

Méthodologies éducatives depuis la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour l'enseignement des sciences naturelles

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

Reçu: Février / 19 / 2024 **Révisé:** Février / 22 / 2024 **Accepté:** Avril / 4 / 2024

Comment citer: Puche, V. D. J. (2024). Méthodologies éducatives basées sur la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour l'enseignement des sciences naturelles. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, 5(10), 59-82.

* Doctorat en Éducation en Amérique Latine: Politiques Publiques et Profession Enseignante, Université Pédagogique Expérimentale Libertador (UPEL). MSc en Enseignement de la Biologie. Licencié en Éducation Biologie.



Résumé

L'étude émerge en réponse aux faibles performances et au manque d'intérêt des élèves pour la physique, la chimie et la biologie. Il a été observé que les enseignants en sciences naturelles se concentrent sur des méthodologies rigides et traditionnelles, déconnectées de la réalité des élèves. L'objectif était d'analyser les possibilités offertes par la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour le développement de méthodologies éducatives dans l'enseignement des sciences naturelles. Le paradigme socio-critique et la recherche-action participative ont été utilisés, avec des phases de diagnostic, de planification, de mise en œuvre et d'évaluation, réalisées avec des élèves de cinquième année dans les trois matières, recueillant des données auprès de 12 enseignants et élèves. L'étude conclut que la méthodologie basée sur la théorie de la connaissance a un impact positif sur les performances et la motivation des élèves. Les informations obtenues orientent les transformations dans les pratiques éducatives, revitalisant l'enseignement des sciences naturelles et renforçant l'engagement des élèves dans ces disciplines.

Mots-clés: méthodologies éducatives, théorie de la connaissance, sciences naturelles.

Resumen

El estudio surge como respuesta al bajo rendimiento y falta de interés de los estudiantes en física, química y biología. Observándose que los docentes de ciencias naturales se centran en metodologías rígidas y tradicionales, desvinculadas de la realidad de los estudiantes. El objetivo fue analizar las posibilidades que ofrece la teoría del conocimiento de Maturana y Varela para el desarrollo de metodologías educativas en la enseñanza de las ciencias naturales. Se empleó el paradigma socio-crítico y la investigación acción participativa, con fases de diagnóstico, planificación, implementación y evaluación, ejecutándose con estudiantes de 5to año en las tres asignaturas, recopilando datos de 12 docentes y estudiantes. El estudio concluye que la metodología basada en la teoría del conocimiento impacta positivamente el rendimiento y la motivación de los estudiantes. La información obtenida orienta transformaciones en prácticas educativas, revitalizando la enseñanza de ciencias naturales y fortaleciendo el compromiso estudiantil en estas disciplinas.

Palabras claves: metodologías educativas, teoría del conocimiento, ciencias naturales.

Introduction

L'homme a persisté tout au long de l'histoire dans une quête constante de connaissance, et la littérature ancienne, comme la Bible, offre une perspective fascinante sur les premières tentatives humaines pour comprendre le monde qui les entoure. La version [Reina Valera \(1960\)](#) du livre de la Genèse 3 fournit un exemple illustratif de cette enquête ancestrale.



4 Alors le serpent dit à la femme: Vous ne mourrez pas; 5 mais Dieu sait que, le jour où vous en mangerez, vos yeux s'ouvriront, et vous serez comme des dieux, connaissant le bien et le mal. 6 Et la femme vit que l'arbre était bon à manger, et qu'il était agréable à voir, et qu'il était désirable pour acquérir la sagesse; et elle prit de son fruit, et en mangea; et elle en donna aussi à son mari, qui en mangea, ainsi qu'elle.

En résumant les idées précédentes, on constate que, dans les versets de la Genèse, on explore comment les premiers êtres humains ont fait face à la tentation d'acquérir la connaissance, symbolisée par l'acte de manger de l'arbre de la connaissance du bien et du mal. Ce récit éclaire non seulement les origines de la quête de la connaissance humaine, mais pose également des questions fondamentales sur la relation entre la quête du savoir et l'éthique.

Ainsi, en examinant les racines de cette préoccupation dans la littérature ancienne, une fenêtre s'ouvre sur la compréhension des motivations humaines derrière la quête de connaissance à travers les âges. D'un point de vue éducatif, le récit de la Genèse souligne l'importance de rechercher une connaissance équilibrée qui soit étroitement liée à l'éthique. La promesse du serpent que, en mangeant de l'arbre de la connaissance, l'humanité atteindrait la sagesse et serait "comme Dieu, connaissant le bien et le mal", suggère le lien intrinsèque entre la connaissance et la capacité de discerner entre le bien et le mal.

Du point de vue de l'auteur de ce travail dans le domaine éducatif, cette histoire peut être interprétée comme un rappel de la nécessité d'une approche équilibrée dans l'acquisition de connaissances. Il ne s'agit pas simplement de rechercher la connaissance pour elle-même, mais de comprendre comment cette connaissance est liée à l'éthique et à la moralité. L'accent est mis sur le développement d'une conscience éthique en parallèle avec la quête de connaissance.

Tandis que, d'un point de vue philosophique, cela suggère que l'éducation efficace ne consiste pas seulement à accumuler de l'information, mais aussi à encourager la capacité de discerner et d'appliquer cette connaissance de manière éthique. Les éducateurs ont la responsabilité de guider les élèves vers une compréhension intégrale qui enrichit non seulement leur esprit, mais développe également leur discernement éthique.

Dans cet ordre d'idées et en essayant de contextualiser le thème central de cette étude, on trouve un résumé réalisé du point de vue du chercheur du livre "L'arbre de la connaissance : les bases biologiques de la compréhension humaine" de Humberto Maturana et Francisco Varela. On peut en déduire que ce texte se distingue comme une œuvre fondamentale dans la biologie de la connaissance. Les auteurs proposent une théorie innovante qui défie la notion traditionnelle selon laquelle la connaissance est une copie directe de la réalité. Au contraire, ils soutiennent que la connaissance est une construction émergente de l'interaction continue entre un organisme et son environnement, où les structures cognitives sont générées par des processus biologiques (Maturana et Varela, 1990).

De même, Jové (2022) considère que cette approche a eu un impact significatif sur la compré-



hension de la connaissance et a imprégné plusieurs domaines de connaissance. En particulier, en comprenant la notion de cette œuvre "L'arbre de la connaissance", on peut influencer l'éducation en modifiant la perspective sur l'apprentissage, car la théorie proposée par Maturana et Varela suggère que l'apprentissage n'est pas simplement l'accumulation d'informations, mais un processus actif de construction de connaissance.

Ainsi, [Parada \(2023\)](#) considère que ce changement de paradigme a stimulé de nouvelles méthodologies éducatives, mettant en avant la participation active des étudiants, la construction collaborative de la connaissance et la réflexion sur la pratique éducative. De plus, ce texte permet au chercheur de déduire que ce livre représente une contribution pour améliorer la qualité de l'éducation en inspirant des politiques éducatives visant à relever les normes. C'est pourquoi le chercheur considère que ce livre peut contribuer à la compréhension de l'apprentissage en tant que construction de connaissance et stimuler des changements dans la manière dont les politiques éducatives sont abordées, en favorisant des approches plus dynamiques et participatives.

Enfin, l'approche des méthodologies éducatives à partir de la théorie de la connaissance de Maturana et Varela représente une perspective innovante et transformative dans le domaine de l'éducation, car le fondement de cette théorie défie les conceptions traditionnelles en proposant que la connaissance n'est pas une représentation directe de la réalité, mais une construction émergente de l'interaction entre un organisme et son environnement.

