordagens mais dinâmicas e participativas.

Agora, a abordagem das metodologias educativas a partir da teoria do conhecimento de Maturana e Varela representa uma perspectiva inovadora e transformadora no âmbito da educação, pois a base fundamental dessa teoria desafia as concepções tradicionais ao propor que o conhecimento não é uma representação direta da realidade, mas uma construção emergente da interação entre um organismo e seu ambiente.

Por outro lado, [Busquets et al. \(2016\)](#) apontam que as metodologias educativas inovadoras devem adotar uma abordagem participativa e dinâmica, destacando a participação ativa do estudante na construção do seu próprio conhecimento. Para [Santos \(2022\)](#), as metodologias educativas precisam estar alinhadas com a ideia de promover um conhecimento funcional, que descreva a capacidade inerente dos sistemas vivos de produzir e manter

De acordo com [Ortiz \(2015\)](#), no contexto educativo, isso implica reconhecer e fomentar a capacidade dos estudantes de gerar seus próprios entendimentos, em vez de simplesmente receber informações de forma passiva. Segundo [Obando & Galviz \(2023\)](#), essas metodologias devem se orientar para criar ambientes onde os estudantes possam se identificar a si mesmos e aos outros, promovendo assim uma compreensão mais profunda de si mesmos e do mundo ao seu redor.

A critério de [Rodríguez & Torres \(2003\)](#), os processos educativos em sala de aula devem ser direcionados para a construção colaborativa do conhecimento, fomentando a interação e o diálogo entre os estudantes. O ênfase na reflexão sobre a prática educativa sugere que os educadores devem ser facilitadores que guiam e apoiam o processo de aprendizagem, mais do que meros transmissores de informação.

Considerando as ideias dos autores anteriormente citados, o pesquisador acredita que uma abordagem de metodologias educativas inovadoras baseada na teoria do conhecimento de Maturana e Varela impulsiona uma mudança profunda na forma como concebemos o ensino e a aprendizagem. Trata-se de empoderar os estudantes como construtores ativos de seu próprio conhecimento, promovendo o reconhecimento, a colaboração e a reflexão em um ambiente educativo dinâmico e participativo.

Nessa linha de pensamento, [Ruiz & Abad \(2019\)](#) consideram que as metodologias educativas inovadoras desempenham um papel fundamental na melhoria e adaptação do processo educativo. Sua importância reside na capacidade de responder às necessidades individuais dos estudantes, oferecendo uma abordagem personalizada que reconhece a diversidade nos estilos de aprendizagem.



Segundo [De La Aldea \(2019\)](#), ao estimular o pensamento crítico, essas metodologias vão além da memorização, promovendo uma compreensão profunda e a aplicação ativa do conhecimento. Além disso, cultivam a criatividade ao desafiar os estudantes a abordar problemas a partir de diversas perspectivas, fomentando soluções originais e preparando-os para enfrentar desafios do mundo real.

Para [Arnold et al. \(2011\)](#), um aspecto importante dessas metodologias é o seu ênfase na aprendizagem colaborativa, refletindo a importância das habilidades de trabalho em equipe e comunicação em ambientes sociais e de trabalho. Ao integrar abordagens práticas e contextualizadas, preparam os estudantes para aplicar seus conhecimentos de maneira eficaz. Além disso, a motivação e o compromisso aumentam por meio de abordagens dinâmicas e atraentes, utilizando tecnologia educativa e promovendo a participação ativa.

Finalmente, [Correa et al. \(2019\)](#) apontam que a atualização constante dessas metodologias contribui para manter a educação relevante e equipa os estudantes com habilidades pertinentes em um ambiente em constante evolução. Em conjunto, as metodologias educativas inovadoras são fundamentais para proporcionar uma educação integral e preparar os estudantes para o sucesso na sociedade contemporânea.

Por isso, di [Pasquo et al. \(2020\)](#) destacam que a aplicação de metodologias educativas a partir da perspectiva da teoria do conhecimento de Maturana e Varela para o ensino das ciências naturais representa uma abordagem inovadora e transformadora no âmbito educativo. Essa teoria, conhecida como a biologia do conhecimento, sustenta que o conhecimento não é uma cópia direta da realidade, mas uma construção ativa que surge da interação entre o organismo e o seu ambiente.

Para [Méndez \(2018\)](#) e [Mendoza & Godoy \(2016\)](#), com base nessa fundamentação, as metodologias educativas se concentram em fomentar a participação ativa do estudante na construção de seu próprio conhecimento. Promove-se uma aprendizagem significativa, onde os estudantes não apenas absorvem informações, mas participam de experiências práticas que lhes permitem construir sua compreensão das ciências naturais. Da mesma forma, [Toro & Vega \(2021\)](#) expõem que a aplicação dessa teoria no ensino das ciências naturais implica o desenho de atividades e recursos que estimulem a curiosidade, a exploração e o questionamento. Busca-se criar um ambiente educativo que reflita a complexidade e a interconexão dos fenômenos naturais, permitindo aos estudantes desenvolver uma compreensão profunda e contextualizada.

Segundo [Jové \(2022\)](#), é importante que os processos educativos da biologia sejam convergentes com os princípios da teoria do conhecimento de Maturana e Varela, já que esses autores propõem a adaptabilidade e flexibilidade na aplicação dessas metodologias, permitindo uma resposta dinâmica às necessidades e características específicas dos estudantes, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa no fascinante mundo das ciências naturais.



Considerando os pontos apresentados anteriormente, este estudo se concentrou em analisar as possibilidades que a teoria do conhecimento de Maturana e Varela oferece para o desenvolvimento de metodologias educativas no ensino das ciências naturais.

## Metodologia

O estudo busca melhorar os processos de ensino das ciências naturais, propondo analisar as possibilidades que a teoria do conhecimento de Maturana e Varela oferece para o desenvolvimento de metodologias educativas no ensino das ciências naturais. Destaca-se que o estudo foi inicialmente dirigido a 12 docentes da área de ciências naturais, responsáveis pelos processos de ensino, aos quais foi apresentado o plano de ação para que o implementassem em suas aulas de física, química e biologia. Para isso, foi selecionada uma turma de 36 estudantes de três seções (A, B e C) da Unidade Educativa José Antonio Almarza, no estado de Zulia, município de Mara. Nesse sentido, o passo inicial foi a ação docente em busca da consolidação da compreensão dos textos, conforme os interesses e necessidades do aprendiz.

Referente a isso, foi elaborado um plano de ação que partiu de um diagnóstico, realizado para obter informações sobre as necessidades reais no ensino das ciências naturais. Portanto, foi necessário buscar informações em seu contexto real. Nesse sentido, trabalhou-se mediante a modalidade de projeto factível, criando um modelo operacional acessível para solucionar a problemática estudada (Hurtado, 2015).

Dessa forma, adotaram-se os procedimentos do método de Pesquisa-Ação-Participativa (IAP), definido por Rojas (2002) como uma abordagem metodológica que combina a pesquisa social com a ação social. Trata-se de um processo iterativo no qual os pesquisadores e os participantes trabalham juntos para identificar e resolver problemas sociais. Da mesma forma, para Flores (2021), é uma abordagem metodológica que integra a pesquisa e a ação com a participação ativa dos envolvidos no processo. Para Ansoleaga (2019), foca-se em abordar problemas específicos em contextos práticos mediante a colaboração entre pesquisadores e membros da comunidade.

