



**HAL**  
open science

# Enseignement des sciences dans différentes cultures : La formation de concepts dans une classe multiculturelle à Salgueiro, Pernambuco, Brésil

Rafael Santos de Aquino

► **To cite this version:**

Rafael Santos de Aquino. Enseignement des sciences dans différentes cultures : La formation de concepts dans une classe multiculturelle à Salgueiro, Pernambuco, Brésil. Education. Université Lumière - Lyon II; Universidade federal rural de Pernambuco (Recife, Brésil), 2022. Français. NNT : 2022LYO20062 . tel-04496136

**HAL Id: tel-04496136**

**<https://theses.hal.science/tel-04496136>**

Submitted on 8 Mar 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



N° d'ordre NNT : 2022LYO20062

THÈSE de DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2 en  
COTUTELLE avec L'UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO  
PERNAMBUCO

**École Doctorale : ED 485**

**Éducation, Psychologie, Information, Communication**

Discipline : Sciences de l'éducation

Soutenue publiquement le 20 septembre 2022 par :

**Rafael SANTOS DE AQUINO**

---

**Enseignement des sciences dans différentes cultures.**

*La formation de concepts dans une classe multiculturelle à Salgueiro,  
Pernambuco, Brésil.*

---

Devant le jury composé de :

Daniel DERIVOIS, Professeur des Universités, Université de Bourgogne, Président

Jorge Tarcisio DA ROCHA FALCAO, Professeur d'université, Universidad fed. Do Rio Grande do Norte UFRN Brésil,  
Rapporteur

Jeanne GUIET-SILVAIN, Maîtresse de conférences Hors Classe HDR, Université Paris Descartes, Rapporteuse

Edenia Maria RIBEIRO DO AMARAL, Docteure en éducation Professeure des Universités, Université Fédérale Rurale du  
Pernambuco UFRPE Brésil, Examinatrice

Alonso BEZERRA DE CARVALHO, Docteur en philosophie Professeur des Universités, Universidade Estadual Paulista  
UNESP Brésil Examineur

Janaína DE ALBUQUERQUE COUTO, Docteur en sciences biologiques Professeur des Universités, Université Fédérale  
Rurale du Pernambuco UFRPE Brésil, Examineur

Nadja ACIOLY-RÉGNIER, Professeure des Universités, Université Claude Bernard Lyon 1, Directrice de thèse

Ana CARNEIRO-LEAO, Docteure en biochimie Professeure associée, Université Fédérale Rurale du Pernambuco UFRPE  
Brésil, Co-Directrice de thèse

# Contrat de diffusion

Ce document est diffusé sous le contrat *Creative Commons* « [Paternité – pas de modification](#) » : vous êtes libre de le reproduire, de le distribuer et de le communiquer au public à condition d'en mentionner le nom de l'auteur et de ne pas le modifier, le transformer ni l'adapter.

THÈSE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON  
UNIVERSITÉ LUMIÈRE LYON 2  
École Doctorale ED 485 EPIC  
Éducation – Psychologie - Information et Communication  
Sciences de l'Éducation et de la Formation

Thèse en Régime de Cotutelle avec

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Soutenue Publiquement le 20 septembre 2022

Par Rafael SANTOS DE AQUINO

## **Enseignement des Sciences dans différentes cultures**

*La formation de concepts dans une classe multiculturelle à Salgueiro,  
Pernambuco, Brésil*

Dirigée par la Professeure Nadja Maria ACIOLY-RÉGNIER (LYON 2) et la  
Professeure Ana Maria dos Anjos CARNEIRO-LEÃO (UFRPE)

Devant le jury composé de :

Daniel DERIVOIS, Professeur des Universités, Université de Bourgogne Franche Comté – UBFC, Dijon, France  
(Président).

Nadja Maria ACIOLY-RÉGNIER, Professeure des Universités, Université Lumière Lyon2, Lyon, France  
(Directrice).

Ana Maria dos Anjos CARNEIRO-LEÃO, Professeure des Universités, Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Recife, Brésil (Directrice).

Jeanne GUIET-SILVAIN, Maîtresse de Conférences HDR, Université Paris Descartes, Paris, France  
(Rapporteuse).

Jorge Tarcísio da ROCHA FALCÃO, Professeur des Universités, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,  
Natal, Brésil (Rapporteur).

Janaína de ALBUQUERQUE COUTO, Professeure des Universités, Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Recife, Brésil (Examinatrice).

Edenia Maria RIBEIRO DO AMARAL, Professeure des Universités, Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Recife, Brésil (Examinatrice).

Alonso BEZERRA DE CARVALHO, Professeur des Universités, Universidade Estadual Paulista – UNESP,  
Marília, Brésil (Examineur).

**Année 2021-2022**

**N° d'étudiant : 5195275**

# RÉSUMÉ

L'objectif de cette recherche est d'identifier et d'analyser les impacts culturels dans la construction des concepts en biochimie dans une classe multiculturelle à partir de l'utilisation d'un dispositif pédagogique numérique d'enseignement, dans la perspective du paradigme de la complexité d'Edgar Morin. Ce dispositif, conçu dans le contexte de l'enseignement à distance imposé par la crise sanitaire de Covid-19, a pris en compte les diversités culturelles des élèves ruraux, indigènes, quilombolas et urbains dans la construction de ces concepts. Bien que notre intérêt se concentre sur l'enseignement-apprentissage de la biochimie, c'est-à-dire sur la construction de concepts que font des élèves culturellement distincts, nous jetons un regard complexe d'investigation et d'interprétation à partir de différentes perspectives multiculturelles, telles que l'influence culturelle sur les performances scolaires des élèves et l'influence multiculturelle des enseignants dans ce processus. Ces considérations nécessitent un point de vue théorique-méthodologique général qui s'appuie sur la complexité, le multiculturalisme de Candau, ainsi que la théorie historico-culturelle de Vygotsky et l'approche de la culture, de la cognition et de l'affectivité d'Acioly-Régnier. Pour les questions conceptuelles, nous avons réuni une série d'approches théoriques nécessaires à la complexité de notre objet d'étude, ce qui implique un croisement des méthodes de construction des données. La structure méthodologique a été divisée en quatre étapes, où chacune intègre des méthodes qualitatives et quantitatives, qui sont interprétées pour la compréhension de l'ensemble selon Morin. L'étude a été appliquée à l'Instituto Federal do Sertão Pernambucano, campus de Salgueiro, dans le cadre d'un Lycée Agricole. La première étape de l'enquête visait à identifier le profil type multiculturel des enseignants et les relations avec les cultures des élèves. Dans la deuxième étape, une étude quantitative avec l'analyse statistique implicative (ASI) sur les performances scolaires des élèves de 2011 à 2018 a été effectuée. Dans la troisième partie de la recherche, nous avons enquêté sur les cultures des élèves de la 4<sup>ème</sup> année du Lycée Agricole pour l'identification des particularités culturelles et pour planifier l'intervention didactique numérique dans le contexte de la crise sanitaire de Covid-19 pour l'application dans la même classe. La quatrième étape était composée de deux moments méthodologiques : le premier était le développement d'un dispositif didactique-pédagogique numérique et le second était l'analyse de la construction des concepts à travers l'application du dispositif. Les résultats ont montré que le profil multiculturel des enseignants est le profil Différentialiste, qui se caractérise par la standardisation culturelle où l'école utilise la performance académique comme moyen de sélection et exclut les cultures minoritaires et les telles que les quilombolas et les indigènes ; les particularités des différences culturelles influencent la relation des élèves avec la culture de l'école qui affecte l'apprentissage. Les représentations conceptuelles présentes dans différentes situations et leurs ensembles de significations et de signifiés favorisent la conceptualisation. La théorie des champs conceptuels fournit un outil important pour la compréhension de la conceptualisation et la généralisation à des situations de cultures extra-scolaires. Le type profil multiculturel de l'enseignant influence la construction des concepts, et cette influence se matérialisant par des évaluations scolaires qui excluent les élèves issus de cultures minoritaires. L'étude montre l'importance de la perspective interculturelle et décoloniale dans l'éducation et l'enseignement des sciences.

**Mots-clés :** Complexité dans l'Enseignement de la Biochimie, Construction de Concepts, Éducation Interculturelle, Méthodes Mixtes dans l'Éducation, Théorie des Champs Conceptuels.

**Titre :** Enseignement des Sciences dans différentes cultures : la formation de concepts dans une classe multiculturelle à Salgueiro, Pernambuco, Brésil

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi identificar e analisar os impactos culturais na construção de conceitos em bioquímica em uma sala de aula multicultural sob a utilização de um dispositivo didático pedagógico digital, na perspectiva do paradigma da complexidade de Edgar Morin. Este dispositivo, projetado no âmbito do ensino remoto imposto pela crise sanitária da Covid-19, levou em conta as diversidades culturais dos estudantes sertanejos, indígenas, quilombolas e urbanos na construção destes conceitos. Embora nosso interesse esteja focado no aprendizado da bioquímica, ou seja, na construção de conceitos que os estudantes culturalmente distintos fazem, lançamos um olhar investigativo e interpretativo complexo, a partir de diferentes perspectivas multiculturais, tais como a influência cultural no desempenho acadêmico dos estudantes e a influência multicultural dos professores neste processo. Essas considerações exigem um ponto de vista teórico-metodológico geral que se baseia na complexidade, no multiculturalismo de Candau, como também na teoria histórico-cultural de Vygotsky e na abordagem da cultura, cognição e afetividade de Acioly-Régner. Para as questões conceituais, reunimos uma série de abordagens teóricas necessárias para a complexidade de nosso objeto de estudo, o que implica em um cruzamento de métodos de construção de dados. A estrutura metodológica foi dividida em quatro partes, onde cada uma delas integra métodos qualitativos e quantitativos, os quais são interpretados conjuntamente para a compreensão do todo conforme Morin. O estudo foi aplicado no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro, no âmbito do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária. A primeira parte da investigação visou identificar o perfil multicultural dos professores e as relações com as culturas dos estudantes. Na segunda parte um estudo quantitativo com a Análise Estatística Implicativa (ASI) sobre o desempenho escolar estudantil de 2011 a 2018. Na terceira parte da pesquisa, investigamos as culturas dos estudantes do 4º ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária para a partir da identificação das peculiaridades culturais planejar a intervenção didática digital no contexto da crise sanitária de Covid-19 para a mesma turma. A quarta parte foi composta por duas etapas metodológicas: a primeira foi o desenvolvimento de um dispositivo didático-pedagógico digital e a segunda, foi a investigação da construção de conceitos pela aplicação do dispositivo. Os resultados mostraram que o perfil multicultural dos professores é o Diferencialista, que se caracteriza pela padronização cultural; que a escola utiliza o desempenho acadêmico como meio de seleção onde exclui as culturas minoritárias como quilombolas e indígenas; as particularidades das diferenças culturais influenciam a relação dos estudantes com a cultura escolar afetando a aprendizagem; as representações conceituais presentes nas diversas situações e seus conjuntos de significantes e significados favorecem a conceitualização e que a associação com a teoria dos campos conceituais promove maior consolidação da construção de conceitos e a sua generalização às situações das culturas extraescolares. O perfil multicultural do professor influencia a construção de conceitos, essa influência se materializa no desempenho escolar que exclui estudantes de culturas minoritárias. Por isso, o estudo reforça a importância da perspectiva intercultural e decolonial na educação e ensino de ciências.

**Palavras-chave:** Complexidade no Ensino de Bioquímica; Construção de Conceitos; Educação Intercultural; Métodos Mistos na Educação; Teoria dos Campos Conceituais.