D'autre part, [Busquets et al. \(2016\)](#) soulignent que les méthodologies éducatives innovantes doivent être orientées vers une approche participative et dynamique, mettant en avant la participation active de l'étudiant dans la construction de sa propre connaissance. Pour [Santos \(2022\)](#), les méthodologies éducatives doivent être alignées sur l'idée de promouvoir une connaissance fonctionnelle, décrivant la capacité inhérente des systèmes vivants à produire et maintenir leurs propres conditions d'existence.

Selon [Ortiz \(2015\)](#), dans le contexte éducatif, cela implique de reconnaître et de promouvoir la capacité des étudiants à générer leur propre compréhension, plutôt que de simplement recevoir passivement des informations. Selon [Obando et Galviz \(2023\)](#), ces méthodologies doivent viser à créer des environnements où les étudiants peuvent s'identifier eux-mêmes et les autres, favorisant ainsi une compréhension plus profonde d'eux-mêmes et du monde qui les entoure.

Selon [Rodríguez et Torres \(2003\)](#), les processus éducatifs en classe doivent être orientés vers la construction collaborative de la connaissance, favorisant l'interaction et le dialogue entre les étudiants. L'accent mis sur la réflexion sur la pratique éducative suggère que les éducateurs doivent être des facilitateurs qui guident et soutiennent le processus d'apprentissage, plutôt que de simples transmetteurs d'informations.

En tenant compte des idées des auteurs précédemment cités, le chercheur estime qu'une approche des méthodologies éducatives innovantes basée sur la théorie de la connaissance de



Maturana et Varela stimule un changement profond dans la façon dont nous concevons l'enseignement et l'apprentissage. Il s'agit de responsabiliser les étudiants en tant que constructeurs actifs de leur connaissance, en favorisant la reconnaissance, la collaboration et la réflexion dans un environnement éducatif dynamique et participatif.

Dans cette lignée de pensée, Ruiz et Abad (2019) considèrent que les méthodologies éducatives innovantes jouent un rôle fondamental dans l'amélioration et l'adaptation du processus éducatif. Leur importance réside dans leur capacité à répondre aux besoins individuels des étudiants, en offrant une approche personnalisée qui reconnaît la diversité des styles d'apprentissage.

Selon De La Aldea (2019), en stimulant la pensée critique, ces méthodologies vont au-delà de la mémorisation, favorisant une compréhension approfondie et l'application active des connaissances. De plus, elles cultivent la créativité en défiant les étudiants à aborder les problèmes sous différents angles, favorisant des solutions originales et les préparant à relever les défis du monde réel.

Pour Arnold *et al.* (2011), un aspect important de ces méthodologies est leur accent mis sur l'apprentissage collaboratif, reflétant l'importance des compétences en travail d'équipe et en communication dans les environnements sociaux et professionnels, car en intégrant des approches pratiques et contextualisées, elles préparent les étudiants à appliquer leurs connaissances de manière efficace. De plus, la motivation et l'engagement sont accrus par des approches dynamiques et attrayantes, utilisant la technologie éducative et favorisant la participation active.

Enfin, Correa-Díaz *et al.* (2019) notent que la mise à jour constante de ces méthodologies contribue à maintenir la pertinence de l'éducation et équipe les étudiants avec des compétences pertinentes dans un environnement en évolution constante. Dans l'ensemble, les méthodologies éducatives innovantes sont essentielles pour fournir une éducation intégrale et préparer les étudiants au succès dans la société contemporaine.

C'est pourquoi, di Pasquo *et al.* (2020) soulignent que l'application de méthodologies éducatives depuis la perspective de la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour l'enseignement des sciences naturelles représente une approche innovante et transformative dans le domaine de l'éducation, car cette théorie, connue sous le nom de biologie de la connaissance, soutient que la connaissance n'est pas une copie directe de la réalité, mais une construction active qui émerge de l'interaction entre l'organisme et son environnement.

Pour Méndez (2018) et Mendoza & Godoy (2016), à partir de cette base, les méthodologies éducatives se concentrent sur la promotion de la participation active des étudiants dans la construction de leur propre connaissance. On encourage un apprentissage significatif, où les étudiants ne se contentent pas d'absorber des informations, mais participent à des expériences pratiques qui leur permettent de construire leur compréhension des sciences naturelles. De même, Toro et Vega (2021) exposent que l'application de cette théorie dans l'enseignement des



sciences naturelles implique la conception d'activités et de ressources qui stimulent la curiosité, l'exploration et le questionnement. L'objectif est de créer un environnement éducatif qui reflète la complexité et l'interconnexion des phénomènes naturels, permettant aux étudiants de développer une compréhension profonde et contextualisée.

Selon Jové (2022), il est important que les processus éducatifs en biologie convergent avec les principes de la théorie de la connaissance de Maturana et Varela, car ces auteurs proposent l'adaptabilité et la flexibilité dans l'application de ces méthodologies, ce qui permet une réponse dynamique aux besoins et aux caractéristiques spécifiques des étudiants, favorisant un apprentissage actif et significatif dans le fascinant monde des sciences naturelles.

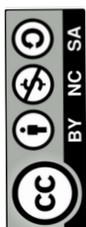
En tenant compte des propositions exposées précédemment, cette étude s'est concentrée sur l'analyse des possibilités offertes par la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour le développement de méthodologies éducatives dans l'enseignement des sciences naturelles.

Méthodologie

L'étude vise à améliorer les processus d'enseignement des sciences naturelles en proposant d'analyser les possibilités offertes par la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour le développement de méthodologies éducatives dans l'enseignement des sciences naturelles. Il convient de souligner que l'étude a initialement ciblé 12 enseignants du domaine des sciences naturelles, responsables des processus d'enseignement, à qui le plan d'action a été présenté pour qu'ils le mettent en œuvre dans leurs cours de physique, de chimie et de biologie, en sélectionnant pour cela une section de 36 étudiants de trois sections A, B et C de l'Unité Éducative José Antonio Almarza de l'État de Zulia, municipalité de Mara.

Dans ce sens, la première étape a été l'action pédagogique visant à consolider la compréhension des textes selon les intérêts et les besoins de l'apprenant. En référence à cela, un plan d'action a été conçu à partir d'un diagnostic, réalisé pour obtenir des informations sur les besoins réels en enseignement des sciences naturelles, nécessitant ainsi de rechercher des informations dans leur contexte réel. Travaillant selon la modalité du projet réalisable, un modèle opérationnel a été développé pour apporter une solution à la problématique étudiée (Hurtado, 2015).

Ainsi, les procédures de la méthode de Recherche-Action-Participation (RAP) ont été adoptées, définie par Rojas (2002) comme une approche méthodologique combinant la recherche sociale avec l'action sociale. Il s'agit d'un processus itératif dans lequel les chercheurs et les participants travaillent ensemble pour identifier et résoudre des problèmes sociaux. De même, selon Flores (2021), il s'agit d'une approche méthodologique intégrant la recherche et l'action avec la participation active des personnes impliquées dans le processus. Pour Ansoleaga (2019), elle se concentre sur la résolution de problèmes spécifiques dans des contextes pratiques grâce à la collaboration entre chercheurs et membres de la communauté.