De acordo com Scribano (2007), este método de pesquisa (IAP) está vinculado ao design de campo, desenvolvido de forma sistemática e ordenada, através de várias fases que contribuíram para alcançar os objetivos propostos. No contexto da análise das aplicações potenciais da teoria do conhecimento de Maturana e Varela no design de metodologias educativas para o ensino das ciências naturais, a Pesquisa-Ação-Participativa (IAP) se desenvolve, segundo o critério de Ansoleaga (2019), da seguinte maneira:

Na etapa de diagnóstico, pesquisadores e participantes colaboraram para identificar as dificuldades no aprendizado de ciências naturais por meio de métodos de observação e entrevistas. Essa fase incluiu a reflexão, onde os resultados do diagnóstico foram analisados conjuntamente. Na etapa de planejamento, trabalhou-se em conjunto para desenvolver um plano de ação destinado a abordar as problemáticas identificadas. Esse plano incorporou novas estratégias educativas alinhadas com a teoria do conhecimento de Maturana e Varela.



A execução do plano foi realizada em etapas, onde pesquisadores e participantes colaboraram no design e implementação de atividades educativas específicas. Finalmente, a fase de avaliação implicou a revisão e análise dos resultados do plano de ação, utilizando métodos de observação e entrevistas. Isso permitiu analisar as mudanças na aprendizagem dos estudantes através de grupos de discussão ou oficinas, encerrando assim o ciclo da IAP. Por tudo isso, é importante ressaltar que a efetividade no ensino das ciências naturais será avaliada mediante o desempenho dos estudantes, sendo que o diagnóstico parte da realidade desses (discentes).

**Tabela 1**

*Diagnóstico inicial dos docentes sobre a situação à luz da preocupação temática.*

Diagnóstico do ensino-aprendizagem das ciências naturais em estudantes do 5º ano do liceu José Antonio Almarza	
Objetivo	Identificar as possíveis causas da falta de efetividade das estratégias de ensino dos professores de ciências naturais.
Métodos	Coleta de informações sobre os seguintes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos de aprendizagem.</li> <li>• Estratégias de ensino</li> <li>• Participação dos estudantes</li> <li>• Atitudes dos estudantes.</li> </ul>
Perguntas guia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais são os objetivos de aprendizagem que os professores de ciências naturais estão tentando alcançar?</li> <li>• Esses objetivos são claros e mensuráveis?</li> <li>• Quais estratégias de ensino os professores de ciências naturais estão utilizando?</li> <li>• Essas estratégias são adequadas para os objetivos de aprendizagem?</li> <li>• Como os estudantes estão participando das aulas?</li> <li>• Os estudantes estão envolvidos nas atividades de aprendizagem?</li> <li>• Quais são as atitudes dos estudantes em relação às ciências naturais?</li> <li>• Os estudantes estão motivados para aprender ciências naturais?</li> </ul>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os objetivos de aprendizagem podem ser muito vagos ou difíceis de alcançar.</li> <li>• As estratégias de ensino não são adequadas para os objetivos de aprendizagem.</li> <li>• As atividades de aprendizagem não são atrativas ou desafiadoras para os estudantes.</li> <li>• Os professores não são capazes de motivar os estudantes ou de criar um ambiente de aprendizagem positivo.</li> </ul>
Conclusões	É necessário examinar as metas de aprendizagem para garantir sua clareza e mensurabilidade. Devem-se adotar táticas pedagógicas apropriadas em consonância com esses objetivos. Além disso, é preciso conceber atividades educativas que sejam atrativas e desafiadoras para os estudantes. Além disso, é imperativo cultivar habilidades de motivação e fomentar a criação de um ambiente de aprendizagem positivo.

*Nota:* Elaboração própria (2024).

Os educadores de ciências naturais exibiram carências que impactaram a efetividade de seus métodos de ensino. Entre as causas fundamentais, destaca-se a falta de precisão nos objetivos





de aprendizagem. A clareza e a mensurabilidade desses objetivos são essenciais para planejar estratégias de ensino adequadas. Se os objetivos forem ambíguos ou difíceis de alcançar, é provável que as estratégias resultem ineficazes.

Além disso, outro fator determinante que se evidenciou foi o uso de estratégias de ensino inadequadas. Essas estratégias devem se alinhar adequadamente com os objetivos de aprendizagem para garantir a efetividade do processo. A inadequação das estratégias leva a uma deficiência na aquisição de conceitos ou habilidades por parte dos estudantes.

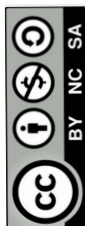
Da mesma forma, o design de atividades de aprendizagem pouco atrativas ou desafiadoras também emerge como uma causa proeminente. Essas atividades devem cativar e desafiar os estudantes para manter sua motivação e compromisso com a aprendizagem. Se as atividades carecem desses elementos, é provável que os estudantes não participem ativamente no processo educativo.

Adicionalmente, a carência de habilidades em motivação e na criação de um ambiente de aprendizagem positivo por parte dos docentes se revela como um elemento crucial. Os educadores devem ser capazes de inspirar os estudantes e fomentar um ambiente positivo para estimular o desejo de aprender. A ausência dessas habilidades pode resultar em uma falta de motivação por parte dos estudantes. É imperativo que os docentes de ciências naturais reconheçam essas causas e se esforcem para aperfeiçoar suas estratégias de ensino.

Tabela 2

*Diagnóstico dos estudantes*

Diagnóstico do ensino-aprendizagem das ciências naturais em estudantes do 5º ano do liceu José Antonio Almarza.	
<b>Objetivo</b>	Identificar as dificuldades que os estudantes do 5º ano do liceu José Antonio Almarza têm para aprender ciências naturais.
<b>Métodos</b>	Observação: Os pesquisadores observaram as aulas de ciências naturais dos estudantes do 5º ano do liceu José Antonio Almarza durante uma semana. Entrevistas: Os pesquisadores entrevistaram 10 estudantes do 5º ano do liceu José Antonio Almarza.
<b>Perguntas guia</b>	Quais são os conhecimentos e habilidades que os estudantes devem adquirir nas aulas de ciências naturais? Quais são as estratégias de ensino e aprendizagem que são utilizadas nas aulas de ciências naturais? Quais são as atitudes dos estudantes em relação às ciências naturais?
<b>Resultados</b>	Os resultados do diagnóstico mostram que os estudantes do 5º ano do Liceu José Antonio Almarza têm dificuldades para aprender ciências naturais. Essas dificuldades podem ser classificadas em três categorias principais: Ausência de conhecimentos prévios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Os estudantes têm dificuldades para compreender conceitos científicos complexos porque carecem dos conhecimentos e habilidades básicos necessários. Por exemplo, os estudantes têm dificuldades para compreender o conceito de evolução porque não têm um conhecimento básico de genética.</li> <li>Estratégias de ensino inadequadas: As estratégias de ensino utilizadas nas aulas de ciências naturais não são adequadas às necessidades dos estudantes. Por exemplo, os professores costumam utilizar estratégias de ensino centradas no professor, que limitam a participação ativa dos estudantes.</li> <li>Atitudes negativas em relação às ciências naturais: Os estudantes têm atitudes negativas em relação às ciências naturais, o que pode dificultar seu aprendizado. Por exemplo, os estudantes consideram que as ciências naturais são entediantes ou difíceis.</li> </ul>





<p>Conclusões</p>	<p>Os resultados do diagnóstico mostram que é necessário implementar mudanças no ensino das ciências naturais no Liceu José Antonio Almarza para abordar as dificuldades que os estudantes têm para aprender esse conteúdo. Essas mudanças devem se concentrar nos seguintes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer os conhecimentos prévios dos estudantes: Os professores devem proporcionar aos estudantes os conhecimentos e habilidades básicos necessários para compreender os conceitos científicos complexos.</li> <li>• Utilizar estratégias de ensino centradas no aluno: Os professores devem utilizar estratégias de ensino que fomentem a participação ativa dos estudantes.</li> <li>• Fomentar atitudes positivas em relação às ciências naturais: Os professores devem criar um ambiente de aprendizagem positivo e estimulante que motive os estudantes a aprender ciências naturais.</li> </ul>
-------------------	--

*Nota:* Elaboração própria (2024).