**Título:** Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil.

## ABSTRACT

The objective of this research was to identify and analyze the cultural impacts on the construction of concepts in biochemistry in a multicultural classroom under the use of a digital teaching device, from the perspective of Edgar Morin's complexity paradigm. This device, designed in the context of the remote teaching imposed by the Covid-19 health crisis, took into account the cultural diversities of the Sertanejos, Indigenous, Quilombolas, and urban students in the construction of these concepts. Although our interest is focused on the learning of biochemistry, that is, the construction of concepts that culturally distinct students make, we cast a complex investigative and interpretive look from different multicultural perspectives, such as the cultural influence on students' academic performance and the multicultural influence of teachers in this process. These considerations require a general theoretical-methodological point of view that is based on complexity, Candau's multiculturalism, as well as Vygotsky's cultural-historical theory and Acioly-Régnier's approach to culture, cognition, and affectivity. For the conceptual issues, we gathered a series of theoretical approaches necessary for the complexity of our object of study, which implies a crossing of methods of data construction. The methodological structure was divided into four parts, where each part integrates qualitative and quantitative methods, which are interpreted together for the understanding of the whole according to Morin. The study was applied at the Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro campus, in the scope of the Integrated High School Technical course in Agriculture and Livestock. The first part of the research aimed to identify the multicultural profile of the teachers and the relations with the students' cultures. In the second part a quantitative study with Implicit Statistical Analysis (ISA) on student school performance from 2011 to 2018. In the third part of the research, we investigated the cultures of the students of the 4th year of the Professional High School to the Agriculture and Livestock Technical to from the identification of the cultural peculiarities plan the digital didactic intervention in the context of the health crisis of Covid-19 for the same class. The fourth part was composed of two methodological steps: the first was the development of a digital didactic-pedagogical device and the second was the investigation of the construction of concepts by applying the device. The results showed that the multicultural profile of teachers is Differentialist, which is characterized by cultural standardization; that the school uses academic performance as a means of selection where it excludes minority cultures such as Quilombolas and Indigenous people; the particularities of cultural differences influence the relationship of students with the school culture affecting learning; the conceptual representations present in various situations and their sets of meanings and significance favor conceptualization and that the association with the theory of conceptual fields promotes greater consolidation of the construction of concepts and their generalization to situations of student's cultures. The multicultural profile of the teacher influences the construction of concepts, this influence materializes in school performance that excludes students from minority cultures. Therefore, the study reinforces the importance of the intercultural and decolonial perspective in science education and teaching.

**Keywords:** Complexity in Teaching Biochemistry, Concepts Construction, Intercultural Education, Mixed Methods in Education, Concept Field Theory.

**Title:** Cross-Culture in Teaching Science: concept formation in a multicultural classroom in Salgueiro, Pernambuco, Brazil.

## REMERCIEMENTS

À ma famille, qui supporte tout, qui me soutient en tout. Comme je suis reconnaissant à l'amour que je reçois, aux conflits qui enseignent, à la main qui caresse, aux bras qui m'enlacent, au rire qui rit, au conseil qui offre, à la tristesse partagée et à la joie multipliée dans la sincérité qui se réalise. À ma femme Carla Cardoso, pour tout ce qu'elle soutient en faveur de mon rêve qui est le vôtre, je t'aime ! À mes parents, Carlos Aquino et Fernanda Santos de Aquino, pour l'amour qui ne peut être mesuré, pour le chemin parcouru, c'est sur la piste marquée sur l'herbe que j'ai été guidé, il y a plus de vous en moi que je ne peux le réaliser. Y compris l'amour réciproque, l'amour de la vie ! À ma sœur, Renata Aquino, ta compagnie m'apprend à être tolérant, à être meilleur, c'est avec toi que j'ai appris à être frère. A Hugo Raphael, compagnon que j'ai gagné. À ma belle-mère, Carmen Cardoso, votre regard transpire l'amour et la confiance qui me motivent. A mes grands-parents, *in memoriam*, Ivete Alves, Casenave Aquino, paternels ; et Edite Figueira, Severino Claudino dos Santos, maternels et surtout Grand-mère Helena Figueira et Grand-père Severino Rodrigues da Silva, grands-oncles qui m'ont donné l'essence de ce que je suis et ont planté en moi le rêve que je rêve et que je réalise. Tout est aussi pour vous. Je suis tout à fait vous !

À mes amis et à leurs familles qui sont aussi les miennes, à vous tous, à ceux qui continuent et à ceux qui ne marchent plus avec moi, mais qui sont présents pour avoir contribué à un moment ou à un autre à ma formation, à ma manière et à ma pensée. « L'ami est la famille que Dieu nous a permis de choisir » Je ne sais pas qui est l'auteur de cette phrase, mais elle m'a été dite il y a de nombreuses années par mon ami-frère Cleidson Jambo, merci de partager la vie et de me donner une belle famille et deux nièces. À Bruno Barros (Bruno Mingau) qui a aussi perpétué notre fraternité à travers de nos familles. À Almir Ferreira qui est devenu mon frère en 2007 dans le cours de Zootechnie lorsque nous avons étudié sous les soins de Tia Teca. A Cleucione Pessoa, Vinícius Sales, Flávio Augusto Mesquita (Flavinho), Professor César, David Penalva, Marcelo Assis (Morango), Itatium Gomes, Jean Santos (Mago) et beaucoup d'autres amis d'enfance et d'école de jeunesse.

Aux amis du PRU - *Projet Vers à l'Université*, où j'étais élève et aujourd'hui je suis un enseignant volontaire, en particulier à Luciana Nunes, Josinaldo Silva (Naldinho), Jéssica Mendes, Renato Teixeira, Isaque Menezes, Milena Cristina, Cristiane Barbosa, Sílvio Francisco



da Silva, Mel, Denilson Lima et Keyla Miranda. Dans cette thèse, le PRU se bat pour l'inclusion et la justice sociale par l'éducation.

Aux amis de l'IFSertãoPE qui rendent l'environnement de travail léger, agréable et instructif : Edmilson Gomes, Alciernes Alencar, Damião Paulo (in memoriam), Paulo Alvacely, Tiago Silva, Jean Carlo Alencar, Almir Ferreira Gomes, Adriana Rodrigues, Sandra Galvão (cousine et collègue), Eriverton Rodrigues, Fernanda Novaes, Gersivânia Gomes, Josenildo Forte, Flávio Júlio Costa, Francisco Leão Barros (Chico), Dirceu Arraes, Rômulo Sátiro, Rodrigo Lima, Fabiana Augusta, Azamor, Adelson Oliveira, Juliana Melo, Marcelo Anderson, Yanne Andrade, Adeísa Carvalho, Aline Pinheiro. Un merci spécial à mon ami Eric Barreto de l'IFBA, un frère que j'ai gagné, pour m'avoir enseigné et soutenu dans les moments difficiles depuis 2010.

Aux amis que j'ai gagnés au cours du doctorat à l'UFRPE, parmi lesquels je souligne Priscila Aparecida pour le soutien qu'elle m'a apporté à un moment crucial du doctorat. À Lia, pour son amitié sincère et tout le soutien qu'elle m'a apporté. Aux collègues de ma classe de doctorat, reconnaissants pour la coexistence et l'apprentissage, en particulier à Teresa, Carla, Carlos et Lourdes. Et aux amis que l'Université Lumière Lyon 2 m'a donné : Paula Virgínia Andrade, Ricardo Francelino, Xin Huang, Sussan Hurtado. A Madame Rojas pour le soutien et l'affection dont elle m'a gratifié avec la sollicitude et l'attention qui les caractérisent.

À mes directrices de thèse, la professeure Ana Maria Carneiro Leão, pour avoir cru en moi, pour avoir été mon amie et mon mentor depuis 2015, ma gratitude sera éternelle et la professeure Nadja Acioly-Régnier pour m'avoir offert une relation humaine intense de construction d'une amitié, d'apprentissage et d'affection, à vous aussi je serai éternellement reconnaissante. Aux Professeurs Vladimir et Jean-Claude Régnier, mes co-superviseurs non officiels. Combien j'ai appris de vous sur l'analyse statistique implicative (ASI), sur l'écriture scientifique, sur la culture. Vous me constituez en tant que futur chercheur et conseiller.

Je ne peux pas ne pas mentionner sur les groupes de recherches Formation des Enseignants et le Laboratoire de Recherche sur l'Enseignement des Sciences (LAPEC), qui ont contribué à ma formation académique, où je tiens à souligner les professeurs Zélia Jófili, Risonilta, Fernanda Brayner, Patrícia Barros, Verônica e Woldney.

A mes élèves de l'IFSertãoPE, pour avoir été la raison de cette thèse !

Je remercie aussi à l'IFSertãoPE pour l'octroi d'un congé à temps plein pour les études doctorales et à FACEPE pour l'octroi de la bourse.

La gratitude, c'est la porte ouverte qui ne se ferme pas, c'est la paix de la fête, c'est l'étoile qu'on ne voit pas le jour, mais qui est là qui brille.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>11</b>
<b>PARTIE 1 : CARACTÉRISATION DE LA RECHERCHE ET LE CONTEXTE.....</b>	<b>20</b>
<b>1. Thématique.....</b>	<b>20</b>
<b>2. Justificatif.....</b>	<b>20</b>
<b>3. Question de Recherche.....</b>	<b>20</b>
<b>4. Hypothèses.....</b>	<b>20</b>
4.1. Hypothèse générale théorique.....	20
4.2. Hypothèses spécifiques.....	21
<b>5. Les Objectifs.....</b>	<b>21</b>
5.1. Objectif général.....	21
5.2. Objectifs spécifiques.....	21
<b>6. Aspects contextuels.....</b>	<b>22</b>
6.1. Le chercheur-participant.....	22
6.2. La ville de Salgueiro, Pernambuco, Brésil.....	22
6.3. La formation ethnique-culturel.....	24
6.4. Institut Fédéral du Sertão Pernambucano - IFSertãoPE.....	26
6.5. Le Curriculum du Lycée Agricole.....	28
6.6. La complexité du corps enseignant de l'Instituts Fédéraux.....	29
<b>PARTIE 2 : BASE THÉORIQUE.....</b>	<b>31</b>
<b>7. Cadre Théorique.....</b>	<b>31</b>
7.1. Les paradigmes scientifiques.....	31
7.2. La théorie historico-culturelle comme base pour comprendre la construction des concepts scientifiques dans un contexte multiculturel.....	37
7.3. Théorie des champs conceptuels et perspective interculturelle.....	38
7.4. L'enseignement à distance comme solution d'urgence : un nouveau problème.....	44
7.5. Le difficile processus d'enseignement-apprentissage de la biochimie.....	47
7.6. Conceptualiser le multiculturalisme, l'interculturalisme et le transculturalisme.....	51
7.7. Franchir les frontières culturelles pour la construction des concepts.....	52