Selon Scribano (2007), cette méthode de recherche (IAP) est liée à la conception de terrain, qui a été développée de manière systématique et ordonnée, à travers plusieurs phases qui ont contribué à atteindre les objectifs fixés. Dans le contexte de l'analyse des applications potentielles de la théorie de la connaissance de Maturana et Varela dans la conception de méthodologies éducatives pour l'enseignement des sciences naturelles, la Recherche-Action-Participation (IAP) est déployée selon le critère d'Ansoleaga (2019) de la manière suivante:

Dans la phase de diagnostic, les chercheurs et les participants ont collaboré pour identifier les difficultés dans l'apprentissage des sciences naturelles à l'aide de méthodes d'observation et d'entretiens. Cette phase comprenait également la réflexion, c'est-à-dire que les résultats du diagnostic seraient analysés conjointement. Dans la phase de planification, un plan d'action destiné à aborder les problèmes identifiés a été élaboré en collaboration. Ce plan a incorporé de nouvelles stratégies éducatives alignées sur la théorie de la connaissance de Maturana et Varela.

De même, l'exécution du plan a été considérée, menée en collaboration avec les chercheurs et les participants dans la conception et la mise en œuvre d'activités éducatives spécifiques. Enfin, la phase d'évaluation a impliqué la révision et l'analyse des résultats du plan d'action, en utilisant des méthodes d'observation et d'entretiens. Cela a permis d'analyser les changements dans l'apprentissage des étudiants à travers des groupes de discussion ou des ateliers, concluant ainsi le cycle de l'IAP. Il est donc important de souligner que l'efficacité de l'enseignement des sciences naturelles sera évaluée par les performances des étudiants, ce qui signifie que le diagnostic part de leur réalité.

Tableau 1

Diagnostic initial de la situation à la lumière de la préoccupation thématique selon les enseignants Les enseignants en sciences naturelles ont montré des lacunes qui ont eu un impact sur

Diagnostic de l'enseignement-apprentissage des sciences naturelles chez les étudiants de 5e année du lycée José Antonio Almarza	
Objectif	Identifier les causes possibles du manque d'efficacité des stratégies d'enseignement des professeurs de sciences naturelles.
Méthodes	Recueil d'informations sur les aspects suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Objectifs d'apprentissage • Stratégies d'enseignement • Participation des étudiants • Attitudes des étudiants
Questions de guide	<ul style="list-style-type: none"> • Quels sont les objectifs d'apprentissage que les professeurs de sciences naturelles cherchent à atteindre? • Ces objectifs sont-ils clairs et mesurable ? • Quelles stratégies d'enseignement utilisent les professeurs de sciences naturelles? • Ces stratégies sont-elles adaptées aux objectifs d'apprentissage? • Comment les étudiants participent-ils aux cours? • Les étudiants sont-ils impliqués dans les activités d'apprentissage? • Quelles sont les attitudes des étudiants envers les sciences naturelles? • Les étudiants sont-ils motivés pour apprendre les sciences naturelles?



Résultats	<ul style="list-style-type: none"> • Les objectifs d'apprentissage peuvent être trop vagues ou difficiles à atteindre. • Les stratégies d'enseignement ne sont pas adaptées aux objectifs d'apprentissage. • Les activités d'apprentissage ne sont pas attrayantes ou stimulantes pour les étudiants. • Les professeurs ne sont pas capables de motiver les étudiants ou de créer un environnement d'apprentissage positif.
Conclusions	Il est nécessaire d'examiner les objectifs d'apprentissage pour garantir leur clarté et leur mesurabilité. Il faut opter pour des stratégies pédagogiques appropriées en accord avec ces objectifs. De plus, il est essentiel de concevoir des activités éducatives attrayantes et stimulantes pour les étudiants. En outre, il est impératif de cultiver des compétences en matière de motivation et de favoriser la création d'un environnement d'apprentissage positif.

Note: Élaboration propre (2024).

l'efficacité de leurs méthodes d'enseignement. Parmi les causes fondamentales, on souligne le manque de précision dans les objectifs d'apprentissage. La clarté et la mesurabilité de ces objectifs sont essentielles pour planifier des stratégies d'enseignement appropriées. Si les objectifs sont ambigus ou difficiles à atteindre, il est probable que les stratégies se révèlent inefficaces.

De même, un autre facteur déterminant mis en évidence était l'utilisation de stratégies d'enseignement inappropriées. Ces stratégies doivent être correctement alignées sur les objectifs d'apprentissage pour garantir l'efficacité du processus. L'inadéquation des stratégies conduit à une déficience dans l'acquisition de concepts ou de compétences par les élèves.

De plus, la conception d'activités d'apprentissage peu attrayantes ou peu stimulantes émerge également comme une cause importante. Ces activités doivent captiver et stimuler les élèves pour maintenir leur motivation et leur engagement dans l'apprentissage. Si les activités manquent de ces éléments, il est probable que les élèves ne participent pas activement au processus éducatif.

De manière supplémentaire, le manque de compétences en motivation et en création d'un environnement d'apprentissage positif de la part des enseignants se révèle être un élément crucial. Les éducateurs doivent être capables d'inspirer les élèves et de favoriser un climat positif pour stimuler le désir d'apprendre. L'absence de ces compétences peut entraîner un manque de motivation chez les élèves. Il est impératif que les enseignants en sciences naturelles reconnaissent ces causes et s'efforcent de perfectionner leurs stratégies d'enseignement.

Tableau 2

Diagnostic initial sur les apprentissages des sciences naturelles selon les élèves

Diagnostic de l'enseignement-apprentissage des sciences naturelles chez les étudiants de 5e année du lycée José Antonio Almarza	
Objectif	Identifier les difficultés rencontrées par les élèves de 5e année du lycée José Antonio Almarza pour apprendre les sciences naturelles. Identifier les causes possibles du manque d'efficacité des stratégies d'enseignement des professeurs de sciences naturelles.
Méthodes	<ul style="list-style-type: none"> • Observation: Les chercheurs ont observé les cours de sciences naturelles des élèves de 5ème année du lycée José Antonio Almarza pendant une semaine. • Entretiens: Les chercheurs ont interviewé 10 élèves de 5ème année du lycée José Antonio Almarza.



Questions de guide	<ul style="list-style-type: none"> • Quels sont les connaissances et compétences que les étudiants doivent acquérir dans les cours de sciences naturelles ? • Quelles sont les stratégies d'enseignement et d'apprentissage utilisées dans les cours de sciences naturelles ? • Quelles sont les attitudes des étudiants envers les sciences naturelles ?
Résultats	<p>Les résultats du diagnostic montrent que les étudiants de 5e année du lycée José Antonio Almarza ont des difficultés à apprendre les sciences naturelles. Ces difficultés peuvent être classées en trois catégories principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence de connaissances préalables: Les étudiants ont des difficultés à comprendre les concepts scientifiques complexes parce qu'ils manquent des connaissances et compétences de base nécessaires. Par exemple, les étudiants ont du mal à comprendre le concept d'évolution parce qu'ils n'ont pas une connaissance de base de la génétique. • Stratégies d'enseignement inadéquates : Les stratégies d'enseignement utilisées dans les cours de sciences naturelles ne sont pas adaptées aux besoins des étudiants. Par exemple, les professeurs utilisent souvent des stratégies d'enseignement centrées sur le professeur, ce qui limite la participation active des étudiants. • Attitudes négatives envers les sciences naturelles : Les étudiants ont des attitudes négatives envers les sciences naturelles, ce qui peut entraver leur apprentissage. Par exemple, les étudiants considèrent que les sciences naturelles sont ennuyeuses ou difficiles.
Conclusions	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats du diagnostic montrent qu'il est nécessaire de mettre en œuvre des changements dans l'enseignement des sciences naturelles au lycée José Antonio Almarza pour aborder les difficultés rencontrées par les étudiants dans l'apprentissage de ce contenu. Ces changements doivent se concentrer sur les aspects suivants: • Renforcer les connaissances préalables des étudiants : Les professeurs doivent fournir aux étudiants les connaissances et compétences de base nécessaires pour comprendre les concepts scientifiques complexes. • Utiliser des stratégies d'enseignement centrées sur l'élève: Les professeurs doivent utiliser des stratégies d'enseignement qui encouragent la participation active des étudiants. • Favoriser des attitudes positives envers les sciences naturelles: Les professeurs doivent créer un environnement d'apprentissage positif et stimulant qui motive les étudiants à apprendre les sciences naturelles.