Os resultados obtidos no diagnóstico (completado com um exame escrito e outro oral, por área) indicam que os estudantes do quinto ano no Liceu José Antonio Almarza enfrentam desafios significativos na aprendizagem das ciências naturais, classificando essas dificuldades em três categorias principais. Em primeiro lugar, destaca-se a carência de conhecimentos prévios, evidenciando que os estudantes têm dificuldades para compreender conceitos científicos complexos devido à falta de conhecimentos e habilidades fundamentais. Um exemplo ilustrativo é a dificuldade em compreender o conceito de evolução, que se atribui à ausência de conhecimentos básicos em genética.

Outro aspecto relevante é a inadequação das estratégias de ensino empregadas nas aulas de ciências naturais, as quais não satisfazem as necessidades específicas dos estudantes. Um exemplo destacado é a preferência por estratégias centradas no professor, que limitam a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Além disso, identifica-se a existência de atitudes desfavoráveis em relação às ciências naturais entre os estudantes, o que pode constituir um obstáculo para seu processo de aprendizagem. Por exemplo, a percepção de que as ciências naturais são entediantes ou difíceis contribui para criar uma predisposição negativa em relação à matéria. Esses achados sublinham a necessidade de abordar essas problemáticas de maneira integral para melhorar a qualidade da aprendizagem no Liceu José Antonio Almarza.

### Planejamento de atividades

Os resultados do diagnóstico permitiram identificar as fraquezas no ensino das ciências naturais. Com base nessa informação, foram elaborados dois planos de ação: um geral e outro específico, que foram planejados para serem aplicados em um período escolar (3 meses), posteriormente em consenso com os professores de ciências naturais.



Tabela 3  
Plano de ação geral.

Diagnóstico do ensino-aprendizagem das ciências naturais em estudantes do 5º ano do liceu José Antonio Almarza			
Conceito	Atividade	Objetivo	Exemplo
Compreender como os sistemas autopoiéticos produzem suas próprias condições de existência.	Compreender como os sistemas autopoiéticos produzem suas próprias condições de existência.	<b>Autopoiese</b> Em uma aula de biologia, os estudantes podem observar um ecossistema aquático, como um lago ou um açude. Os estudantes podem registrar suas observações, como os diferentes tipos de plantas e animais que vivem no ecossistema, e depois analisar suas observações para identificar as relações entre esses organismos.	Compreender a complexidade dos ecossistemas. Desenvolver habilidades de observação e análise.  Incentivar a conscientização ambiental.
Análise de como os seres humanos se identificam a si mesmos e aos outros.	Compreender como o reconhecimento influencia a construção do conhecimento.	<b>Reconhecimento</b> Em uma aula de história, os estudantes podem analisar como os cientistas de diferentes culturas desenvolveram diferentes teorias sobre o universo. Os estudantes podem discutir como essas teorias foram influenciadas pelas crenças e valores das diferentes culturas.	Compreender a importância do contexto cultural na construção do conhecimento científico.  Desenvolver habilidades de análise crítica.  Incentivar o respeito pela diversidade cultural.
Exploração de como os seres humanos constroem estruturas cognitivas para interpretar e compreender o mundo.	Compreender como as estruturas cognitivas influenciam a construção do conhecimento.	<b>Estruturas cognitivas</b> Em uma aula de física, os estudantes podem discutir como as teorias científicas mudam à medida que novas informações são desenvolvidas. Os estudantes podem analisar como as novas teorias se baseiam nas teorias existentes, mas também introduzem novos conceitos e formas de pensar.	Compreender a natureza dinâmica do conhecimento científico.  Desenvolver habilidades de pensamento crítico.  Incentivar a curiosidade científica.
Análise de como o conhecimento se constrói a partir da experiência	Compreender como o conhecimento é sempre contextual e relativo.	<b>Conhecimento</b> Em uma aula de ciências sociais, os estudantes podem analisar como as diferentes culturas desenvolveram diferentes conhecimentos sobre a natureza. Os estudantes podem discutir como esses conhecimentos se baseiam nas experiências das diferentes culturas com o mundo natural.	Compreender a importância do contexto cultural na construção do conhecimento científico. Desenvolver habilidades de análise crítica. Incentivar o respeito pela diversidade cultural.

Nota: Elaboração própria (2024).



Estas atividades foram adaptadas ao nível educativo do 5º ano do ensino médio e a diferentes temas das ciências naturais. Seu objetivo foi promover a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, a construção colaborativa do conhecimento e a reflexão sobre a prática educativa.

Nesse sentido, na aula de física, os estudantes foram convidados a observar um pêndulo em movimento. Os estudantes registraram os dados do movimento do pêndulo e, em seguida, analisaram-nos para identificar as leis que regem seu movimento. Isso também promoveu a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, já que eles coletaram seus próprios dados e os analisaram. Ao mesmo tempo, compartilharam suas observações e conclusões com seus colegas.

Enquanto isso, na aula de biologia, os estudantes foram convidados a trabalhar em grupos para realizar uma pesquisa sobre um ecossistema de recifes de coral. Os estudantes podem coletar informações sobre os diferentes componentes do ecossistema e, em seguida, analisá-las para identificar as relações entre esses componentes. Essa atividade promove a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, pois eles precisam investigar e analisar as informações. Além disso, essa atividade promove a construção colaborativa do conhecimento, já que os estudantes precisam trabalhar juntos para coletar e analisar as informações.

Da mesma forma, na aula de química, os estudantes foram convidados a realizar um experimento para investigar o comportamento de uma substância química. Os estudantes podem registrar os dados do experimento e, em seguida, analisá-los para identificar as propriedades da substância química. Essa atividade promove a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, pois eles precisam projetar e realizar o experimento. Além disso, essa atividade promove a construção colaborativa do conhecimento, pois os estudantes podem compartilhar suas observações e conclusões com seus colegas.