<b>PARTIE 3 : PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE .....</b>	<b>57</b>
<b>8. Base méthodologique .....</b>	<b>57</b>
8.1. Méthode d'analyse mixte .....	57
8.2. Analyse Statistique Implicative (ASI).....	60
8.3. Recherche interculturelle.....	63
8.4. Le Modèle des Multiples Perspectives - Pernambuco - MoMuP-PE en tant que proposition didactique-méthodologique .....	64
8.5. Structure méthodologique .....	65
8.5.1. Évaluation éthique de la recherche.....	65
8.5.2. Dessin méthodologique .....	65
8.6. Les particularités méthodologiques de chaque étape .....	67
8.6.1. Méthode de l'Étape 1 : le profil des enseignants.....	68
8.6.2. Méthode de l'étape 2 : hypothèses de l'influence culturelle sur les performances scolaires.....	69
8.6.3. Méthode de l'étape 3 : Recherche interculturelle.....	69
8.6.4. Méthode de l'étape 4 : La construction des concepts en Biochimie .....	71
8.6.4.1. Développement d'un dispositif numérique pour l'enseignement de la Biochimie.....	71
8.6.4.2. Application de l'intervention didactique-pédagogique numérique.....	73
<b>PARTIE 4 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>77</b>
<b>9. Étape 1 : Le Profil Multiculturel Des Enseignants.....</b>	<b>77</b>
9.1. Caractéristiques générales des enseignants .....	78
9.2. Profil multiculturel dans la pratique des enseignants.....	79
9.3. Identification des connaissances sur la culture et le multiculturalisme.....	82
9.4. Application de l'ASI sur les données du profil multiculturel des enseignants .....	83
9.5. Profil Multiculturel Différentialiste.....	87
<b>10. Étape 2 : Influence de la culture sur la performance scolaire .....</b>	<b>88</b>
<b>11. Étape 3 : Enquête interculturelle.....</b>	<b>96</b>
11.1. Culture extrascolaire.....	96
11.2. Culture scolaire .....	100
11.2.1. Préférences et goûts .....	102
11.2.2. Support familiale .....	104
11.2.3. Contexte scolaire .....	105

11.2.4. Enseignement à distance.....	107
11.2.5. Compréhension intégrée des cultures scolaires et extra-scolaires.....	111
<b>12. Étape 4 : Construction des concepts scientifiques .....</b>	<b>119</b>
12.1. Le dispositif pédagogique numérique « Sur la Route du Lait ».....	120
12.2. Favoriser la construction de concepts en situations interculturelles .....	142
12.2.1. Construction des concepts en biochimie .....	145
12.2.1.1. Activités asynchrones.....	145
12.2.1.2. Construction des concepts dans les activités asynchrones .....	147
12.2.1.3. Construction des concepts dans les activités synchrones .....	180
<b>13. LE TOUT : QUE NOUS DISENT LES ÉTAPES ? .....</b>	<b>195</b>
<b>CONSIDÉRATIONS FINALES .....</b>	<b>203</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>218</b>
<b>APPENDICE A – ARTICLES PARUS OU A PARAÎTRE DANS DES ACTES DE COLLOQUES.....</b>	<b>238</b>
<b>APPENDICE B – QUESTIONNAIRE D'IDENTIFICATION DU PROFIL MULTICULTUREL DES ENSEIGNANTS.....</b>	<b>239</b>
<b>APPENDICE C – QUESTIONNAIRE BASÉ SUR LA TRIADE D'ENQUÊTE INTERCULTURELLE (KIDMAN, YEN, ABRAMS, 2013) QUI A SERVI DE BASE À L'ENTRETIEN RÉALISÉ PAR VIDÉOCONFÉRENCE POUR L'ENQUÊTE INTERCULTURELLE DES ÉLÈVES DE L'IFSERTÃO-PE, CAMPUS SALGUEIRO .....</b>	<b>258</b>
<b>ANEXES A – AVIS SURCONSTANCIÉ D'APPROUVATION ÉTHIQUE DE LA CONEP – COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA (COMMISSION NATIONAL BRÉSILIEU D'ÉTHIQUE EN RECHERCHE) .....</b>	<b>263</b>

# INTRODUCTION

La construction des concepts scientifiques en biochimie est une thématique souvent abordée notamment dans le contexte de la didactique des sciences (Pines & West, 1986 ; Lumpe & Staver, 1995 ; Souza & Almeida, 2002 ; Melillán et al., 2006 ; Carneiro-Leão et al., 2009 ; Jófili, 2010 ; Carneiro-Leão et al., 2013 ; Couto et al., 2015 ; Couto et al., 2016 ; Santos de Aquino et al., 2017 ; Sá, 2017 ; Brayner-Lopes et al., 2018 ; Sá et al., 2018 ; Brayner-Lopes et al., 2019 ; Moul et al., 2019 ; Andrade-Monteiro et al., 2019). L'originalité de notre problématique de recherche est d'utiliser un dispositif pédagogique technique hybride conçu pour prendre en compte des variables culturelles dans le cadre de l'enseignement à distance dans un Lycée Agricole au Brésil. Ce dispositif éducatif numérique appelé « Sur la Route du Lait » avait pour objectif de conduire les élèves à la construction des concepts scientifiques plus puissants, plus larges et plus généraux, par le biais d'une scénarisation pédagogique, où l'ensemble de signifiants, de signifiés et de situations impliquées avait pour but la déconstruction de barrières culturelles et de contextes scolaires et extra-scolaires. La thématique du « lait » a été utilisée pour l'analyse des processus d'enseignement-apprentissage de la biochimie dans une perspective paradigmatique complexe pour être identifié comme un thème transversal à toutes les cultures des élèves.

Ce travail s'insère aussi dans le champ de recherches dénommé « culture, cognition, affectivité », où ces trois éléments sont indissociables pour la conceptualisation du réel. L'objectif de cette recherche est d'identifier pour analyser les impacts culturels dans la construction de concepts en biochimie dans une classe multiculturelle d'un lycée agricole au Brésil. Ce dispositif, conçu dans le cadre de l'enseignement à distance imposé par la pandémie de la Covid-19, est censé prendre en compte les diversités culturelles des élèves dans la construction de ces concepts. Pour cela, nous nous centrons dans la perspective de la complexité d'Edgar Morin (1991, 2000, 2008). Nous avons souhaité investiguer les différentes représentations de concepts de la biochimie dans une classe multiculturelle. Alors nous avons également cherché à identifier le profil multiculturel des enseignants, selon la perspective multiculturelle de Candau (2008), pour analyser la relation de l'impact interculturel sur les performances scolaires et la construction de concepts par les élèves. Nous avons travaillé avec

quatorze élèves de quatre cultures différentes (indigène<sup>1</sup>, *quilombola*, *sertanejos* et urbaine) et vingt-neuf enseignants du Lycée Agricole dans le Sertão de Pernambuco, région du Nord-Est du Brésil.

La recherche étant composée de quatre étapes investigatrices qui seront méthodologiquement détaillées dans la partie 4 et ses résultats et discussion dans la partie 5. Nous avons compté avec la participation de vingt-neuf enseignants à la première étape dans laquelle nous avons cherché à identifier leur profil multiculturel du corps des enseignant. Dans la deuxième étape, nous avons fait une étude quantitative sur 232 profils d'élèves de 2011 à 2018. Dans la troisième et quatrième étapes, nous avons compté avec la participation de quatorze élèves, soit quatre indigènes, une *quilombola*, cinq *sertanejos* et quatre urbains et vingt-neuf enseignants.

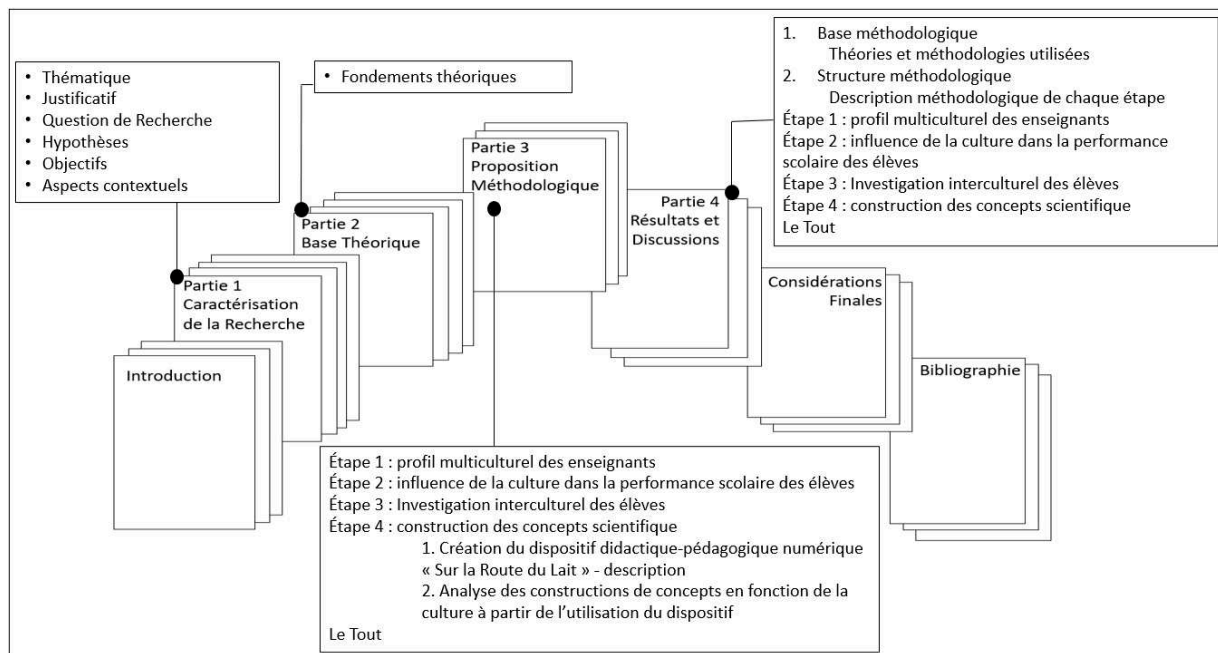
Cette thèse est organisée sur quatre parties et la Figure 1 présente l'organisation structurel de la thèse.

---

<sup>1</sup> Dans ce travail, nous prenons la position de remplacer le terme « indien » des citations directes par le terme « indigène ». La substitution du terme est née du mouvement indigène brésilien qui s'oppose aux significations imposées par les colonisateurs et, par conséquent, maintenues par la culture coloniale qui nous gouverne encore, attribuant aux peuples originels l'homogénéisation des ethnies, le folklorisme et l'assujettissement que porte le terme « Indien ». Selon le Dictionnaires Le Robert Online, le terme « indigène » (adjectif et nom) signifie « Qui est né dans le pays dont il est question. Synonymes : aborigène, autochtone. Qui appartient à une population implantée dans un pays avant sa colonisation ». L'exception à cette substitution est le nom de l'organisme public SPI - *Serviço de Proteção ao Índio* (Service de Protection des Indiens), qui a fonctionné de 1910 à 1967, date à laquelle il a été remplacé par la Funai - *Fundação Nacional do Índio* (Fondation Nationale d'Indien).

**Figure 1**

Guide structurel de la thèse



Source : auteur.

Dans la première partie : éléments de recherche ; nous présentons la recherche et ses composantes primordiales qui la configurent comme une recherche scientifique empirique avec l'exposition du thème, le justificatif, la question de recherche et les hypothèses suivie par les objectifs généraux et spécifiques. Ce sont les éléments qui ont guidé la recherche depuis le moment où elle a été mise en place en tant que projet jusqu'à sa matérialisation dans cette thèse de doctorat.

Encore dans la première partie, nous présentons le contexte où nous avons réalisé la recherche empirique, avec une description de l'Institut Fédéral du Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), campus de Salgueiro, avec ses réglementations légales, son développement historique et sa nature scolaire, comme un établissement d'enseignement professionnel de niveau secondaire, technique, technologique et supérieur. La base curriculaire du Lycée Agricole a également été considérée sous l'angle multiculturel à travers le Plan de Projet et de Cours – PPC (Brésil 2019) afin de connaître les implications du cours sur la problématique de l'éducation multiculturelle. Nous faisons encore une description de la complexité du personnel enseignant des instituts fédéraux (IFs) du point de vue de la législation brésilienne. Ces points seront fondamentaux dans l'analyse des résultats.