Note: Élaboration propre (2024).

Les résultats obtenus du diagnostic (complété par un examen écrit et un oral, par domaine) indiquent que les élèves de cinquième année au lycée José Antonio Almarza sont confrontés à des défis significatifs dans l'apprentissage des sciences naturelles, ces difficultés étant classées en trois catégories principales. Tout d'abord, on souligne le manque de connaissances préalables, ce qui montre que les élèves ont du mal à comprendre des concepts scientifiques complexes en raison du manque de connaissances et de compétences fondamentales. Un exemple illustratif est la difficulté de comprendre le concept d'évolution, attribuée à l'absence de connaissances de base en génétique. Un autre aspect important est l'inadéquation des stratégies d'enseignement utilisées dans les cours de sciences naturelles, qui ne répondent pas aux besoins spécifiques des élèves. Un exemple notable est la préférence pour des stratégies centrées sur l'enseignant, qui limitent la participation active des élèves au processus d'apprentissage.

De plus, l'existence d'attitudes défavorables envers les sciences naturelles parmi les élèves est identifiée, ce qui peut constituer un obstacle à leur processus d'apprentissage. Par exemple, la perception que les sciences naturelles sont ennuyeuses ou difficiles contribue à créer une prédisposition négative envers la matière. Ces résultats soulignent la nécessité d'aborder ces pro-



blèmes de manière globale pour améliorer la qualité de l'apprentissage au lycée José Antonio Almarza.

Planification des activités

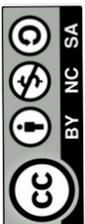
Les résultats du diagnostic ont permis de connaître les faiblesses dans l'enseignement des sciences naturelles, c'est pourquoi sur la base de ces informations, deux plans d'action ont été élaborés, l'un général et l'autre particulier, qui ont été planifiés pour être appliqués sur une période scolaire (3 mois), ensuite en accord avec les enseignants de sciences naturelles.

Tableau 3

Plan d'action général

Concept	Activité	Objectif	Exemple
Observation directe des systèmes autopoïétiques, tels que les cellules ou les écosystèmes.	Comprendre comment les systèmes autopoïétiques produisent leurs propres conditions d'existence.	Autopoïèse Dans une classe de biologie, les étudiants peuvent observer un écosystème aquatique, tel qu'un étang ou un lac. Les étudiants peuvent enregistrer leurs observations, comme les différents types de plantes et d'animaux qui vivent dans l'écosystème, puis analyser leurs observations pour identifier les relations entre ces organismes.	Comprendre la complexité des écosystèmes. Développer des compétences d'observation et d'analyse. Encourager la conscience environnementale.
Analyse de la façon dont les êtres humains s'identifient eux-mêmes et les autres.	Comprendre comment la reconnaissance influence la construction du savoir.	Reconnaissance Dans une classe d'histoire, les étudiants peuvent analyser comment les scientifiques de différentes cultures ont développé différentes théories sur l'univers. Les étudiants peuvent discuter de la manière dont ces théories ont été influencées par les croyances et les valeurs des différentes cultures.	Comprendre l'importance du contexte culturel dans la construction du savoir scientifique. Développer des compétences d'analyse critique. Encourager le respect de la diversité culturelle.
Exploration de la façon dont les êtres humains construisent des structures cognitives pour interpréter et comprendre le monde.	Comprendre comment les structures cognitives influencent la construction du savoir.	Structures cognitives Dans une classe de physique, les étudiants peuvent discuter de la façon dont les théories scientifiques changent à mesure que de nouvelles informations sont découvertes. Les étudiants peuvent analyser comment les nouvelles théories se basent sur les théories existantes, mais introduisent également de nouveaux concepts et de nouvelles façons de penser.	Comprendre la nature dynamique du savoir scientifique. Développer des compétences de pensée critique. Encourager la curiosité scientifique.
Analyse de la manière dont la connaissance se construit à partir de l'expérience.	Comprendre comment la connaissance est toujours contextuelle et relative.	Connaissance Dans un cours de sciences sociales, les étudiants peuvent analyser comment les différentes cultures ont développé différentes connaissances sur la nature. Les étudiants peuvent discuter de la façon dont ces connaissances se sont basées sur les expériences des différentes cultures avec le monde naturel.	Comprendre l'importance du contexte culturel dans la construction des connaissances scientifiques. Développer des compétences d'analyse critique. Encourager le respect de la diversité culturelle..

Note: Élaboration propre (2024).



Ces activités ont été adaptées au niveau éducatif de la cinquième année du lycée et à différents thèmes des sciences naturelles. Leur objectif était de promouvoir la participation active des élèves dans le processus d'apprentissage, la construction collaborative des connaissances et la réflexion sur la pratique éducative.

Dans ce sens, en classe de physique, les élèves ont été invités à observer un pendule en mouvement. Ils ont enregistré les données du mouvement du pendule, puis les ont analysées pour identifier les lois qui régissent son mouvement. Cela a également favorisé la participation active des élèves au processus d'apprentissage, car ils ont recueilli leurs propres données et les ont analysées. En même temps, ils ont confronté leurs observations et conclusions avec leurs camarades.

Tandis qu'en classe de biologie, les élèves ont été invités à travailler en groupe pour mener une recherche sur un écosystème de récifs coralliens. Les élèves ont pu recueillir des informations sur les différents composants de l'écosystème, puis les analyser pour identifier les relations entre ces composants.

Cette activité favorise la participation active des élèves au processus d'apprentissage, car ils doivent mener des recherches et analyser les informations. De plus, elle favorise la construction collaborative des connaissances, car les élèves doivent travailler ensemble pour recueillir et analyser les informations.

De même, en classe de chimie, les élèves ont été invités à réaliser une expérience pour étudier le comportement d'une substance chimique. Ils ont pu enregistrer les données de l'expérience, puis les analyser pour identifier les propriétés de la substance chimique.

Cette activité favorise la participation active des élèves au processus d'apprentissage, car ils doivent concevoir et réaliser l'expérience. De plus, elle favorise la construction collaborative des connaissances, car les élèves peuvent partager leurs observations et conclusions avec leurs camarades.

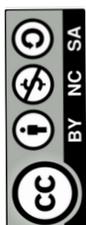
Sur la base de ce qui précède, une série d'activités ont été proposées dans le cadre du plan d'action à mettre en œuvre avec les élèves de cinquième année:

Tableau 4
Plan détaillé des activités proposées

Zone	Activités	Objectif	Matériaux	Procédures
Biologie	Investigation sur un phénomène biologique	Lier l'apprentissage à l'expérience des étudiants.	Papier et crayon pour les étudiants. Un phénomène biologique à investiguer.	<ul style="list-style-type: none"> Le professeur présente le phénomène biologique aux étudiants. Les étudiants se divisent en groupes pour enquêter sur le phénomène. Les étudiants réalisent l'enquête en classe ou sur le terrain. Les étudiants présentent les résultats de leur enquête en classe.