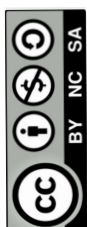
Com base no exposto, foi proposta uma série de atividades que fazem parte do plano de ação a ser executado com os estudantes do 5º ano:

**Tabela 4**  
*Plano detalhado das atividades propostas*

Área	Atividades	Metas	Materiais	Procedimentos
Biologia	Investigação sobre um fenômeno biológico	Vincular a aprendizagem com a experiência dos estudantes.	Papel e lápis para os estudantes.  Um fenômeno biológico para investigar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta o fenômeno biológico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para investigar o fenômeno.</li> <li>• Os estudantes realizam a investigação na sala de aula ou no campo.</li> <li>• Os estudantes apresentam os resultados de sua investigação em sala de aula.</li> </ul>



Área	Atividades	Metas	Materiais	Procedimientos
Biología	Desenho de um experimento biológico	Promover a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem	Materiais para realizar o experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta um problema científico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para desenhar um experimento para resolver o problema.</li> <li>• Os estudantes realizam o experimento.</li> <li>• Os estudantes analisam os resultados do experimento.</li> </ul>
	Criação de um modelo biológico	Promover a compreensão dos conceitos científicos.	Materiais para criar o modelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta o fenômeno biológico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para investigar o fenômeno.</li> <li>• Os estudantes realizam a investigação na sala de aula ou no campo.</li> <li>• Os estudantes apresentam os resultados de sua investigação em sala de aula.</li> </ul>
Física	Reconstrução de um experimento físico	Promover a compreensão dos conceitos científicos.	Materiais para realizar o experimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta um experimento físico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para reconstruir o experimento.</li> <li>• Os estudantes realizam o experimento.</li> <li>• Os estudantes analisam os resultados do experimento.</li> </ul>
	Desenho de um projeto científico	Promover a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.	Materiais para realizar o projeto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta um problema científico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes trabalham em grupos para projetar um projeto para resolver o problema.</li> <li>• Os estudantes realizam o projeto.</li> <li>• Os estudantes apresentam os resultados do seu projeto em sala de aula.</li> </ul>
	Participação em uma feira de ciências	Vincular a aprendizagem com a experiência dos estudantes.	Materiais para o projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os estudantes trabalham em grupos para desenvolver um projeto científico.</li> <li>• Os estudantes apresentam seus projetos em uma feira de ciências.</li> </ul>



Química	Investigação sobre uma reação química	Vincular a aprendizagem com a experiência dos estudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papel e lápis para os estudantes.</li> <li>• Uma reação química para investigar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta a reação química aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para investigar a reação.</li> <li>• Os estudantes realizam a investigação na sala de aula ou no laboratório.</li> <li>• Os estudantes apresentam os resultados da sua investigação na sala de aula.</li> </ul>
	Desenho de um experimento químico	Promover a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.	Materiais para realizar o experimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta um problema científico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para projetar um experimento para resolver o problema.</li> <li>• Os estudantes realizam o experimento.</li> <li>• Os estudantes analisam os resultados do experimento.</li> </ul>
	Criação de um modelo químico	Promover a compreensão dos conceitos científicos.	Materiais para criar o modelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor apresenta um conceito científico aos estudantes.</li> <li>• Os estudantes se dividem em grupos para criar um modelo do conceito científico.</li> <li>• Os estudantes apresentam seus modelos ao resto da classe.</li> </ul>

Nota: Elaboração própria (2024).

### Fase de Implementação

Esta fase esteve vinculada à execução e observação das atitudes dos participantes ao iniciar, desenvolver e concluir as estratégias para o ensino das ciências naturais. Ou seja, foram levadas em consideração as fases antes, durante e depois propostas. Assim, a compreensão de como os sistemas autopoieticos produzem suas próprias condições de existência implicou explorar os mecanismos que lhes permitem gerar e manter suas próprias estruturas e processos internos. O objetivo principal dessa atividade foi ampliar a compreensão dos participantes sobre a auto-organização e autopreservação de sistemas complexos, explorando as dinâmicas que sustentam sua existência autônoma.

Além disso, foi abordado o reconhecimento como um componente fundamental na construção do conhecimento, buscando entender como o ato de reconhecer, tanto a nível individual como coletivo, influencia de maneira significativa na formação e evolução do conhecimento. Esta atividade visou explorar as conexões entre a percepção, o reconhecimento e a construção ativa do entendimento em diversos contextos. Enquanto isso, a compreensão de como as estruturas cognitivas influenciam na construção do conhecimento foi um enfoque relevante, já que foram explorados os padrões e processos cognitivos que



subjazem à assimilação, interpretação e aplicação da informação, destacando a importância das estruturas cognitivas na forma como se constrói e organiza o conhecimento.

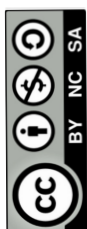
Da mesma forma, a noção de que o conhecimento é sempre contextual e relativo foi abordada, explorando os elementos que contribuem para a contextualização do conhecimento e reconhecendo sua natureza dinâmica e sua dependência de fatores situacionais. Esta atividade buscou promover a consciência da relatividade do conhecimento e sua conexão intrínseca com o ambiente e as circunstâncias particulares. Em conjunto, essas atividades contribuíram no passado para uma exploração profunda dos processos cognitivos, do reconhecimento e da auto-geração de sistemas, fomentando uma compreensão mais holística e contextualizada do conhecimento.

Nesse sentido, ao fazer referência à aplicação de estratégias na área de biologia, especificamente com a investigação sobre um fenômeno biológico, buscou-se aprofundar na compreensão de um aspecto específico da vida, seja a nível molecular, celular ou através de sistemas biológicos mais complexos. Esta atividade tinha como objetivo descobrir novos conhecimentos, responder a perguntas científicas e contribuir para o avanço do entendimento no campo da biologia. Da mesma forma, o desenho de um experimento biológico buscou aplicar o método científico para testar hipóteses e validar teorias. Através do planejamento cuidadoso de variáveis e condições controladas, pretendia-se obter dados significativos que suportassem ou refutassem a hipótese proposta. Este processo não apenas contribuiu para a investigação científica, mas também desenvolveu habilidades de design experimental e análise crítica.

Por isso, a criação das atividades na disciplina de biologia implicou a representação conceitual ou física de um sistema biológico específico, sendo utilizado para simular processos biológicos, compreender relações entre diferentes componentes ou prever o comportamento em condições específicas. Com essas atividades, buscou-se proporcionar uma ferramenta que facilitasse a compreensão e o estudo de fenômenos biológicos de maneira mais acessível e visual. Essas atividades foram implementadas durante um mês.

Em relação às atividades na área de física, a investigação sobre a reconstrução de um experimento físico buscou aprofundar o entendimento de fenômenos físicos específicos ao recriar e analisar experimentos anteriores. Essa atividade teve como objetivo principal obter uma compreensão mais detalhada dos princípios físicos envolvidos, bem como melhorar as habilidades de investigação e análise dos participantes. O desenho de um projeto científico implicou a formulação e execução de um plano estruturado para investigar e resolver questões científicas específicas. Essa atividade buscava fomentar a criatividade e a aplicação prática de conhecimentos científicos, promovendo o desenvolvimento de habilidades de design experimental, análise de dados e apresentação de resultados de maneira clara

Por isso, a criação das atividades na disciplina de biologia implicou a representação conceitual ou física de um sistema biológico específico, sendo utilizado para simular pro-



cessos biológicos, compreender relações entre diferentes componentes ou prever o comportamento em condições específicas. Com essas atividades, buscou-se proporcionar uma ferramenta que facilitasse a compreensão e o estudo de fenômenos biológicos de maneira mais acessível e visual. Essas atividades foram implementadas durante um mês.