Dans la deuxième partie nous présentons les bases théoriques qui soutiennent le développement de la recherche selon le paradigme de la complexité. Cette partie comprend une discussion des paradigmes scientifiques en mettant l'accent sur le paradigme de la complexité, la théorie historico-culturelle de Vygotsky (1991, 1999), la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (1990), le multiculturalisme selon Candau (2008), la théorie de franchissement de frontières d'Aikenhead (1996, 1997, 2001) et quelques considérations sur la solution problématique de l'enseignement à distance pour la période de confrontation Covid-19 selon Rondini, Pedro et Duarte (2020), Hayashi, Almeida et Arakaki (2021), Santos de Aquino, Acioly-Régnier et Andrade (2021), Ribeiro, Cavalcante et Ferreira (2021), Andrade, Acioly-Régnier et Ferreira (2022).

Dans la troisième partie fait référence à un plan méthodologique complexe qui est structuré en deux topiques : le premier présente le raisonnement méthodologique et le second parle de la structure méthodologique du travail. En raison de la complexité de l'objet d'étude notre intrigue méthodologique utilise une méthode mixte, qui intègre les méthodes qualitatives et quantitatives du point de vue analytique et de la conception ou de l'organisation du plan d'étude selon Santos et al. (2017).

Encore dans la troisième partie sur leur second topique qui parle sur la structure méthodologique nous nous présentons des constitutions différentes pour chaque étape de la recherche : étape 1 présente la méthodologie pour investiguer sur le profil multiculturel des enseignants ; étape 2 parle sur la méthodologie appliquée pour rechercher l'influence des cultures sur la performance scolaires des élèves ; étape 3 montre la méthodologie pour l'investigation interculturel des élèves dans une classe multiculturelle ; étape 4 décrire les méthodes utilisés pour l'investigation de la construction des concepts en biochimie.

La première étape de la partie trois sur l'identification du profil type multiculturelle des enseignants selon le multiculturalisme de Candau (2008). La caractérisation du profil enseignant a été obtenu à partir des questionnaires appliqués aux enseignants dans le but de connaître leur parcours académique, leur identité culturelle, les conceptions qu'ils ont du multiculturalisme et les caractéristiques du multiculturalisme dans leur pratique didactique-pédagogique.

Dans la deuxième étape de la partie trois nous traitons de l'influence culturelle sur les performances scolaires des élèves. Dans cette étape exclusivement quantitative, nous avons utilisé l'analyse statistique implicative (ASI), pour vérifier les performances des élèves selon

les cultures indigène, *quilombola*, *sertaneja* et urbaine en utilisant les performances scolaires de 2011 à 2018.

La troisième étape de la partie trois portait sur l'utilisation de la triade d'enquête interculturelle de Kidman, Yen et Abrams (2013) dans le but de connaître la relation de l'élève avec l'école, la famille et sa communauté ethnoculturelle.

La quatrième étape de la partie trois, sur la construction de concepts scientifiques en biochimie selon une proposition d'enseignement basée sur la complexité, présente deux phases : l'une pour la création d'un dispositif didactique-pédagogique numérique et l'autre appliquée sur l'intervention didactique-pédagogique avec la construction d'un schéma d'analyse des constructions de concepts en biochimie.

Pour la création du dispositif didactique-pédagogique nous avons utilisé le Modèle de Perspectives Multiples - Pernambuco - MoMuP-PE selon Brayner-Lopes (2017), Brayner-Lopes et al. (2018) et Sá et al. (2018), qui a servi de guide pour la création du dispositif didactique-pédagogique numérique appelé « Sur la Route du Lait », ainsi que pour la planification du cours. Le dispositif est composé de plusieurs applications numériques :

- Miro® est la plateforme de base pour l'installation d'un tableau peint à l'aquarelle avec un parcours qui relie l'Europe au Brésil en 13 maisons qui modulent la séquence du parcours. D'autres outils numériques complémentaires ont été utilisés sur le Miro® ;
- Kahoot® est une application de quiz online qui a été utilisée comme une possibilité de vérification d'apprentissage. Les liens Kahoot® sont distribués dans la route du lait ;
- Google Art® est une plateforme de expositions d'arts online où est possible de visiter numériquement plusieurs musées dans le monde ou des expositions crée sur différents sujets. Nous utilisons les expositions d'arts sur les fromages italiens (histoires, production, composition nutritionnelle des fromages italiens) et une exposition de peintures à huile sur l'agriculture européens à partir du XVIIème siècle ;
- Google Forms® pour disponibiliser questionnaires des évaluations : d'apprentissage, du dispositif et de l'intervention didactique-pédagogique et l'autoévaluation des élèves. Les liens par accéder les questionnaires Google Forms® est distribué sur la route du lait ;
- Videobook Sur la Route du Lait développé avec Wondershare Filmora® qui présente le contenu à travers d'une mélange des vidéos et des animations tridimensionnelles sur la biochimie qui sont disponibles sur Youtube® et libre par modifications d'intérêt

éducatif. Le videobook présente différents sujets sur la photosynthèse, l'alimentation et les processus physiologiques du système digestif d'une vache, la biochimie de la digestion et absorption des nutriments, le transport sanguin des nutriments par la glande mammaire où aura lieu la synthèse du lait. Il y a quatre épisodes du videobook qui sont distribués sur la route du lait à travers des liens numériques ;

- animations contextuelles problématiques créées avec Animaker® pour problématiser la biochimie à travers du lait contextualisé à chaque culture des élèves. Dans ces petites animations l'histoire expose des problèmes de santé avec le lait comme l'intolérance à lactose en cas culturels distincte aux indigènes, quilombolas, sertanejos et urbains qui sont représentés par avatar et ambiance typiques ;
- des plusieurs sites web qui montrent différentes approches du lait dans rapports écrits et filmés où les liens sont distribués sur la carte et la route du lait.

Pour la planification du cours et du dispositif, nous avons appliqué la multilittératie de Roxane Rojo (2017), où nous ne nous sommes pas limités à la modalité textuelle, mais nous avons enrichi la proposition didactique avec des images, des animations, des schémas, des graphiques, des articles journalistiques, des expositions de peintures, entre autres, bien comme la considération de la production scolaire libre pour les élèves choisir la meilleure façon de production en déterminées activités et exprimer leurs habilités culturelles à travers de l'écriture, le dessin, l'enregistrement d'audio, la carte conceptuelle etc.

À partir de l'idéalisation d'une étude de cas représentée par la question « *Le lait est-il mauvais pour la santé ?* », nous avons appliqué une diversité de traversées thématiques (situations qui explorent le cas sous différents angles) et de mini-cas (particularités du cas), éléments qui composent le MoMuP-PE et qui favorisent la flexibilité cognitive<sup>2</sup> des élèves.

Pour l'analyse des données sur la construction des concepts a considéré les modalités synchrones et asynchrones. Dans l'analyse de la construction de concepts, nous avons élaboré un schéma analytique qui fusionne la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (1990), les apports interculturels d'Acioly-Régnier (1994, 2019), la conceptualisation en biochimie selon

---

<sup>2</sup> L'apprenant doit être capable de restructurer ses connaissances pour résoudre les nouvelles situations qu'il rencontre (Spiro & Jehng, 1990). En d'autres termes, la flexibilité cognitive représente la diversité des chemins pour la construction de la connaissance. L'enseignant doit l'envisager en exposant de nouvelles situations aux élèves et en considérant le chemin cognitif que l'élève emprunte dans la conceptualisation. Le MoMuP-PE a été construit pendant le doctorat de Brayner-Lopes (2015), elle était basée sur l'utilisation de la MOMUP de Carvalho (2011) qui est basée sur la théorie de la flexibilité cognitive qui a été développée par Spiro et ses collaborateurs à la fin des années 1980.

Couto et al. (2016) et Carneiro-Leão et al. (2009), et le franchissement des frontières culturelles d'Aikenhead (1996, 1997, 2001). Le multi-apprentissage de Rojo (2017) a été considéré à ce stade pour valoriser les compétences des élèves dans la production scolaire à travers des textes, des dessins, des schémas conceptuels, entre autres.

L'analyse statistique implicite (ASI) a été utilisée dans toutes les parties comme support aux analyses qualitatives. Seule la deuxième partie de la recherche, sur l'influence culturelle sur les performances scolaires des élèves, n'a pas fait l'objet d'une analyse qualitative, seulement de l'ASI.

La partie quatre présente les résultats et les discussions. C'est ici que nous pouvons percevoir l'organisation paradigmatique complexe où nous nous concentrons nos analyses autant sur les parties isolées, mais aussi sur une *analyse intégrative*. La compréhension holistique est constituée ainsi par la compréhension des parties dans le tout, mais aussi du tout qui est contenu dans les parties.

Nous avons vérifié que le groupe d'enseignants présente un profil multiculturel différentialiste, qui selon Candau (2008), est un niveau multiculturel intermédiaire où la dominance que la culture dominante exerce sur la culture minoritaire dominée n'est pas très forte comme le type multiculturel assimilationniste ni comme le type interculturel où les cultures convivent démocratiquement en raison du respect à différences culturelles. Les enseignants identifient les différences culturelles, mais ne reconnaissent pas leurs aspects historiques, cherchent à les uniformiser en valorisant une fausse méritocratie. Ils semblent exercer le pouvoir de la culture dominante sur les cultures minoritaires.

Nous avons remarqué qu'il existe une influence culturelle sur les performances scolaires des élèves. Les élèves *quilombolas* ont les performances les plus faibles et aboutissent à l'abandon scolaire, les élèves indigènes ont la deuxième plus mauvaise performance. Les urbains et *sertanejos* ont des revenus plus élevés. Il apparaît que l'inclusion dans l'accès à l'école n'est pas garantie dans le processus scolaire où les performances académiques sont un outil d'exclusion au sein de l'école.

Sur l'investigation interculturel des élèves, il a été possible d'identifier et de caractériser les cultures extra-scolaire et scolaire, en percevant les relations entre elles à partir des réalités des élèves guidés par l'école, la famille et la communauté ethnoculturelle à laquelle ils appartiennent. Le thème « lait » a été identifié comme transversal à toutes les cultures des élèves et à la culture de l'école, la biochimie a été travaillée à partir de cette identification. Le

développement du dispositif et du cours était basé sur le lait pour enseigner et apprendre la biochimie dans une perspective paradigmatique complexe.

Sur la construction des concepts nous avons analysé les productions des élèves dans la modalité asynchrone, à travers des messages des élèves dans les ballons<sup>3</sup> du dispositif « Sur la Route du Lait ». Les ballons fournissent un lien donnant accès à différents contenus comme des vidéos, des articles écrits, des reportages, des expositions artistiques. Chaque ballon fonctionne comme un blog où les élèves peuvent faire des commentaires, poser des questions, interagir entre eux et avec l'enseignant. Les commentaires dans les ballons ont servi d'éléments de vérification de la conceptualisation.

Nous avons également envisagé une activité asynchrone sur la photosynthèse, dans laquelle les élèves pouvaient choisir la forme de production scolaire qui leur convient (production écrite, par audio, dessin, schéma, etc.) pour expliquer la photosynthèse. Par exemple, les *sertanejos*, en majorité, ont utilisé la poésie pour expliquer, d'autres ont utilisé le dessin, le texte illustré et les schémas conceptuels.