Zone	Activités	Objectif	Matériaux	Procédures
Biologie	Conception d'une expérience biologique	Promouvoir la participation active des étudiants dans le processus d'apprentissage	Matériaux pour réaliser l'expérience	<ul style="list-style-type: none"> Le professeur présente un problème scientifique aux étudiants. Les étudiants se divisent en groupes pour concevoir une expérience afin de résoudre le problème. Les étudiants réalisent l'expérience. Les étudiants analysent les résultats de l'expérience.
	Création d'un modèle biologique	Promouvoir la compréhension des concepts scientifiques.	Matériaux pour créer le modèle	<ul style="list-style-type: none"> Le professeur présente un concept scientifique aux étudiants. Les étudiants se divisent en groupes pour créer un modèle du concept scientifique. Les étudiants présentent leurs modèles au reste de la classe.
Physique	Reconstruction d'une expérience physique	Promouvoir la compréhension des concepts scientifiques.	Matériaux pour réaliser l'expérience	<ul style="list-style-type: none"> Le professeur présente une expérience physique aux étudiants. Les étudiants se divisent en groupes pour reconstruire l'expérience. Les étudiants réalisent l'expérience. Les étudiants analysent les résultats de l'expérience.
	Conception d'un projet scientifique	Promouvoir la participation active des étudiants dans le processus d'apprentissage.	Matériaux pour réaliser le projet.	<ul style="list-style-type: none"> Le professeur présente un problème scientifique aux étudiants. Les étudiants travaillent en groupes pour concevoir un projet afin de résoudre le problème. Les étudiants réalisent le projet. Les étudiants présentent les résultats de leur projet en classe.
	Participation à une foire scientifique	Relier l'apprentissage à l'expérience des étudiants	Matériaux pour le projet	<ul style="list-style-type: none"> Les étudiants travaillent en groupes pour développer un projet scientifique. Les étudiants présentent leurs projets lors d'une foire scientifique.



Chimique	Recherche sur une réaction chimique	Promouvoir la participation active des étudiants dans le processus d'apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> • Papier et crayon pour les étudiants. • Une réaction chimique à étudier. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le professeur présente la réaction chimique aux étudiants. • Les étudiants se divisent en groupes pour étudier la réaction. • Les étudiants réalisent la recherche en classe ou au laboratoire. • Les étudiants présentent les résultats de leur recherche en classe.
	Conception d'une expérience chimique.	Promouvoir la participation active des étudiants dans le processus d'apprentissage	Matériaux pour réaliser l'expérience..	<ul style="list-style-type: none"> • Le professeur présente un problème scientifique aux étudiants. • Les étudiants se divisent en groupes pour concevoir une expérience afin de résoudre le problème. • Les étudiants réalisent l'expérience. • Les étudiants analysent les résultats de l'expérience.
	Création d'un modèle chimique	Promouvoir la compréhension des concepts scientifiques.	Matériaux pour créer le modèle.	<ul style="list-style-type: none"> • Le professeur présente un concept scientifique aux étudiants. • Les étudiants se divisent en groupes pour créer un modèle du concept scientifique. • Les étudiants présentent leurs modèles au reste de la classe.

Note: Élaboration propre (2024).

Phase de mise en œuvre

Cette phase était liée à l'exécution et à l'observation des attitudes des participants au début, pendant et à la fin des stratégies d'enseignement des sciences naturelles. Autrement dit, les phases avant, pendant et après proposées ont été prises en compte. Ainsi, la compréhension de la manière dont les systèmes autopoïétiques produisent leurs propres conditions d'existence a impliqué d'explorer les mécanismes qui leur permettent de générer et de maintenir leurs propres structures et processus internes. L'objectif principal de cette activité était d'approfondir la compréhension des participants sur l'auto-organisation et l'auto-perpétuation des systèmes complexes, en explorant les dynamiques qui soutiennent leur existence autonome.

De même, la reconnaissance en tant que composante fondamentale dans la construction des connaissances a été abordée, cherchant à comprendre comment l'acte de reconnaissance, tant au niveau individuel que collectif, influence de manière significative la formation et l'évolution des connaissances. Cette activité visait à explorer les liens entre la perception, la reconnaissance



et la construction active de la compréhension dans divers contextes. Alors que la compréhension de la manière dont les structures cognitives influencent la construction des connaissances était une approche pertinente, car les schémas et processus cognitifs sous-jacents à l'assimilation, l'interprétation et l'application de l'information ont été explorés, mettant en avant l'importance des structures cognitives dans la façon dont les connaissances sont construites et organisées.

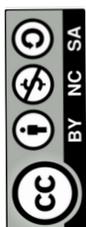
De plus, la notion selon laquelle la connaissance est toujours contextuelle et relative a été abordée, en explorant les éléments qui contribuent à la contextualisation de la connaissance et en reconnaissant sa nature dynamique et sa dépendance vis-à-vis de facteurs situationnels. Cette activité visait à promouvoir la conscience de la relativité de la connaissance et de sa connexion intrinsèque avec l'environnement et les circonstances particulières. Dans l'ensemble, ces activités ont contribué par le passé à une exploration approfondie des processus cognitifs, de la reconnaissance et de l'autogénération des systèmes, favorisant une compréhension plus holistique et contextualisée de la connaissance.

Dans ce sens, en ce qui concerne l'application de stratégies dans le domaine de la biologie, en particulier avec la recherche sur un phénomène biologique, l'objectif était de approfondir la compréhension d'un aspect spécifique de la vie, que ce soit au niveau moléculaire, cellulaire ou à travers des systèmes biologiques plus complexes. Cette activité visait à découvrir de nouvelles connaissances, à répondre à des questions scientifiques et à contribuer à l'avancement de la compréhension dans le domaine de la biologie. De même, la conception d'une expérience biologique visait à appliquer la méthode scientifique pour tester des hypothèses et valider des théories. À travers la planification minutieuse des variables et des conditions contrôlées, l'objectif était d'obtenir des données significatives qui étayeraient ou réfuteraient l'hypothèse posée. Ce processus a non seulement contribué à la recherche scientifique, mais a également développé des compétences en conception expérimentale et en analyse critique.

C'est pourquoi, la création des activités dans le domaine de la biologie impliquait la représentation conceptuelle ou physique d'un système biologique spécifique. Ils ont été utilisés pour simuler des processus biologiques, comprendre les relations entre différents composants ou prévoir le comportement dans des conditions spécifiques. À travers les activités, l'objectif était de fournir un outil qui faciliterait la compréhension et l'étude des phénomènes biologiques de manière plus accessible et visuelle. Elles ont été mises en œuvre pendant un mois.

En ce qui concerne les activités dans le domaine de la physique, la recherche sur la reconstruction d'une expérience physique visait à approfondir la compréhension de phénomènes physiques spécifiques en recréant et en analysant des expériences antérieures. L'objectif principal de cette activité était d'obtenir une compréhension plus détaillée des principes physiques impliqués, ainsi que d'améliorer les compétences en recherche et en analyse des participants. La conception d'un projet scientifique impliquait la formulation et l'exécution d'un plan structuré pour enquêter et résoudre des questions scientifiques

De plus, la participation à une foire scientifique a représenté l'opportunité de communiquer et



de partager les résultats de la recherche et du projet scientifique avec un public plus large. Cet événement visait non seulement à mettre en valeur les réalisations individuelles, mais aussi à encourager l'interaction et l'échange d'idées entre les participants et la communauté scientifique en général, favorisant ainsi l'intérêt et l'appréciation pour la science. Dans l'ensemble, ces activités visaient à cultiver la pensée scientifique, la recherche indépendante et la capacité à communiquer efficacement les découvertes scientifiques.