Em relação às atividades na área de física, a investigação sobre a reconstrução de um experimento físico buscou aprofundar o entendimento de fenômenos físicos específicos ao recriar e analisar experimentos anteriores. Essa atividade teve como objetivo principal obter uma compreensão mais detalhada dos princípios físicos envolvidos, bem como melhorar as habilidades de investigação e análise dos participantes. O desenho de um projeto científico implicou a formulação e execução de um plano estruturado para investigar e resolver questões científicas específicas. Essa atividade buscava fomentar a criatividade e a aplicação prática de conhecimentos científicos, promovendo o desenvolvimento de habilidades de design experimental, análise de dados e apresentação de resultados de maneira clara e coerente. Essas atividades foram realizadas consecutivamente durante um mês.

Além disso, a participação em uma feira de ciências representou a oportunidade de comunicar e compartilhar os resultados da investigação e do projeto científico com um público mais amplo. Este evento não só buscou destacar as conquistas individuais, mas também fomentar a interação e a troca de ideias entre os participantes e a comunidade científica em geral, promovendo o interesse e a apreciação pela ciência. Em conjunto, essas atividades buscaram cultivar o pensamento científico, a investigação independente e a capacidade de comunicar efetivamente as descobertas científicas.

Em relação à área de química, as atividades foram aplicadas no período de um mês. No que diz respeito à temática das reações químicas, buscou-se aprofundar a compreensão dos processos químicos específicos por meio da análise e exploração detalhada dessas reações. Esta atividade teve como objetivo principal ampliar o conhecimento dos participantes sobre os princípios e mecanismos que regem as reações químicas, promovendo assim uma compreensão mais profunda do mundo da química. Além disso, no design de um experimento químico, foi proposto e executado um plano estruturado para investigar e explorar questões científicas específicas relacionadas a reações químicas. Esta atividade buscava fomentar a criatividade e a aplicação prática de conhecimentos químicos, desenvolvendo habilidades em design experimental, análise de dados e apresentação de resultados de maneira precisa e coerente.

Finalmente, a criação de um modelo químico, no passado, implicou a representação conceitual ou física de um sistema químico específico. Este modelo foi utilizado para simular processos químicos, compreender relações entre diferentes componentes e prever o comportamento em condições específicas. A atividade tinha como propósito fornecer uma ferramenta que facilitasse a compreensão e o estudo de fenômenos químicos de maneira





mais acessível e visual. Em conjunto, essas atividades contribuíram para cultivar o pensamento científico, a investigação independente e a capacidade de aplicar e comunicar efetivamente os conhecimentos adquiridos no âmbito químico.

## Fase de Avaliação

Esta fase permitiu ao pesquisador a interpretação, explicação e conclusões das atividades executadas. Esta avaliação foi realizada com o objetivo de analisar as possibilidades oferecidas pela teoria do conhecimento de Maturana e Varela para o desenvolvimento de metodologias educativas no ensino das ciências naturais. Assim, depois de aplicar cada fase e, sobretudo, cumprir com a planificação das atividades nas áreas de biologia, física e química, estabeleceram-se novos critérios de ensino baseados no progresso dos estudantes.

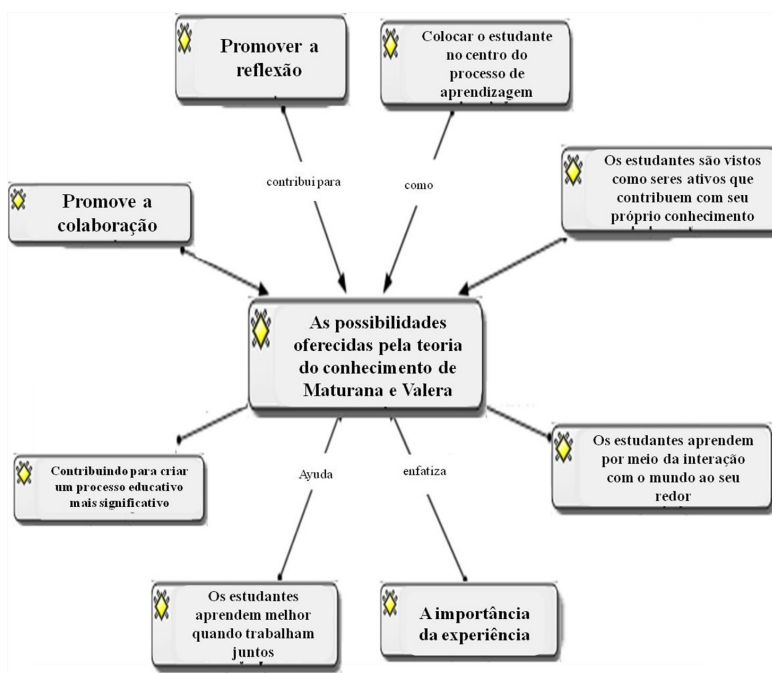
Por isso, após a aplicação do plano de ação, os docentes foram avaliados por meio de entrevistas, enquanto que os estudantes foram submetidos a um exame escrito e oral, o qual foi analisado para identificar áreas de melhoria.

## Resultados

A seguir, são apresentadas as categorias emergentes das entrevistas realizadas com os docentes, as quais foram interpretadas de maneira geral pelo pesquisador.

Figura 1

*Possibilidades que oferece a teoria do conhecimento de Maturana e Varela*



Nota: Rede semântica Atlas Ti. Elaboração própria (2024).



A seguir, são apresentadas as categorias emergentes das entrevistas realizadas com os docentes, as quais foram interpretadas de maneira geral pelo pesquisador.

Na Figura 1, são apresentadas as categorias que surgiram do discurso dos docentes entrevistados, demonstrando que, segundo eles, a metodologia baseada na teoria do conhecimento de Maturana e Varela beneficiou o processo educativo de várias maneiras. Principalmente porque coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem. De acordo com os docentes de ciências naturais que participaram da aplicação do plano de ação, posicionar o estudante no epicentro do processo educativo, conforme a Teoria do Conhecimento de Maturana e Varela, implica um enfoque pedagógico transformador, pois, durante as atividades realizadas, observou-se que os estudantes participaram na construção do próprio conhecimento, afastando-se de enfoques tradicionais centrados no docente.

Além disso, manifestaram que essas atividades permitiram valorizar a capacidade inata do estudante para aprender e se adaptar ao seu entorno. Isso porque o processo de ensino foi apresentado como uma experiência dinâmica e bidirecional, onde o estudante não apenas absorveu informações, mas também interagiu, questionou e construiu significados a partir de suas experiências. Ao mesmo tempo, trabalhou-se com a autorregulação e autonomia dos alunos do 5º ano, o que foi decisivo, pois isso lhes permitiu explorar, experimentar e refletir sobre os conceitos científicos de maneira ativa.

Além disso, por meio das atividades realizadas, evidenciou-se uma aprendizagem contextualizada, onde os conteúdos se vincularam com a realidade e as experiências dos estudantes. Essa conexão com o seu entorno imediato e suas vivências cotidianas facilitou uma compreensão mais profunda e significativa das temáticas tratadas. Também foi promovida a interdisciplinaridade, permitindo que os estudantes explorassem as ciências naturais de diversas perspectivas e disciplinas, enriquecendo a sua compreensão global.