Dans la modalité de cours synchrones, nous avons considéré les discours des élèves, dans les moments d'interaction en classe et de production collective d'un schéma conceptuel répondant au problème « *Le lait est-il mauvais pour la santé ?* ». Nous avons vérifié le développement de la pensée complexe pour établir des relations entre différents domaines conceptuels tels que la biochimie du lait, la biochimie nutritionnelle, la photosynthèse, la technologie du lait, la santé et l'économie.

Pour finaliser les résultats et discussion nous avons fait une interprétation intégrée et holistique des résultats. Dans ce thème, nous avons cherché à comprendre les nuances relationnelles entre les étapes de recherche. Il est clair pour nous que tout est étroitement imbriqué et qu'il existe des difficultés et des limites dans la relation et la compréhension de ces relations imbriquées. Notre analyse n'est qu'une voie interprétative, mais une voie nécessaire à la recherche d'une science de plus en plus libérée des limites cartésiennes et plus impliquée dans le cadre de la complexité.

---

<sup>3</sup> Dans le dispositif didactique-pédagogique numérique « Sur la Route du Lait », il y a des ballons auxquels les élèves accèdent pour obtenir des instructions, des activités et des ressources numériques. Les ballons sont des ressources interactives qui fonctionnent également comme un blog où les élèves interagissent sur le contenu disponible dans le ballon.

Enfin, les considérations finales qui traitent des résultats à la lumière des fondements théoriques et méthodologiques et des perspectives d'avenir que cette étude rend possibles. En ce qui concerne les fondements théoriques et méthodologiques de notre recherche, nous avons présenté de réflexions sur l'interculturalité, la construction de concepts, l'éducation numérique basée sur le cours « Sur la Route du Lait » et la méthodologie mixte. L'étude présente des perspectives futures de portée locale, appliquées à l'école et à la région de Salgueiro, ainsi que la généralisation à d'autres contextes multiculturels au Brésil et dans le monde, servant de référence à reproduire dans d'autres contextes.

Nous présentons dans ce texte le résumé en français de notre thèse. Conformément à la convention de cotutelle, la thèse a été rédigée en Portugais (langue de l'une des universités signataires de l'accord de cotutelle) et un résumé d'une longueur minimale de 10% de la thèse en Portugais. Ainsi, nous avons cherché à synthétiser les idées principales et les résultats de la thèse dans ce résumé. La thèse complète comporte 321 pages (hors annexes).

# **PARTIE 1 : CARACTÉRISATION DE LA RECHERCHE ET LE CONTEXTE**

## **1. Thématique**

Construction de concepts scientifiques dans une classe multiculturelle en éducation numérique<sup>4</sup>.

## **2. Justificatif**

Notre proposition se justifie par l'urgence de développer la recherche dans le domaine de l'éducation visant les différentes cultures comme une contribution au développement social, ciblant les minorités ethniques et contribuant à une éducation égalitaire.

L'étude de la construction des concepts scientifiques dans un contexte multiculturel permettra de comprendre plusieurs relations qui influencent ce processus.

## **3. Question de Recherche**

Comment les cultures extrascolaires et scolaires exprimées par les élèves, les enseignants et les médias numériques didactiques-pédagogiques dans différentes perspectives affectent-elles la construction de concepts en biochimie dans une classe multiculturelle ?

## **4. Hypothèses**

### **4.1. Hypothèse générale théorique**

La construction des concepts en biochimie dans une classe multiculturelle est influencée par les relations interculturelles entre les cultures extrascolaires et scolaires exprimées par les élèves, les enseignants et les médias numériques didactiques-pédagogiques dans différentes perspectives.

---

<sup>4</sup> Nous adoptons ici une nomenclature différente de celle actuellement utilisée au Brésil, l'enseignement à distance, car nous nous opposons à l'enseignement à distance en raison de ses limites dans le processus d'enseignement et d'apprentissage dans un contexte multiculturel. Nous discuterons ce point de vue au chapitre III - Cadre théorique.

## **4.2. Hypothèses spécifiques**

- 1) La culture et l'essence multiculturelle<sup>5</sup> des enseignants influencent la construction des concepts scientifiques par les élèves.
- 2) La culture de l'élève influence la construction des concepts scientifiques.
- 3) La culture scolaire influence la construction des concepts par le biais de situations, de significations et de signifiants propres aux cultures extrascolaires des élèves.

## **5. Les Objectifs**

### **5.1. Objectif général**

Identifier et analyser les impacts culturels sur la construction des concepts en biochimie dans la perspective du paradigme de la complexité d'Edgar Morin.

### **5.2. Objectifs spécifiques**

- Enquêter sur les cultures impliquées dans le contexte scolaire et extrascolaire des élèves et des enseignants à Salgueiro-PE, Brésil ;
- Créer un dispositif didactique-pédagogique numérique interculturel et décolonial basé sur les principes du MoMuP-PE (Modèle de Perspectives Multiples - Pernambuco) comme alternative méthodologique pour l'enseignement et l'apprentissage ;
- Comprendre la construction de concepts en biochimie dans une classe numérique multiculturelle en fonction de ses acteurs (enseignant et élèves), de leurs contextes extrascolaires et de leurs processus relationnels dans le Sertão de Pernambuco.

---

<sup>5</sup> Nous considérons ici l'essence multiculturelle comme la formation multiculturelle des enseignants qui permet la sensibilité en prenant en compte les cultures présentes dans la classe, notamment les cultures minoritaires comme les quilombolas et les peuples indigènes. L'essence multiculturelle est considérée par nous comme un facteur déterminant de la condition d'un enseignant qui agit dans une classe multiculturelle, en améliorant l'apprentissage des élèves. Alors que pour les élèves, l'essence multiculturelle se construira avec les collègues de différentes cultures, mais principalement par la médiation de l'enseignant concerné par l'interculturalité.



## **6. Aspects contextuels**

### **6.1. Le chercheur-participant**

Fils d'une famille d'ouvriers de la classe moyenne brésilienne, d'origine ethnique métisse (Africains noirs, Européens blancs et Indigènes), né à Recife, capitale de l'État de Pernambuco, au Brésil.

Il est titulaire d'un diplôme en Zootechnie (cours de licence sans formation pour l'enseignement) et d'un diplôme en *Licenciatura* en Sciences Biologiques (cours de niveau supérieur visant à la formation de professeur de biologie dans le domaine de l'éducation et de la didactique des sciences), Master en Zootechnie et est professeur de Zootechnie à l'Institut Fédéral du Sertão Pernambucano<sup>6</sup> depuis 2010.

L'enseignement de la biochimie est une activité transversale en Zootechnie, traitée dans l'enseignement de la nutrition et de l'alimentation animale, de la physiologie animale et aussi végétale et dans la production d'aliments d'origine animale, également liée au métabolisme impliqué dans le bien-être animal comme à l'adaptation au climat. Par conséquent, la biochimie est un domaine présent dans la performance didactique en tant que professeur de zootechnie.

Cette recherche est appliquée à la réalité de la salle de classe elle-même dans le campus de Salgueiro l'école d'actuation comme professeur.

### **6.2. La ville de Salgueiro, Pernambuco, Brésil**

L'État du Pernambuco est situé dans la région nord-est du Brésil et abrite plus de 9,5 millions de personnes sur une superficie de plus de 98.000 km<sup>2</sup>, qui s'étend de la côte atlantique à l'arrière-pays (région semi-aride à l'intérieur de l'État), d'est en ouest. Cette géographie ainsi que le processus historique national, depuis l'occupation portugaise, ont imposé des changements géographiques et culturels.

De telles différences socioculturelles peuvent être perçues dans la municipalité de Salgueiro (Carte 1). La ville, qui abrite un campus de l'Institut Fédéral de Sertão Pernambucano, est située dans la région semi-aride du nord-est, dans la méso région Sertão et dans la microrégion Médio Capibaribe de l'État de Pernambuco. Elle est bordée au nord par l'État du Ceará, et les municipalités limitrophes sont : au sud par Belém do São Francisco, à l'est par Verdejante,

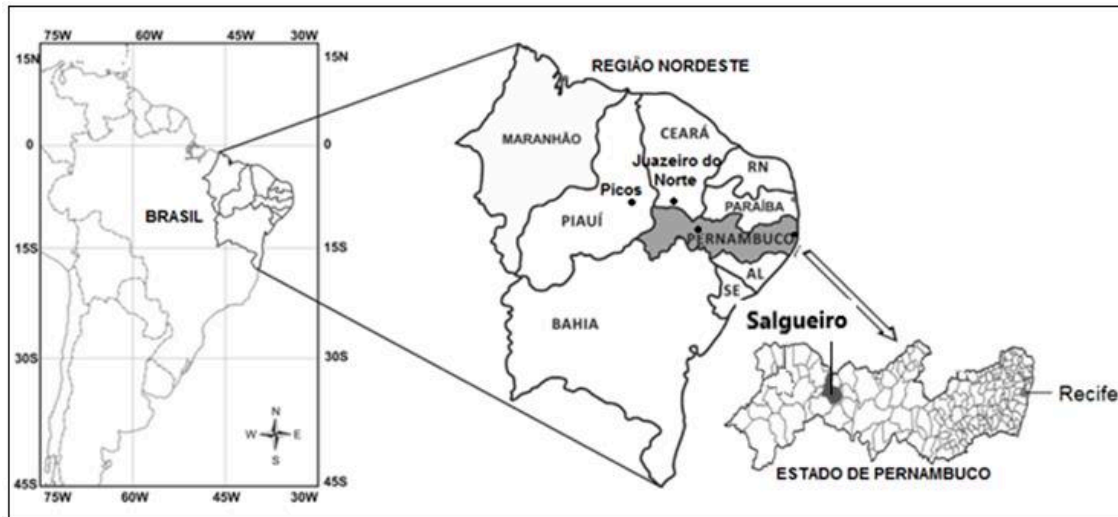
---

<sup>6</sup> L'Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) sera présenté au point 6.4 ci-dessous.

Mirandiba et Carnaubeira Penha, et à l'ouest par Cabrobó, Terra Nova, Serrita et Cedro (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais [CPRM], 2005).

### Carte 1

Localisation de Salgueiro, Pernambuco, Brésil (08°04'27" W, 39°07'09" S)



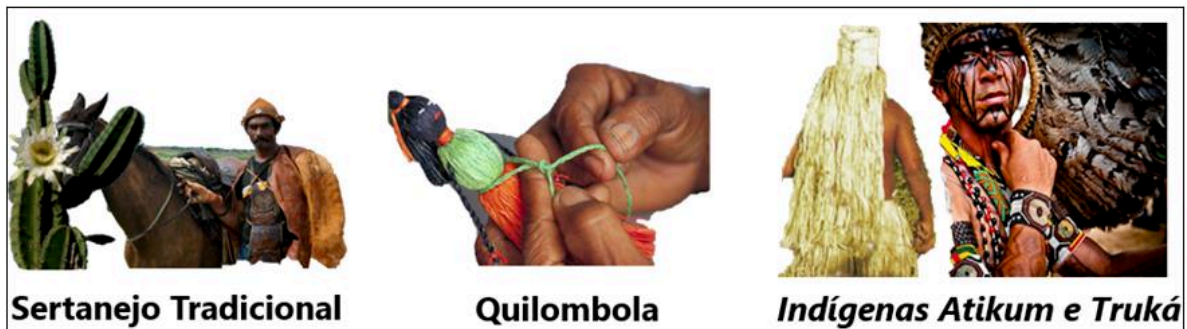
Source : adapté de Alves et al. (2008).