En ce qui concerne le domaine de la chimie, les activités ont été mises en œuvre sur une période d'un mois. En ce qui concerne le thème des réactions chimiques, l'objectif était de approfondir la compréhension des processus chimiques spécifiques par l'analyse et l'exploration détaillée de ces réactions. Cette activité visait principalement à élargir les connaissances des participants sur les principes et mécanismes régissant les réactions chimiques, favorisant ainsi une compréhension plus approfondie du monde de la chimie. De même, dans la conception d'une expérience chimique, un plan structuré a été élaboré et mis en œuvre pour enquêter et explorer des questions scientifiques spécifiques liées aux réactions chimiques. Cette activité visait à encourager la créativité et l'application pratique des connaissances chimiques, en développant des compétences en conception expérimentale, en analyse de données et en présentation précise et cohérente des résultats.

Enfin, la création d'un modèle chimique impliquait la représentation conceptuelle ou physique d'un système chimique spécifique. Ce modèle a été utilisé pour simuler des processus chimiques, comprendre les relations entre différents composants et prévoir le comportement dans des conditions spécifiques. L'activité visait à fournir un outil facilitant la compréhension et l'étude des phénomènes chimiques de manière plus accessible et visuelle. Dans l'ensemble, ces activités ont contribué à cultiver la pensée scientifique, la recherche indépendante et la capacité à appliquer et à communiquer efficacement les connaissances acquises dans le domaine de la chimie.

Phase d'évaluation

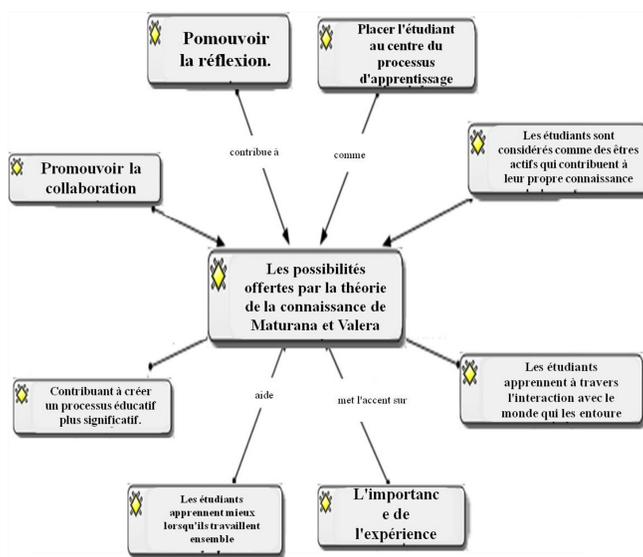
Cette phase a permis au chercheur d'interpréter, d'expliquer et de tirer des conclusions des activités menées. Cette évaluation a été réalisée dans le but d'analyser les possibilités offertes par la théorie de la connaissance de Maturana et Varela pour le développement de méthodologies éducatives dans l'enseignement des sciences naturelles. Ainsi, après avoir appliqué chaque phase et surtout après avoir respecté la planification des activités dans les domaines de la biologie, de la physique et de la chimie, de nouveaux critères d'enseignement ont été établis en fonction des progrès des étudiants. C'est pourquoi, après avoir appliqué le plan d'action, les enseignants ont été évalués par le biais d'entretiens, tandis que les étudiants ont passé un examen écrit et oral, qui a été analysé pour identifier les domaines à améliorer.

Résultats

Les catégories émergentes des entretiens menés avec les enseignants sont présentées ci-dessous, interprétées de manière générale par le chercheur.



Figure 1
Possibilités offertes par la théorie de la connaissance de Maturana et Varela.



Note: Réseau sémantique Atlas Ti. Élaboration personnelle (2024).

Dans la figure 1, les catégories issues des discours des enseignants interrogés sont présentées, démontrant que selon ces derniers, la méthodologie basée sur la théorie de la connaissance de Maturana et Varela a bénéficié au processus éducatif de plusieurs manières. Principalement parce qu'elle place *l'étudiant au centre du processus d'apprentissage*. Selon les enseignants de sciences naturelles ayant participé à l'application du plan d'action, placer l'étudiant au cœur du processus éducatif, conformément à la Théorie de la Connaissance de Maturana et Varela, implique une approche pédagogique transformative, car il a été observé lors des activités réalisées que les étudiants ont participé à la construction de leur propre connaissance, s'éloignant des approches traditionnelles centrées sur l'enseignant.

De même, ils ont exprimé que ces activités ont permis d'apprécier la capacité innée de l'étudiant à apprendre et à s'adapter à son environnement. Cela s'explique par le fait que le processus d'enseignement leur a été présenté comme une expérience dynamique et bidirectionnelle, où l'étudiant n'a pas seulement absorbé de l'information, mais a également interagi, questionné et construit des significations à partir de ses expériences. En même temps, le travail sur l'auto-régulation et l'autonomie des élèves de cinquième année a été décisif, car cela leur a permis d'explorer, d'expérimenter et de réfléchir activement aux concepts scientifiques.

De plus, les activités réalisées ont démontré un apprentissage contextualisé, où les contenus ont été liés à la réalité et aux expériences des étudiants. Cette connexion avec leur environnement immédiat et leurs expériences quotidiennes a facilité une compréhension plus profonde et plus significative des sujets abordés. De même, l'interdisciplinarité a été promue, permettant aux étudiants d'explorer les sciences naturelles sous diverses perspectives et disciplines, enrichissant ainsi leur compréhension globale.

D'autre part, les enseignants ont affirmé que les élèves ont eu une perception différente des



sciences naturelles, car en contraste avec la vision traditionnelle de l'apprentissage, où l'enseignant était perçu comme le fournisseur de connaissances et les élèves comme des récepteurs passifs de ces connaissances, ce schéma a été relégué au second plan lorsque les élèves guidaient eux-mêmes les sujets d'étude par leur participation.

Tout cela est dû au fait que les élèves, grâce à l'exécution des activités planifiées, ont été considérés comme des *acteurs actifs dans la construction de leurs connaissances*, ce qui indique que la méthodologie basée sur la théorie de la connaissance de Maturana et Varela met l'accent sur l'importance de l'expérience, *car chaque élève a participé en interagissant avec le monde qui l'entoure*, c'est-à-dire avec sa propre réalité, ce qui souligne l'importance pour les élèves d'avoir des opportunités d'expérimenter le monde de première main. Cela a été réalisé à travers des activités pratiques, c'est-à-dire par le biais d'expériences, de projets et de visites sur le terrain qui ont été réalisés.

De même, selon les enseignants de sciences naturelles, *l'expérience a acquis une importance fondamentale* dans le contexte de l'enseignement de la biologie, de la chimie et de la physique depuis la théorie de la connaissance de Maturana et Varela. Ils ont souligné que les activités réalisées ont permis une compréhension profonde du fait que l'apprentissage n'est pas un processus isolé de la réalité, mais une construction active qui se nourrit des expériences vécues par l'élève. De plus, ils ont souligné que l'expérience a fourni le contexte significatif nécessaire pour que les concepts scientifiques acquièrent une pertinence et un sens, grâce à l'intégration de la théorie à la pratique. Les élèves n'ont pas seulement mémorisé des informations, mais les ont comprises grâce à leur application dans des situations réelles, ce qui a contribué à la formation d'une connaissance plus ancrée et applicable dans la vie quotidienne.