Por outro lado, os professores manifestaram que os estudantes tiveram uma percepção diferente das ciências naturais, pois, ao contrastar a visão tradicional da aprendizagem, em que o professor era visto como o provedor de conhecimento e os estudantes como receptores passivos desse conhecimento, essa visão passou para um segundo plano quando eles mesmos (estudantes) guiavam os temas de estudo por meio de sua participação.

Por outra parte, os professores manifestaram que os estudantes tiveram uma percepção diferente das ciências naturais, pois, ao contrastar a visão tradicional da aprendizagem, em que o professor era visto como o provedor de conhecimento e os estudantes como receptores passivos desse conhecimento, essa visão passou a um segundo plano quando eles mesmos (estudantes) guiavam os temas de estudo por meio de sua participação.



Tudo isso porque, com a execução das atividades planejadas, os estudantes foram vistos como atores ativos na construção de seu conhecimento. Isso indica que a metodologia baseada na teoria do conhecimento de Maturana e Varela enfatiza a importância da experiência, já que cada estudante participou interagindo com o mundo ao seu redor, ou seja, com sua própria realidade. Isso denota a importância de que os estudantes tenham oportunidades de experimentar o mundo em primeira mão. Isso foi feito por meio de atividades práticas, como experimentos, projetos e visitas a campo.

Além disso, de acordo com os docentes de ciências naturais, a experiência adquiriu uma importância fundamental no contexto do ensino de biologia, química e física a partir da Teoria do Conhecimento de Maturana e Varela. Eles afirmaram que as atividades realizadas permitiram uma compreensão profunda de que a aprendizagem não é um processo isolado da realidade, mas uma construção ativa que se nutre das experiências vividas pelo estudante. Destacaram também que a experiência proporcionou o contexto significativo necessário para que os conceitos científicos adquirissem relevância e sentido. Ao integrar a teoria com a prática, os estudantes não apenas memorizaram informações, mas as compreenderam por meio de sua aplicação em situações reais. Isso contribuiu para a formação de um conhecimento mais arraigado e aplicável na vida cotidiana.

Os docentes também manifestaram que a metodologia baseada na teoria do conhecimento de Maturana e Varela promove a colaboração, já que os estudantes aprendem a trabalhar juntos. Observou-se que o trabalho em equipe para resolver problemas e compartilhar ideias ajudou a proporcionar soluções. Ficou evidente que a colaboração ajudou a desenvolver habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe, destacando a importância de promover a colaboração para que as experiências e ideias de uns favoreçam os outros.

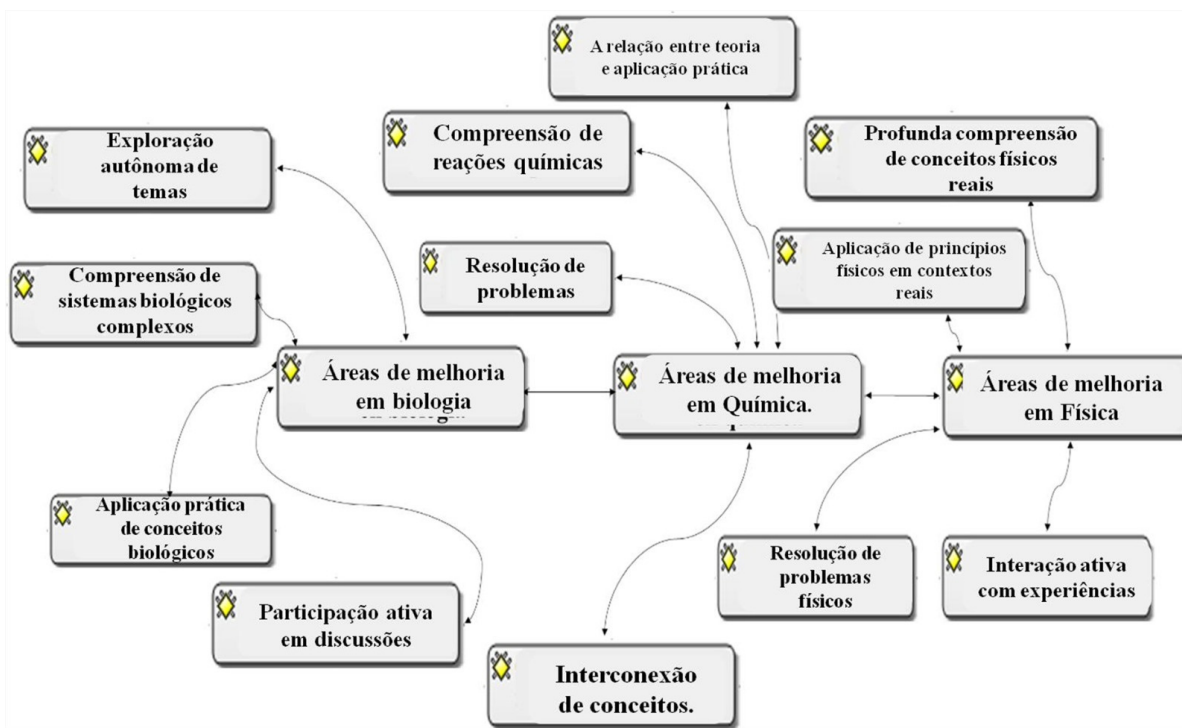
Dentro desse contexto, os professores também expuseram que as metodologias fundamentadas na Teoria do Conhecimento de Maturana e Varela permitiram fomentar a curiosidade e promover a integração de experiências emocionais positivas, o que ativou processos cognitivos mais eficazes. Além disso, estimularam a aprendizagem colaborativa, em linha com a perspectiva social da teoria, enriquecendo o intercâmbio de ideias e perspectivas, contribuindo para uma compreensão mais holística e duradoura das ciências naturais. Essa metodologia permitiu observar que os estudantes precisam de tempo para refletir sobre sua aprendizagem e como ela se relaciona com sua própria experiência. A reflexão os ajuda a compreender melhor o conhecimento que estão construindo.

Ao avaliar os estudantes em cada disciplina (biologia, química e física), foram extraídas várias categorias relacionadas aos objetivos do estudo, que se desdobraram nas partes de cada avaliação escrita e oral.



Figura 2

Áreas de melhoria nas disciplinas de física, química e biologia



Fuente: Red semántica Atlas Ti. Elaboración propia (2024).

A figura 2 mostra os resultados das avaliações aplicadas aos estudantes do 5º ano durante a implementação das atividades de biologia. Nesse sentido, os estudantes demonstraram um compromisso destacado na participação ativa em discussões, pois, através do exame oral, observou-se o esforço dos estudantes em serem um elemento dinâmico na troca de ideias. Destacou-se a disposição deles para fazer perguntas reflexivas, fornecer análises críticas e fomentar um diálogo enriquecedor que beneficiou todo o grupo.

No que diz respeito à aplicação prática de conceitos biológicos, destaca-se que esta categoria surgiu devido ao fato de os estudantes se terem imergido nas atividades e experimentos que colocaram à prova seus conhecimentos teóricos. Essa experiência permitiu-lhes não apenas compreender os conceitos a um nível superficial, mas integrá-los em situações concretas, fortalecendo assim sua compreensão e habilidades práticas no âmbito biológico.