La ville de Salgueiro trouve son origine avec l'installation de fermes au 17<sup>ème</sup> siècle. Avant l'arrivée des Portugais, elle était habitée par différents groupes ethniques indigènes, parmi lesquels les *Atikum*. Historiquement, les villages et les villes ont été fondés par l'Église catholique, la production agricole et le contrôle militaire. Cela a contribué à une organisation socio-politique du pouvoir européen, catholique, agraire et militaire qui a dominé les populations indigènes, les Africains réduits en esclavage et les métis. Selon le recensement démographique de 2010 (IBGE, 2010), la population de Salgueiro est de 59.769 habitants, dont 81% sont urbains et 19% ruraux.

En ce qui concerne le contexte scolaire, il y a 86 écoles à Salgueiro, soit 48 écoles municipales publiques (écoles primaires), 21 écoles d'états publiques (lycées), 16 écoles privées (écoles primaires et lycées) et 1 école fédérale (lycée professionnel) qui est le campus IF Sertão PE Salgueiro. Sur le nombre total d'écoles, 44 sont rurales (33 écoles municipales publiques, 10 écoles d'état publiques et 1 école fédérale – n'y a pas d'école privée dans la région rurale de la ville). Parmi les écoles rurales, il existe 3 écoles publiques spéciales (une *quilombola* et deux écoles indigènes dans le territoire d'*Atikum*). Nous présentons dans la Figure 2 des images prototypiques des cultures présentes sur le campus de Salgueiro.

## Figure 2

Représentations prototypiques des cultures des élèves du IFSertãoPE campus Salgueiro.



Source : auteur. Construit avec Paint 3D® à partir d'images disponibles sur Internet.

### 6.3. La formation ethnique-culturel

Avant de présenter les particularités sur les cultures présentes dans cette étude, nous nous préoccupons de problématiser le terme culture et de nous positionner sur notre compréhension du terme, qui est assumée telle que sa complexité paradigmatique qui constitue ses significations.

Comment comprendre les relations culturelles frontalières sans comprendre les cultures concernées ? Comment se situer conceptuellement par rapport à la culture qui se définit de différentes manières à la lumière de différents référentiels ? Cette variété conceptuelle de la culture a été discutée par Acioly-Régner (2010, p. 9), citant le travail de Dasen (2002, p. 12), qui a montré qu'en 1952, 164 définitions différentes avaient déjà été cataloguées pour le terme culture, ce qui constitue un obstacle aux travaux impliquant le thème culturel.

Pour comprendre cette difficulté conceptuelle, nous apportons des conceptualisations sur la culture qui, à son tour, peut être définie anthropologiquement comme les normes, les valeurs, les croyances, les attentes et les actions conventionnelles d'un groupe (Phelan, Davidson & Cao, 1991), mais qui peut présenter d'autres définitions comme les aspects matériels, sociaux, cognitifs et linguistiques de la culture (Leavitt, 1995), ou même les aspects écologiques, sociaux et cognitifs de la culture mis en évidence par Stairs (1995).

Dans cet article, la culture sera considérée en référence à l'environnement culturel de l'école qui est composé des contextes extra-scolaires et scolaires qui émergent ensemble dans la salle de classe. Les connaître permettra à l'élève de bénéficier d'un apprentissage significatif et utilitaire, principalement en rapprochant la science scolaire de la culture de l'apprenant. Acioly-Régner

(2018) a défini le contexte comme un ensemble de conditions qui limitent l'action, le résultat d'une situation. Pour l'auteur, si un contexte est une condition antécédente, une situation est un résultat. Ainsi, la situation peut être comprise comme variable dans un contexte donné qui la limite et qui est invariable. Dans le contexte de Sertanejo, par exemple, nous pouvons avoir une diversité de situations dans les écoles indigènes, quilombolas, rurales, privées et publiques.

Le peuple indigène *Truká* est installé dans la municipalité de Cabrobó, à côté de Salgueiro (à 60 km), dans un archipel fluvial sur le fleuve São Francisco<sup>7</sup> où l'île principale du village est l'Ilha de Assunção, également appelée Ilha Grande car c'est la plus grande d'entre elles.

L'ensemble du territoire occupe une surface de 5.769 hectares et n'a été reconnu par le gouvernement fédéral qu'en 2002. Ce territoire est à l'origine du différend avec les agriculteurs de la région. L'agriculture de subsistance est le principal mode de production indigène, avec un accent sur la culture du riz, du manioc, du maïs, de la mangue, de la goyave et du melon, ainsi que sur l'élevage de chèvres et de moutons.

L'ethnie *Atikum* a été officiellement reconnue dans les années 1940, lorsque, à l'époque, les indigènes ont demandé l'appui du Service de Protection des Indiens (SPI) pour la délimitation des terres indigènes. Le territoire d'*Atikum* couvre une zone comprenant les territoires des municipalités de Salgueiro, Carnaubeira da Penha et Floresta, dans le Pernambuco.

Selon Carvalho (2016), la communauté *quilombola* de Conceição das Crioulas a plus de 200 ans d'histoire, étant fondée par six femmes Africaines qui ont acheté leur propre liberté entre la fin du XVIIIe siècle et le début du XIXe siècle et ont migré vers l'intérieur où, à Salgueiro, dans le territoire indigène *Atikum*, elles ont loué trois lieues de terre pour la production de coton, acquérant la zone en 1802. La communauté a reçu le premier titre de propriété de la terre par l'intermédiaire de la Fondation Culturelle Palmares en 2000, mais elle se bat toujours en justice contre les envahisseurs de terres.

Le peuple *Sertanejo* est formé par le métissage entre des populations africaines, européens d'origine judéo-chrétienne et indigènes. Cette constitution ethnique se caractérise par une culture singulière et syncrétique avec des expressions culturelles telles que l'*aboio*<sup>8</sup>, le *forró*<sup>9</sup>,

---

<sup>7</sup> Le fleuve São Francisco est le deuxième plus grand fleuve du pays qui traverse la région semi-aride du Nord-est brésilien. Le projet de transposition vise à distribuer l'eau du bassin du fleuve São Francisco par des canaux pour lutter contre la sécheresse dans la région.

<sup>8</sup> L'*aboio* est une pratique de chant poétique qui descend du troubadourisme portugais. C'est une façon de faire de la poésie et de diriger le troupeau.

<sup>9</sup> Le *forró* est une modalité rythmique du nord-est qui réunit essentiellement l'accordéon 8-basses, la *zabumba* (type de tambour d'origine africaine) et le triangle (percussion métallique de forme triangulaire).

la *vaquejada*<sup>10</sup>, les vêtements typiques en cuir, la littérature *cordel*<sup>11</sup>, entre autres. Le peuple « *sertanejo* » est reconnu comme étant les habitants de la région semi-aride<sup>12</sup> de l'intérieur du Nord-est du Brésil, répartis dans les neuf États de la région. Selon Darcy Ribeiro (1995) le cycle de sécheresse causé par le climat semi-aride du Sertão conditionne la région à une condition de pauvreté et de dépendance historique.

#### **6.4. Institut Fédéral du Sertão Pernambucano - IFSertãoPE**

Les Instituts Fédéraux (IFs) sont des institutions d'enseignement de niveau de Lycée Professionnel Technique, Supérieur, pluricurriculaires et multicampi, spécialisés dans la prestation d'un enseignement professionnel et technologique dans différentes formes d'enseignement, créées par le gouvernement fédéral pour mettre en œuvre une politique éducative de qualification et de formation des professionnels (loi 11.892/2008, art. 2) (Brésil, 2008).

Historiquement, l'établissement d'enseignement est le résultat de l'évolution de l'enseignement professionnel qui a commencé en 1909 avec les écoles d'apprentis artisans ou écoles professionnelles d'arts et métiers qui visaient à former une main-d'œuvre qualifiée dans les zones rurales, dans la menuiserie et la construction (Pacheco, Pereira & Sobrinho, 2009). En 1937, une nouvelle réforme transforme les écoles d'apprentis artisans en lycées professionnels. En 1942, dans le cadre d'une politique visant à encourager l'industrialisation, les lycées ont subi une nouvelle restructuration et sont devenus des écoles industrielles et techniques. En 1959, les écoles techniques ont été créées pour les zones industrielles et de services et les écoles agrotechniques pour le service rural (Cunha, 2000). Zibas (2006) informe qu'en 1978, une nouvelle réforme crée les Centres d'Enseignement Technologique (Cefets) lorsque les écoles étendent le service éducatif professionnalisant, auparavant exclusivement dédié à

---

<sup>10</sup> La *vaquejada* est une modalité sportive qui est née dans l'élevage bovin dans la région semi-aride du nord-est du Brésil, caractérisée par le biome de la caatinga formé par une végétation xérophile, à feuilles caduques (elle perd ses feuilles pendant la saison sèche). Il s'agit de faire tomber le bœuf dans une certaine zone de la piste entre les couloirs. Ce sport est né de la capture de bovins égarés dans la forêt de caatinga, où les agriculteurs versaient des prix aux vachers qui récupéraient l'animal, qui pouvait mourir de faim et de soif ou être attaqué par des jaguars.

<sup>11</sup> La littérature de *cordel* est une pratique littéraire qui réunit la poésie du Nord-Est écrite en livrets et illustrée par des gravures sur bois (xylogravures) ; elle reçoit ce nom parce qu'elle est vendue là où les ouvrages sont suspendus à des cordes, appelées « *cordéis* » dans les arrière-pays du Nord-Est. Cette modalité était la principale forme d'alphabétisation des pauvres du Nord-Est.

<sup>12</sup> La région semi-aride du Nord-Est est une région caractérisée par de faibles précipitations et une distribution irrégulière ; le biome prédominant est la Caatinga (du *Tupi Guarani*, forêt blanche ; pendant la saison sèche, les feuilles sont perdues, laissant les troncs et les branches blanches ou grises), formée d'espèces buissonnantes et arboricoles épineuses et de cactus et de broméliacées résistants à la sécheresse. La région a été colonisée par l'élevage.

l'enseignement secondaire professionnel, offrent désormais des cours technologiques de niveau supérieur et agissent avec la recherche scientifique appliquée. En 2008, les instituts fédéraux de l'éducation, de la science et de la technologie sont créés, verticalisant encore davantage l'offre éducative des différents niveaux par le même établissement (lycée, enseignement technique professionnel, enseignement technologique supérieur, licence et *licenciatura*<sup>13</sup>, post-graduation *lato sensu* – spécialisation - et *stricto sensu* - master et doctorat).

L'IFSertãoPE a été créé en 2008 à partir du CEFET-PE Petrolina et de l'Escola Agrotécnica Federal de Petrolina par l'approbation du projet de loi 3.775/2008. Outre l'IFSertãoPE, situé dans l'intérieur du pays (Sertão), l'État de Pernambuco possède l'IFPE (Institut fédéral de Pernambuco), dont les campus sont répartis dans les régions métropolitaine de Recife, la Zona da Mata et l'Agreste.

L'IFSertãoPE compte sept campus, dont quatre dans la microrégion du Sertão do São Francisco : le Rectorat et deux unités scolaires à Petrolina (Campus de Petrolina - ancien Cefet-PE et Campus de la zone rurale de Petrolina - ancienne école fédérale agrotechnique de Petrolina), le campus de Santa Maria da Boa Vista, créé en 2014, et le campus de Floresta, créé en 2008 ; un dans le Sertão Central : Campus Salgueiro et un autre à Sertão do Araripe : le Campus Ouricuri, tous deux créés en 2010 ; et une autre unité à Sertão do Pajeú : le Campus Serra Talhada.