D'autre part, les enseignants ont exprimé que la méthodologie basée sur la théorie de la connaissance de Maturana et Varela favorise la collaboration, *car les élèves apprennent à travailler ensemble*. Il a été observé que le travail d'équipe pour résoudre des problèmes et partager des idées les a aidés à trouver des solutions. Ainsi, il a été démontré que la collaboration les a aidés à développer des compétences en pensée critique, en résolution de problèmes et en travail d'équipe, soulignant l'importance de *promouvoir la collaboration* pour que les expériences et les idées de chacun profitent aux autres.

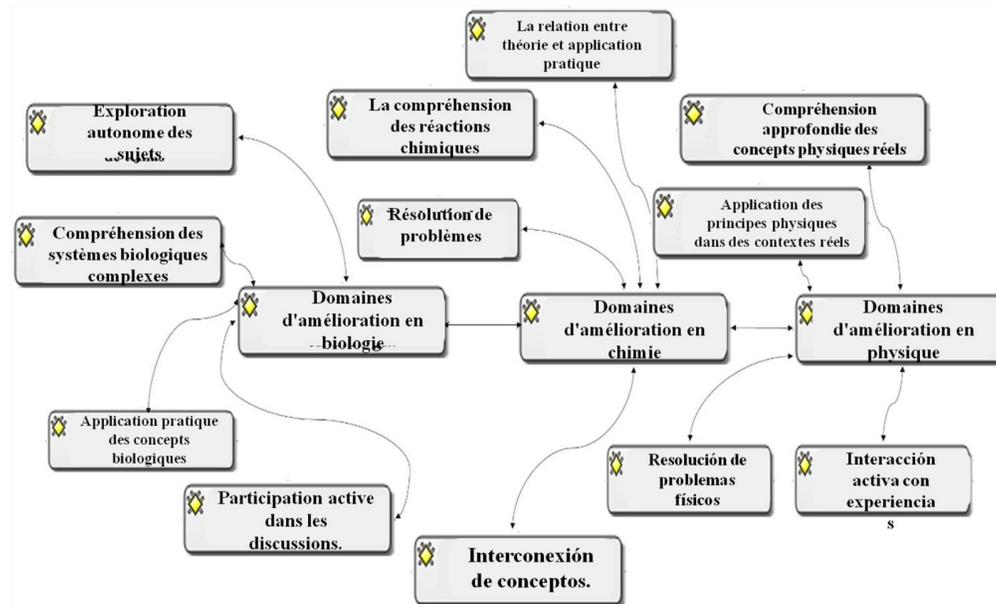
Dans le même ordre d'idées, ils ont également exposé que les méthodologies fondées sur la théorie de la connaissance de Maturana et Varela favorisent la curiosité et encouragent l'intégration d'expériences émotionnelles positives, *activant ainsi des processus cognitifs plus efficaces*. De plus, elles ont stimulé l'apprentissage collaboratif, en ligne avec la perspective sociale de la théorie, enrichissant l'échange d'idées et de perspectives, contribuant à une compréhension plus holistique et durable des sciences naturelles. Cette méthodologie a permis de constater que les élèves ont besoin de temps pour *réfléchir à leur apprentissage* et à comment il se rapporte à leur propre expérience. La réflexion les aide à mieux comprendre les connaissances qu'ils sont en train de construire.

Maintenant, en évaluant les élèves dans chaque matière (biologie, chimie et physique), plusieurs catégories liées aux objectifs de l'étude ont été extraites, lesquelles ont été décomposées dans les parties de chaque évaluation écrite et orale:



Figure 2

Domaines à améliorer dans les matières de physique, chimie et biologie



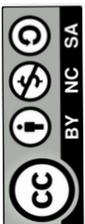
Note: Réseau sémantique Atlas Ti. Élaboration personnelle (2024)

La figure 2 montre les résultats des évaluations appliquées aux élèves de cinquième année lors de la mise en œuvre des activités de biologie. Dans ce contexte, les élèves ont fait preuve d'un *engagement remarquable dans la participation active aux discussions*. En effet, lors de l'examen oral, on a pu observer les efforts des élèves pour être un élément dynamique dans l'échange d'idées. Leur disposition à poser des questions réfléchies, à fournir des analyses critiques et à encourager un dialogue enrichissant ont profité à tout le groupe.

En ce qui concerne l'*application pratique des concepts biologiques*, il convient de souligner que cette catégorie émerge car les étudiants se sont investis dans les activités et les expériences qui ont mis à l'épreuve leurs connaissances théoriques. Cette expérience leur a permis non seulement de comprendre les concepts superficiellement, mais aussi de les intégrer dans des situations concrètes, renforçant ainsi leur compréhension et leurs compétences pratiques dans le domaine biologique.

En ce qui concerne la *compréhension des systèmes biologiques complexes*, les activités ont conduit les étudiants à démêler les connexions complexes entre les différents éléments qui composent ces systèmes. On a ainsi observé qu'ils consacraient du temps à étudier en détail les interrelations et à analyser comment elles affectent le fonctionnement global. Cette approche méticuleuse leur a permis d'acquérir une perspective plus profonde et holistique des systèmes biologiques complexes.

Une autre catégorie sous-jacente dans le domaine de la biologie était l'*exploration de la compréhension des systèmes biologiques complexes*, où ils ont démontré une attitude proactive envers l'apprentissage continu. Leur effort pour chercher constamment de nouvelles sources, leur participation à des activités parascolaires pertinentes et leur volonté d'aborder des sujets avan-



cés ont témoigné de leur engagement à étendre leurs connaissances dans le domaine de la biologie, ainsi que leur volonté d'explorer les complexités que ce domaine présente en le liant à leur vie quotidienne.

En analysant les évaluations dans le domaine de la chimie, les catégories suivantes ont émergé: *la résolution de problèmes*, où l'on a observé que les étudiants ont consacré des efforts significatifs pour développer leurs compétences analytiques et de résolution de problèmes académiques. Ils ont également participé activement à des exercices pratiques, montrant que chaque activité représentait un défi pour eux afin d'aborder des problèmes complexes et d'appliquer de manière efficace les principes chimiques appris pour trouver des solutions précises et logiques.

En ce qui concerne la *compréhension des réactions chimiques*, qui était une autre catégorie identifiée, on a pu observer que les étudiants ont cherché à aller au-delà de la simple mémorisation, en travaillant à comprendre les dynamiques intrinsèques des réactions, en identifiant ainsi les facteurs qui influent sur leur sujet et en appliquant ces connaissances pour prévoir des résultats et expliquer les phénomènes observés en laboratoire.

De plus, la catégorie de *relation entre théorie et application pratique a émergé*, où l'on a constaté que les étudiants ont cherché à intégrer de manière cohérente les concepts théoriques avec les expériences pratiques en laboratoire. Cela démontre que leur objectif n'était pas seulement de comprendre les théories derrière les processus chimiques, mais aussi de les appliquer de manière efficace dans des environnements pratiques, renforçant ainsi leur compréhension globale de la matière ou des sujets abordés.

Une autre catégorie extraite était *l'interconnexion des concepts*, où l'on a observé que les étudiants ont travaillé pour visualiser comment différentes idées et théories chimiques s'entrelacent. Il a également été démontré qu'ils ont exploré les relations entre différents concepts, reconnaissant l'importance de comprendre comment un principe chimique peut influencer les autres et comment ces connexions contribuent à une compréhension plus profonde et globale de la discipline (chimie).