Quanto à compreensão de sistemas biológicos complexos, as atividades levaram os estudantes a desvendar as intrincadas conexões entre os diversos elementos que compõem esses sistemas. Observou-se que dedicaram tempo a estudar detalhadamente as inter-relações e a analisar como essas conexões afetam o funcionamento global. Esse enfoque meticuloso permitiu-lhes adquirir uma perspectiva mais profunda e holística dos sistemas biológicos complexos.

Outra categoria subjacente na área de biologia foi a exploração da compreensão de sistemas



biológicos complexos, onde os estudantes demonstraram uma atitude proativa em relação ao aprendizado contínuo. Observou-se seu esforço para buscar constantemente novas fontes, sua participação em atividades extracurriculares relacionadas e sua vontade de abordar temas avançados, evidenciando seu compromisso com a expansão de seus conhecimentos no campo da biologia, bem como sua disposição para explorar as complexidades que esse campo apresenta ao vinculá-lo com sua vida cotidiana.

Ao analisar as avaliações na área de química, surgiram as seguintes categorias: resolução de problemas, onde se observou que os estudantes dedicaram esforços significativos para desenvolver suas habilidades analíticas e de resolução de problemas acadêmicos. Também participaram ativamente em exercícios práticos, evidenciando-se que cada atividade representou um desafio para abordar problemas complexos e aplicar de maneira eficaz os princípios químicos aprendidos para encontrar soluções precisas e lógicas.

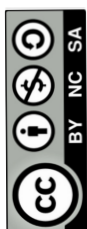
Em relação à compreensão de reações químicas, outra categoria que se destacou, observou-se que os estudantes se esforçaram para ir além da memorização superficial, trabalhando para entender as dinâmicas intrínsecas das reações, identificando os fatores que influenciam em sua disciplina e aplicando esse conhecimento para prever resultados e explicar fenômenos observados no laboratório.

Além disso, surgiu a categoria relação entre teoria e aplicação prática, onde se evidenciou que os estudantes buscaram integrar de maneira coerente os conceitos teóricos com as experiências práticas no laboratório. Com isso, evidenciou-se que seu objetivo não era apenas compreender as teorias por trás dos processos químicos, mas aplicá-las de maneira eficaz em ambientes práticos, fortalecendo sua compreensão integral da disciplina ou dos temas abordados.

Também se destacou como categoria a interconexão de conceitos, onde se observou que os estudantes trabalharam para visualizar como diferentes ideias e teorias químicas se entrelaçam. Ao mesmo tempo, exploraram as relações entre diversos conceitos, reconhecendo a importância de entender como um princípio químico pode influenciar outro e como essas conexões contribuem para uma compreensão mais profunda e global da disciplina (química).

Ao fazer a análise na disciplina de física, evidenciou-se um progresso no que diz respeito à resolução de problemas em física, observando-se um maior esforço por parte dos estudantes, que mostraram seu desejo de desenvolver suas habilidades para abordar situações complexas e derivar soluções utilizando princípios físicos. Como mostra disso, participaram ativamente na resolução de problemas práticos, sendo desafiados por exercícios que requeriam uma abordagem analítica e a aplicação precisa de fórmulas e teorias físicas.

Nesse sentido, apresentou-se a aplicação de princípios físicos em contextos reais, onde buscaram oportunidades para levar os conceitos teóricos ao mundo tangível. Para isso, envolveram-se em cada atividade proposta e em situações práticas que requeriam a aplicação direta dos princípios físicos na resolução de problemas do mundo real, fortalecendo assim sua capacidade



de vincular a teoria com aplicações concretas.

Quanto à compreensão profunda dos conceitos físicos reais, observou-se que dedicaram tempo a explorar além da superfície das teorias básicas. Eles expressaram que se concentraram em compreender as teorias fundamentais e frequentemente complexas a um nível mais profundo, reconhecendo as implicações e conexões mais amplas que essas teorias têm no panorama geral da física.

Finalmente, na interação ativa com experimentos, buscaram envolver-se diretamente na aplicação prática de conceitos físicos por meio da realização de cada uma das atividades propostas nesta área (física). Observou-se que sua participação ativa nas atividades experimentais não só demonstrou seu esforço em compreender a teoria, mas também melhorou sua habilidade para relacionar os resultados experimentais com os princípios físicos subjacentes, enriquecendo sua experiência no campo da física.

### Discussão

Ao contrastar os resultados do estudo com algumas teorias, entre elas a de Rodríguez & Torres (2003), observa-se que posicionar o estudante no centro do processo de aprendizagem é decisivo, pois implica que o indivíduo não é um simples receptor passivo de informações, mas um agente ativo na construção de seu próprio conhecimento. Esta perspectiva reflete uma mudança paradigmática em direção a uma aprendizagem mais significativa e autônoma, onde o estudante não apenas absorve dados, mas também participa ativamente na exploração e compreensão de conceitos.

Além disso, segundo Ball et al. (2014) e Hernández (2009), a participação ativa dos estudantes na construção de seu conhecimento destaca a importância de envolvê-los diretamente no processo educativo, pois, ao assumir papéis ativos, os estudantes não apenas memorizam informações, mas também desenvolvem habilidades críticas de análise e aplicação de conhecimentos, fortalecendo assim sua capacidade de compreender e reter conceitos de maneira mais eficaz.

Nesse sentido, Ruiz (2008) destaca que a interação direta de cada estudante com o mundo ao seu redor no processo de aprendizagem é fundamental para contextualizar as informações e dar-lhes relevância. Nesse sentido, Maturana & Maturana (2003) apontam que essa abordagem permite que os estudantes apliquem teorias e conceitos em situações práticas, criando conexões tangíveis entre a teoria e a realidade. A experiência prática enriquece a aprendizagem ao proporcionar uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos, destacando a importância de aprender através da ação.

Para Maturana & Dávila (2006), a colaboração e o trabalho em conjunto entre os estudantes adquirem uma importância fundamental, pois refletem a realidade do ambiente laboral e social. Aprender a trabalhar em equipe não só desenvolve habilidades sociais e de comunicação, mas também amplia a perspectiva individual ao integrar diversas experiências e abordagens. Se-





gundo Gorostiza (2021), essa colaboração não é valiosa apenas no âmbito acadêmico, mas também prepara os estudantes para futuras interações no mundo real.

De acordo com Bedoya (2023), a ativação de processos cognitivos mais eficazes destaca a importância de estimular o pensamento crítico e analítico dos estudantes. Ao fomentar a resolução de problemas, o raciocínio lógico e a aplicação prática de conhecimentos, promove-se uma aprendizagem mais profunda e duradoura. Para Ruiz (2008), essa ativação cognitiva não só melhora a retenção da informação, mas também fortalece a capacidade dos estudantes de enfrentar desafios complexos.

Dessa forma, para Jové (2022), a reflexão sobre a aprendizagem é fundamental para o ensino das ciências naturais, pois propicia a metacognição e a consciência individual sobre o próprio processo de aprendizagem. Segundo Maturana (2004), ao incentivar os estudantes a refletirem sobre como abordam e compreendem os conceitos, promove-se uma compreensão mais profunda e a capacidade de aplicar estratégias de aprendizagem mais eficazes. Daí que a reflexão também facilita a identificação de áreas de melhoria e o desenvolvimento de habilidades de autorregulação, contribuindo assim para uma aprendizagem mais autônoma e significativa.