Le campus de Salgueiro a été classé par le Ministère de l'Éducation (MEC) comme une école rurale en 2017 par l'ordonnance du Ministère de l'Éducation n° 246 du 15 avril 2016 (Brésil, 2016). La Photographie 1 nous montre la célébration du jour des indigènes dans l'IFSertãoPE le 21 avril.

### **Photographie 1**

Des élèves indigènes *Trukás* dansant le *toré* à l'IFSertãoPE, Campus Salgueiro, pendant la semaine des peuples indigènes en 2017.

---

<sup>13</sup> Le diplôme de *licenciatura* est une modalité spécifique de l'enseignement supérieur pour la formation des enseignants. Dans les domaines considérés comme propédeutiques, il existe deux types de formation : le diplôme de License visant la performance professionnelle en soi et le diplôme en *Licenciatura* visant la formation des enseignants pour l'enseignement dans un domaine particulier. Ainsi, les formations en mathématiques, chimie, biologie, physique, portugais, histoire, géographie, d'entre autres, ont deux formations : la licence en biologie et la *licenciatura* en biologie, par exemple.



Source : <https://www.ifsertao-pe.edu.br/index.php/campus/salgueiro/5615-balancoevento>

## 6.5. Le Curriculum du Lycée Agricole

Le Lycée Intégrée au Cours Technique est la modalité éducative la plus importante pour les instituts fédéraux qui sont tenus d'assurer l'offre minimale de 50% de leurs postes vacants à cette modalité selon l'art. 8 de la loi 11.892/2008 (Brésil, 2008). La loi 11.892/2008 qui a créé les instituts fédéraux a entraîné une révision de la LDBEN/1996, où, par l'intermédiaire du Conseil National de l'Éducation (CNE) et plus précisément de la Chambre de l'Éducation de Base (CEB), a été entamée la révision des Directives du Curriculum National pour l'Éducation Professionnel Technique de Niveau Moyen (DCNEPTNM) afin de répondre aux nouvelles demandes et aux nouveaux besoins découlant de la création des instituts fédéraux et de l'essence conséquente de l'enseignement professionnel. Les nouvelles lignes directrices pour l'enseignement professionnel technique et secondaire ont été publiées le 20 septembre 2012, par la résolution CNE/CEB n°. 06.

Dans les lignes directrices de « l'enseignement professionnel technique intégré au lycée » (Brésil, 2007), dans le chapitre Conceptions et principes, il présente les catégories sur lesquelles l'école secondaire intégrée est construite : (1) formation humaine intégrale ; (2) travail, science, technologie et culture comme catégories inséparables de la formation humaine ; (3) travail comme principe éducatif ; (4) recherche comme principe éducatif ; (5) relation partie totalité dans la proposition de curriculum. Cependant, bien qu'il présente des principes structurants et des préoccupations éducatives, le document n'aborde pas le curriculum intégré entre les deux modalités de formation, l'école secondaire et l'enseignement professionnel, mais des lignes

directrices concernant le souci d'intégration entre les parties du curriculum et l'ensemble, comme l'indique l'article 7 « ne doit pas constituer des blocs distincts, mais un tout intégré » et qui doit être relié à la réalité régionale lorsque les guides « tiennent compte de la diversité et des caractéristiques locales et des particularités régionales ».

À propos du Lycée Agricole du campus Salgueiro, le Projet et Plan de Cours – PPC (Brésil, 2019) qui a été reformulé en 2019, comporte 32 disciplines, dont 15 font partie du tronc commun de base et 17 du tronc commun technique.

Le PPC en question fait preuve de négligence à l'égard de la diversité culturelle du campus de Salgueiro, puisque seules les disciplines du domaine des sciences humaines (Histoire, Sociologie et Philosophie), des langues (Portugais, Espagnol et Anglais) et de l'Éducation Physique abordent les questions relatives aux peuples indigènes, aux *quilombolas* et autres questions ethniques et raciales. Il n'y a aucune mention des peuples de la région.

#### **6.6. La complexité du corps enseignant de l'Instituts Fédéraux**

Au Brésil, la formation des enseignants se fait par le biais de cours spécifiques de premier cycle dans le domaine propédeutique (domaines liés à l'enseignement général de l'éducation de base tels que la littérature, l'histoire, la géographie, les sciences, la biologie, la chimie, les mathématiques, entre autres) appelés *Licenciaturas*.

C'est au niveau de la licence, la formation initiale de l'enseignant Brésilien, que le professionnel aura une formation dans le domaine d'activité spécifique et une formation en connaissances didactiques et pédagogiques pour enseigner certains concepts scientifiques. Cependant, dans les IFs, il est possible de trouver des enseignants *licenciados* et bacheliers, ce qui pose certains problèmes à la pratique de l'enseignement et, par conséquent, à l'apprentissage.

En 2016, un fait nouveau a contribué à l'actualisation de la formation pédagogique déjà remise en question des enseignants ayant une formation technique des Instituts Fédéraux : l'institution des savoirs notoires. Vingt-deux jours après avoir pris ses fonctions de Président de la République après la destitution discutable de la présidente Dilma Rousseff, le président Michel Temer a institué la MP (Mesure Provisoire) n° 746/2016 qui a modifié l'article 61 de la



LDBEN<sup>14</sup> 9.394/1996, notamment la reconnaissance des « connaissances notoires<sup>15</sup> » pour l'embauche des enseignants destinés à travailler dans l'enseignement secondaire.

Suite à la MP n° 746/2016, l'année suivante, la loi n° 13.415/2017 est créée, qui, entre autres questions, établit la reconnaissance des « connaissances notoires » dans l'embauche des enseignants pour le nouveau lycée et l'enseignement secondaire, le lycée intégré à l'enseignement technique et professionnel.

---

<sup>14</sup> Il s'agit de la Loi sur les Directives et les Bases de l'Éducation Nationale (LDBEN) brésilienne.

<sup>15</sup> Par connaissances notoires, on entend, au Brésil, la reconnaissance des savoirs technico-scientifiques d'un professionnel sans avoir suivi une formation professionnelle certifiée pour exercer ces connaissances ou une fonction spécifique découlant d'un certain domaine technico-scientifique. Normalement, les connaissances notoires sont accordées aux professionnels ayant une pratique appliquée reconnue dans le domaine du travail et qui n'ont pas eu l'occasion d'apprendre ou de développer leurs connaissances spécifiques dans une institution professionnelle ou d'enseignement certifiante. En ce qui concerne spécifiquement la question de l'enseignement, la législation brésilienne considère désormais les enseignants comme des professionnels qui ne possèdent pas de *Licenciatura* (formation professionnelle requise au Brésil pour être enseignant), ce qui permet aux médecins, aux agronomes, aux ingénieurs, etc. d'enseigner des matières du secondaire telles que la biologie, la chimie, les mathématiques et le portugais. Pour nous, il s'agit, comme le dit la loi, d'un retour en arrière, car si nous reconnaissons l'expertise de ces professionnels dans leurs domaines spécifiques, ils n'ont pas la formation nécessaire pour devenir enseignants, à savoir la connaissance de la didactique et de la pédagogie appliquée.

## **PARTIE 2 : BASE THÉORIQUE**

### **7. Cadre Théorique**

Dans ce sujet, nous présentons nos fondements théorique généraux de recherche, comme les paradigmes scientifiques, le processus d'enseignement-apprentissage de la biochimie, le multiculturalisme et d'autres concepts connexes comme l'interculturalisme et le transculturalisme, la théorie du franchissement des frontières culturelles et l'éducation contextualisée.

#### **7.1. Les paradigmes scientifiques**

Pour Thomas Kuhn (2006), la science évolue périodiquement, à travers des crises provoquées par le manque de réponses que peuvent présenter certaines connaissances dominantes. Cette connaissance scientifique dominante, l'auteur l'a intitulée paradigme scientifique et l'a définie comme « des réalisations scientifiques universellement reconnues qui, pendant un certain temps, proposent des problèmes et des solutions modèles à la communauté des praticiens d'une science » (Kuhn, 2006, p. 13).

Kuhn (2006) conçoit la production de connaissances à partir d'une désorganisation des connaissances qui précède la science normale, un stade appelé présience. Lorsque les connaissances scientifiques sont organisées de manière à présenter une base théorique et méthodologique convaincante et attrayante à une communauté scientifique, on assiste à la consolidation d'une science normale, qui est constituée par un paradigme qui structure, organise et normalise la science.

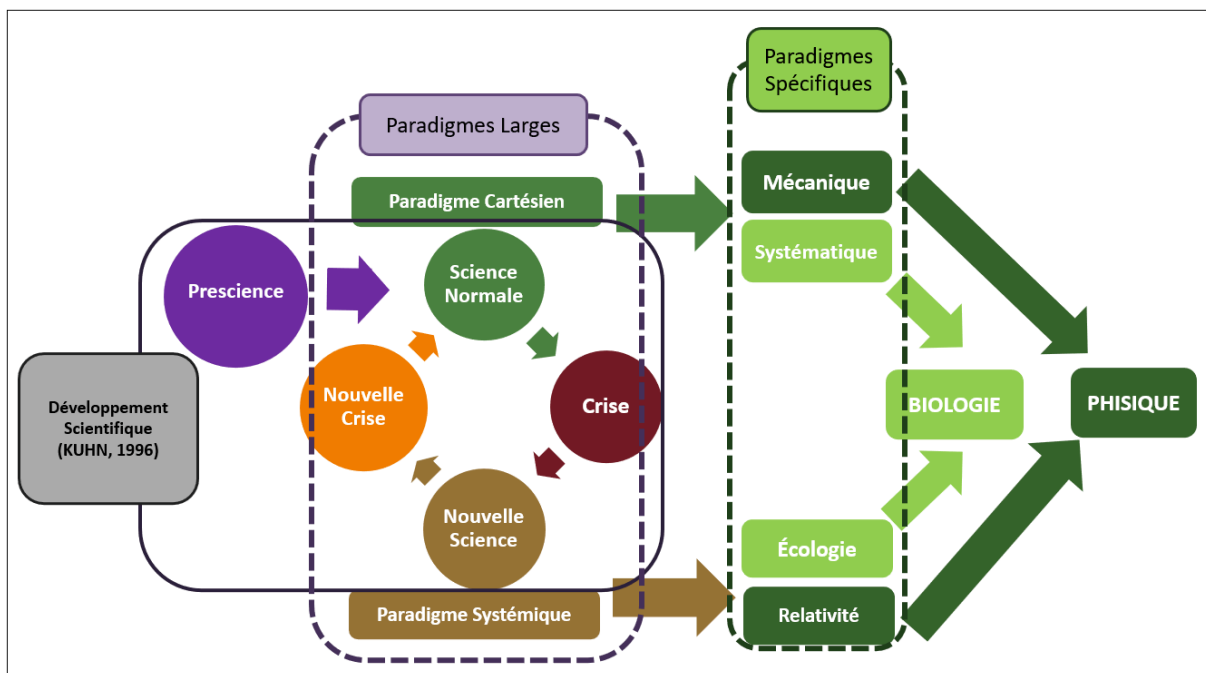
Le développement scientifique, quant à lui, se produit grâce au dynamisme de l'ensemble des défis sans réponse qui caractérisent une crise du paradigme dominant (science normale), entraînant sa perte d'acceptation par la communauté scientifique ou par une partie de celle-ci. Lorsque les réponses aux contestations seront trouvées, une nouvelle science ou un nouveau paradigme sera constitué, qui répondra à nouveau aux besoins de la communauté scientifique jusqu'à ce qu'une nouvelle crise s'installe et provoque une nouvelle normalisation paradigmatique, relançant le cycle du développement scientifique.