En analysant la matière de physique, des progrès ont été constatés en ce qui concerne *la résolution de problèmes en physique*, avec un effort accru de la part des étudiants, qui ont montré leur désir de développer leurs compétences pour aborder des situations complexes et dériver des solutions en utilisant les principes physiques. Cela s'est illustré par leur participation active à la résolution de problèmes pratiques, où ils ont été confrontés à des exercices exigeant une approche analytique et l'application précise de formules et de théories physiques.

Dans ce contexte, *l'application des principes physiques dans des contextes réels* a été mise en avant, où les élèves ont cherché des occasions de rendre les concepts théoriques tangibles. Pour ce faire, ils se sont impliqués dans chaque activité proposée et dans des situations pratiques qui exigeaient l'application directe des principes physiques dans la résolution de problèmes du monde réel, renforçant ainsi leur capacité à relier la théorie à des applications concrètes.

En ce qui concerne la *compréhension approfondie des concepts physiques réels*, on a observé



qu'ils ont consacré du temps à explorer au-delà de la surface des théories de base. Ainsi, ils ont exprimé leur engagement à comprendre les théories physiques fondamentales, souvent complexes, à un niveau plus profond, en reconnaissant les implications et les connexions plus larges que ces théories ont dans le panorama général de la physique.

Enfin, dans leur *interaction active avec les expériences*, ils ont cherché à s'impliquer directement dans l'application pratique des concepts physiques en réalisant chacune des activités proposées dans ce domaine (physique). Ainsi, leur participation active aux activités expérimentales a non seulement démontré leurs efforts théoriques de compréhension, mais a également amélioré leur capacité à relier les résultats expérimentaux aux principes physiques sous-jacents, enrichissant ainsi leur expérience dans le domaine de la physique.

Discussion

En comparant les résultats de l'étude à certaines théories, dont celle de [Rodríguez et Torres \(2003\)](#), on constate que la position centrale de l'étudiant dans le processus d'apprentissage est décisive, car elle implique que l'individu n'est pas qu'un simple récepteur passif d'informations, mais un agent actif dans la construction de ses propres connaissances. Cette perspective reflète un changement paradigmatique vers un apprentissage plus significatif et autonome, où l'étudiant ne se contente pas d'absorber des données, mais participe également activement à l'exploration et à la compréhension de concepts.

De même, selon [Ball et al. \(2014\)](#) et [Hernández \(2009\)](#), la participation active des étudiants à la construction de leurs connaissances souligne l'importance de les impliquer directement dans le processus éducatif, car en assumant des rôles actifs, les étudiants ne mémorisent pas seulement des informations, mais développent également des compétences critiques d'analyse et d'application des connaissances, renforçant ainsi leur capacité à comprendre et à se rappeler les concepts de manière plus efficace.

Dans cette optique, [Ruiz \(2008\)](#) souligne que l'interaction directe de chaque étudiant avec le monde qui l'entoure dans le processus d'apprentissage est fondamentale pour contextualiser l'information et lui donner de la pertinence. Dans cette perspective, [Maturana & Maturana \(2003\)](#) indiquent que cette approche permet aux étudiants d'appliquer des théories et des concepts dans des situations pratiques, créant ainsi des liens tangibles entre la théorie et la réalité. L'expérience pratique enrichit l'apprentissage en fournissant une compréhension plus profonde et plus significative des concepts, soulignant l'importance d'apprendre par l'action.

Selon [Maturana et Dávila \(2006\)](#), la collaboration et le travail d'équipe entre les étudiants revêtent une importance fondamentale, car ils reflètent la réalité de l'environnement professionnel et social. Apprendre à travailler en équipe développe non seulement des compétences sociales et de communication, mais élargit également la perspective individuelle en intégrant diverses expériences et approches. Selon [Gorostiza \(2021\)](#), cette collaboration n'est pas seulement précieuse sur le plan académique, mais elle prépare également les étudiants à des interactions futures dans le monde réel.

Según [Bedoya \(2023\)](#), l'activation de processus cognitifs plus efficaces met en évidence l'im-



portance de stimuler la pensée critique et analytique des étudiants. En encourageant la résolution de problèmes, le raisonnement logique et l'application pratique des connaissances, on favorise un apprentissage plus profond et durable. Pour Ruiz (2008), cette activation cognitive améliore non seulement la rétention de l'information, mais renforce également la capacité des étudiants à relever des défis complexes.

Ainsi, selon Jové (2022), la réflexion sur l'apprentissage est fondamentale pour l'enseignement des sciences naturelles, car elle favorise la métacognition et la conscience individuelle du propre processus d'apprentissage. Selon Maturana (2004), en encourageant les étudiants à réfléchir sur la manière dont ils abordent et comprennent les concepts, on favorise une compréhension plus profonde et la capacité d'appliquer des stratégies d'apprentissage plus efficaces. Ainsi, la réflexion facilite également l'identification des domaines à améliorer et le développement des compétences d'autorégulation, contribuant ainsi à un apprentissage plus autonome et significatif.

Conclusions

L'étude conclut que, selon la perspective de la Théorie de la Connaissance de Maturana et Varela, les méthodologies éducatives présentent des améliorations fondamentales dans l'enseignement, impliquant la promotion de l'expérimentation active. Les éducateurs peuvent concevoir des activités qui impliquent les élèves dans la réalisation d'expériences et de projets pratiques, leur permettant d'interagir directement avec les concepts. Cette approche renforce non seulement la compréhension théorique, mais autonomise également les étudiants en leur permettant de découvrir et d'explorer les phénomènes physiques par eux-mêmes, cultivant ainsi leur autonomie dans le processus d'apprentissage.

De plus, dans le domaine de la chimie, des améliorations significatives peuvent être apportées en se concentrant sur l'application pratique des principes chimiques. Cela signifie intégrer des méthodologies mettant en avant l'application de théories chimiques dans la résolution de problèmes du monde réel, ce qui est pertinent car en encourageant des projets nécessitant l'application pratique de ces principes, le lien entre la théorie et l'application est renforcé, favorisant ainsi une compréhension plus profonde et significative de la chimie. Cette approche aligne l'enseignement sur l'idée de Maturana et Varela selon laquelle la connaissance est activement construite à travers l'action et l'expérience.

De même, dans le contexte de la biologie, il existe des améliorations significatives, car les élèves peuvent se concentrer sur l'interconnexion des concepts biologiques. Les éducateurs peuvent concevoir des activités mettant en avant les interrelations entre différents concepts biologiques et systèmes complexes. Ainsi, les méthodologies alignées sur la vision de Maturana et Varela de la construction active de la connaissance favorisent une compréhension holistique et contextualisée des sciences naturelles. En encourageant l'exploration des relations complexes entre différents aspects biologiques, physiques et chimiques, les élèves développent une compréhension plus profonde et connectée à chaque discipline.

References

Ansoleaga, K. (2019). *La educación rural transformadora*. Fondo Editorial de la Universidad Pe-



dagógica 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

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>

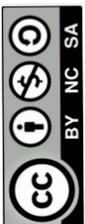
di Pasquo, F., Busan, T., Ocampo, C., Rodríguez, E., Klier, G., & Del Castillo, D. (2020). Teoría del conocimiento, ecología y problemática ambiental. *MAD*, (42), 33-44. <https://revistateoria.uchile.cl/index.php/RMAD/article/view/59297>

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

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

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

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: aprendi-



zaje 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.