## Conclusões

O estudo conclui que, desde a perspectiva da Teoria do Conhecimento de Maturana e Varela, as metodologias educativas apresentam melhorias fundamentais no ensino, o que implica promover a experimentação ativa. Sendo assim, os educadores podem projetar atividades que envolvam os estudantes na realização de experimentos e projetos práticos, permitindo-lhes interagir diretamente com os conceitos. Esta abordagem não só potencializa a compreensão teórica, como também empodera os estudantes ao permitir que descubram e explorem fenômenos físicos por si mesmos, cultivando assim sua autonomia no processo de aprendizagem.

Além disso, no âmbito da química, proporcionam-se melhorias transcendentais que podem ser alcançadas ao focar na aplicação prática de princípios químicos. Ou seja, a integração de metodologias que destacam a aplicação de teorias químicas na resolução de problemas do mundo real é relevante, pois, ao incentivar projetos que requerem a aplicação prática desses princípios, fortalece-se a conexão entre a teoria e a aplicação, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa da química. Esta abordagem alinha o ensino com a ideia de Maturana e Varela de que o conhecimento é construído ativamente através da ação e da experiência.

Do mesmo modo, no contexto da biologia, existem melhorias significativas, pois os estudantes podem se concentrar na interconexão de conceitos biológicos. Assim, os educadores podem projetar atividades que destaquem as inter-relações entre diversos conceitos biológicos e sistemas complexos. Dessa forma, as metodologias alinhadas com a visão de Maturana e Varela sobre a construção ativa do conhecimento promovem uma compreensão holística e contex-





tualizada de las ciencias naturales. Esto porque, al fomentar la exploración de las complejas relaciones entre diferentes aspectos biológicos, físicos y químicos, los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda y conectada de cada disciplina.

### Referências

Ansoleaga, K. (2019). *La educación rural transformadora*. 1ª edición. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL).

Arnold, M., Urquiza, A., & Thumala, D. (2011). Recepción del concepto de autopoiesis en las ciencias sociales. *Sociológica (México)*, 26(73), 87-108. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-01732011000200004&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-01732011000200004&script=sci_arttext)

Ball, S., & Gutiérrez, M., & Tallaferro D. (2014). Planteamientos epistemológicos de la obra "El árbol del conocimiento" de Humberto Maturana y Francisco Varela (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DEL ZULIA). <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/anuariodoctoradoeducacion/article/view/3863>

Bedoya, M. (2023). De la colonización hacia la decolonización en la Educación Matemática: Aportes de la liberación. *Revista Educar Mais*, 7, 506-520. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.7.2023.3335>

Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(ESPECIAL), 117-135. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>

Correa-Díaz, A., Benjumea-Arias, M., & Valencia-Arias, A. (2019). La gestión del conocimiento: Una alternativa para la solución de problemas educacionales. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 1-27. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-2.1>

De La Aldea, E. (2019). *Los cuidados en tiempos de descuido*. Chile: LOM Ediciones.

De la Fuente, J. (1997). El lenguaje desde la biología del amor. *Literatura y lingüística*, (10), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/352/35201009.pdf>

di Pasquo, F., Busan, T., Ocampo, C., Rodríguez, E., Klier, G., & Del Castillo, D. (2020). Teoría del conocimiento, ecología y problemática ambiental. *MAD*, (42), 33-44. <https://revistateoria.uchile.cl/index.php/RMAD/article/view/59297>

Flores, R. (2021). *IAP: Intensificación para la transformación social*. Portugal: Amazon Digital Services LLC - KDP Print US.

Gorostiza, A. (2021). *Humberto Maturana: biología y comunicación (Bachelor's thesis, Universidad*



Nacional de Rosario). <https://rehip.unr.edu.ar/items/0e2ef500-95a8-42f7-84b0-d2194d0669af>

Hernández, C. (2009). EL SENTIDO DE LO HUMANO EN EL CONTEXTO EDUCATIVO VENEZOLANO (VISTO DESDE LA TEORÍA DE HUMBERTO MATURANA). Facultad de Ciencias de la Educación, 3 (4) 121-136 <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/arje/arj04/art07.pdf>

Jové, M. (2022). Humberto Maturana: Ciencia, educación y democracia desde la biología del amor. Bajo palabra. *Revista de filosofía*, (30), 139-154. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8724145>

Maturana, H. (2004). *Transformación en la convivencia*. JC Sáez Editor.

Maturana, H. R., & Maturana, H. (2003). *El sentido de lo humano*. JC Sáez editor.

Maturana, H., & Davila, X. (2006). *Desde la matriz biológica de la existencia humana*. Editorial, Universidad academia de humanismo cristiano.

Maturana, H. R., Varela, F. J. (1990). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del conocimiento humano*. Chile: Debate.

Méndez, I. (2018). La teoría biológica del conocimiento como puente de articulación entre las ciencias naturales y sociales. *Humanidades Médicas*, 18(2), 176-194. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-81202018000200176&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-81202018000200176&script=sci_arttext)

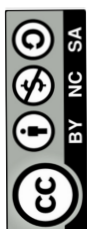
Mendoza, E., & Godoy, N. (2016). El Aprendizaje desde un enfoque holístico e integrador. *Revista Científica Teorías, Enfoques y Aplicaciones en las Ciencias Sociales*, 9(19), 39-54. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6577479>

Obando, O., Galviz, S. (2023). *Voces subjetivas diversas: Reflexiones polifónicas para la construcción de una cultura de paz*. Colombia: Universidad del Valle.

Olivo-Franco, J., & Corrales, J. (2019). De los entornos virtuales de aprendizaje: hacia una nueva praxis en la enseñanza de la matemática. *Revista Andina de Educación*, 3(1), 8-19. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-28162019000300008&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S2631-28162019000300008&script=sci_arttext)

Ortiz, A. (2015). La concepción de Maturana acerca de la conducta y el lenguaje humano. *CES Psicología*, 8(2), 182-199. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-30802015000200011%20&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-30802015000200011%20&script=sci_arttext)

Parada, A. (2023). Reflexiones para una nueva enseñanza ciudadana a partir de la Biología Cultural de Humberto Maturana. *Revista Estudios en Educación*, 6(10), 82-



98.<http://ojs.umc.cl/index.php/estudioseneducacion/article/view/289>

Rodríguez, D., & Torres, J. (2003). Autopoiesis, la unidad de una diferencia: Luhmann y Maturana. *Sociologías*, 106-140.<https://www.scielo.br/j/soc/a/FGbCQNG5DBVHjSR78fTjpVP>

Rojas, R. (2002). *Investigación Acción en el aula. Enseñanza-aprendizaje de la metodología* Editorial Plaza y Valdés, S.A.

Ruiz, G. (2008). Reflexiones y definiciones desde la teoría biológica del conocimiento: aprendizaje y competencia en la universidad actual. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 34(1), 199-214.<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100012>

Ruiz, Á., & Abad, J. (2019). *El lugar del símbolo: El imaginario infantil en las instalaciones de juego*. España: EDITORIAL GRAO.

Santos, A. (2022). *Lo uno y lo múltiple en la información desde la perspectiva bibliotecológica*. Editorial. Universidad Nacional Autónoma De México

Scribano, A. O. (2007). *El proceso de investigación social cualitativo*. Argentina: Librería Guadaluquivir.

Toro, S., & Vega, J. (2021). *Manifestaciones de la motricidad humana: Brotes desde el sur*. Chile: Ediciones Universidad Austral de Chile.