Compte tenu de ce que Thomas Kuhn (2006) nous a présenté, nous pouvons comprendre les paradigmes scientifiques généraux et spécifiques (Schéma 1). Nous classons comme

paradigmes généraux ceux qui soutiennent la science dans son ensemble, comme les paradigmes cartésien, systémique et complexe ; et comme paradigmes scientifiques spécifiques ceux qui appartiennent à un domaine scientifique particulier, comme la physique, la chimie et la biologie. Moul, Moura et Santos (2018) ont exemplifié certains paradigmes spécifiques tels que, en physique, l'astronomie de Ptolémée et Copernic, l'optique de Newton et la physique aristotélicienne, entre autres ; en chimie, l'atomisme de Dalton et la périodicité de Mendeleiev ; en biologie, l'évolutionnisme de Lamarck, la systématique de Carl von Linné ou encore l'écologie d'Ernst Haeckel.

### Schéma 1

Représentation de la dynamique du développement des paradigmes scientifiques à partir de Kuhn (1996) et d'exemples généralistes appliqués aux domaines de la biologie et de la physique



Source : auteur.

Chaque paradigme spécifique est guidé par un paradigme général. Par exemple, en biologie, le domaine de notre proposition d'étude, la systématique de Linné est structurée selon le paradigme cartésien, tandis que l'écologie de Haeckel émerge comme une nouvelle science qui interconnecte différentes connaissances en opposition au paradigme cartésien. Pour appuyer ces affirmations, nous citons Fritjof Capra (1996 et 2003).

Pour caractériser la Systématique de Linné, Capra (2003) justifie son opinion en citant une déclaration du biologiste,

Comme le disait Linné, le grand botaniste et classificateur, « Nous calculons autant d'espèces que celles qui sortent des mains du Créateur ». Cette idée d'espèces biologiques était en parfait accord avec la doctrine judéo-chrétienne et s'accordait bien avec le monde newtonien. (p. 64).

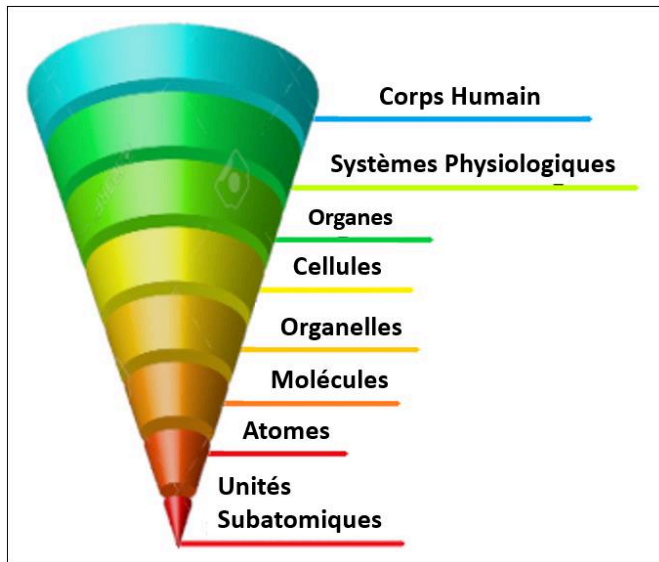
À propos de l'écologie, Capra (1996) souligne que celle-ci a été fondamentale pour la conception d'un nouveau paradigme scientifique qui envisage une pensée systémique développée de manière paradigmatique dans le domaine de la physique. « Les nouvelles conceptions de la physique ont généré un changement profond de nos visions du monde ; de la vision mécaniste du monde de Descartes et Newton à une vision holistique et écologique. » (Capra, 1996, p. 24).

Après avoir réfléchi à ce qu'est un paradigme, nous allons maintenant aborder les types de paradigmes scientifiques en les décrivant et en les conceptualisant. À cette fin, nous présenterons les paradigmes : cartésien, systémique et complexe.

Le paradigme cartésien (Schéma 2), historiquement ancré dans la structure et l'âme de l'éducation brésilienne, disjoint et réduit de l'ensemble, est un héritage du 17<sup>ème</sup> siècle (Morin, 2000). Behrens (2007) affirme que ce paradigme est fondé sur la légitimité de faits parfaitement connus et sur lesquels il n'y a aucun doute et que, pour comprendre le tout, il est nécessaire de diviser le tout et d'étudier les plus petites parties. Dans ce paradigme, la connaissance scientifique est étudiée à travers la fragmentation d'un contenu donné en parties de plus en plus petites, spécialisées et isolées. Ils ne tiennent pas compte des connaissances interdisciplinaires qui aident à la compréhension holistique de l'objet d'étude.

## Schéma 2

Représentation des contenus de la biologie du point de vue du paradigme cartésien



Source : auteur.

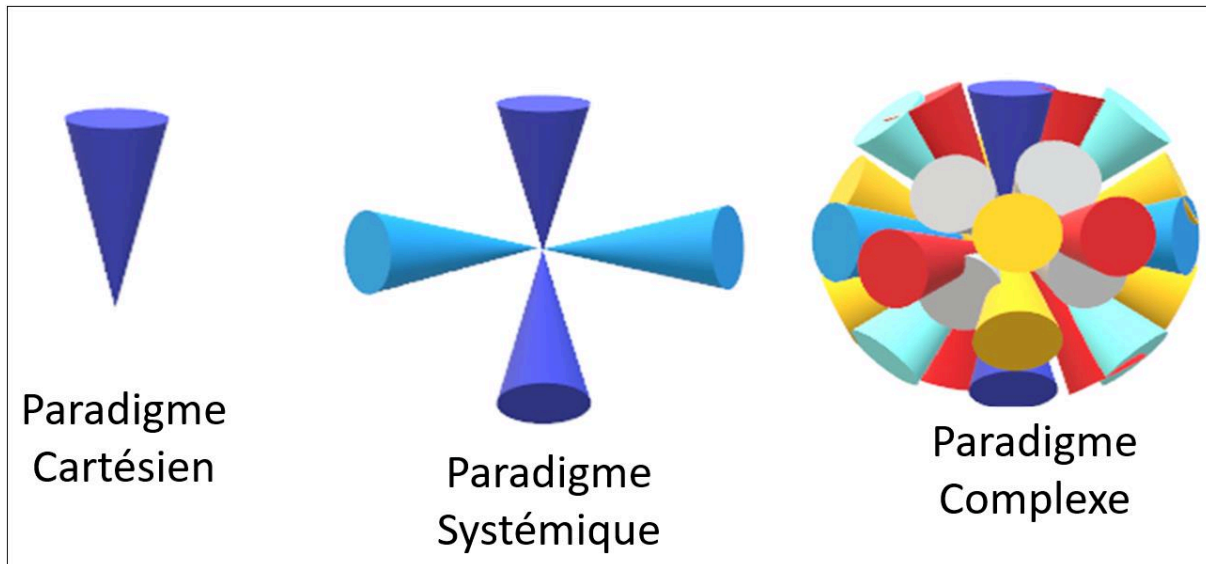
En considérant les discussions paradigmatiques qui s'opposent au paradigme cartésien traditionnel, nous soulignons les considérations de Behrens (2015) et Mariotti (2000) dans la recherche d'un paradigme centré sur une pensée interrelationnelle, mais qui diffèrent sur le plan conceptuel. Le premier auteur affirme que le « paradigme émergent » a une proposition innovante qui cherche l'indivisibilité de l'être humain avec une approche holistique ou systémique ; ainsi Behrens considère la pensée systémique paradigmatique, également appelée émergente, holistique et innovante (Behrens, 1999).

Mariotti (2000), par contre, définit le paradigme complexe comme l'étreinte entre les paradigmes cartésien et systémique à partir d'une insertion paradigmatique. Selon l'auteur, la pensée complexe surmonte la pensée systémique en considérant le paradigme traditionnel.

Le paradigme systémique propose une vision interrelationnelle, qui considère la multi et l'interdisciplinarité pour étudier un objet donné. L'étude se fait non seulement dans une perspective réductionniste, mais surtout dans le mouvement inverse qui consiste à rassembler les parties pour réapprendre le tout. Enfin, le paradigme complexe considère les différentes variables et contextes qui rendent la compréhension de l'objet plus complexe en raison de ses relations plus proches de la transdisciplinarité et de la réalité, comme représenté dans la Figure 3.

### Figure 3

Représentation schématique des paradigmes scientifiques.



Source : auteur.

Chaque cône, représenté dans les figures précédentes, représente un contenu scientifique qui est étudié d'une vue plus large à une partie plus spécifique. La jonction des cônes représente la prise en compte de plusieurs contenus scientifiques pour la compréhension d'un thème spécifique. Plus on considère de biais ou de variables pour comprendre une partie, plus on comprend le tout, plus on se rapproche de la réalité d'une manière qui spécialise l'étude aux parties et la généralise aussi dans la compréhension du tout. Un exercice qui peut être extrapolé à des niveaux toujours plus systémiques et complexes.

De cette façon, nous pouvons comprendre que la complexité est la relation simultanément complémentaire, concurrente, antagoniste, récursive et hologrammatique entre les instances de connaissance en cogestion dans laquelle dialogue est lié à l'ordre et au désordre, indiquant la dialectique entre le tout et les parties (Morin, 2008).

Un autre exemple que nous pouvons citer est la complexité de l'être humain, qui est en constante construction et transformation à travers les interactions sociales, sous l'influence de nombreux facteurs, ce qui en fait un objet d'étude complexe et articulé. Pour Morin (1991), l'homme est compris comme un être unidimensionnel, biologique et culturel en un seul terme. Une caractéristique paradigmatique qui limite le paradigme cartésien à répondre adéquatement à son étude, sinon par une proposition holistique et systémique du paradigme émergent.

Toutefois, il convient de souligner que les paradigmes scientifiques peuvent être compris du point de vue scientifique lui-même, de nature philosophique de la conception de la science elle-même, ou du point de vue méthodologique, lié à la pratique de l'enseignement. Dans cette séparation épistémologique des paradigmes, nous attirons l'attention sur la dépendance du paradigme méthodologique par rapport au paradigme scientifique, car la pratique didactique-pédagogique d'un enseignant va révéler le paradigme scientifique qui la constitue.

Behrens (1999) affirme qu'à des fins didactiques, les paradigmes conservateurs auraient une constitution paradigmatique traditionnelle où la pratique pédagogique est concernée par la reproduction de la connaissance. D'autre part, le paradigme innovateur a comme hypothèse essentielle une pratique pédagogique qui permet la production de connaissances qui cherche à surmonter la reproduction des connaissances par une alliance entre une approche progressive avec une vision holistique et l'enseignement avec la recherche (Behrens, 1999). Une systématisation des paradigmes scientifiques est présentée dans le Tableau 1.

**Tableau 1**

Paradigmes scientifiques et leurs caractéristiques principales.

<b>Paradigmes</b>	<b>Description</b>	<b>Références</b>
Cartésien <sup>16</sup>	Des connaissances verticalisées ; Fragmentation des connaissances ; Spécialisation ; Déshumanisation de la connaissance avec la séparation entre science et éthique, sujet et objet, éducateur et apprenant ; Prêche la croyance et la légitimité des faits parfaitement connus et sur lesquels il n'y a aucun doute.	Pienta, Berticelli, Gaspar, Behrens (2005)  Behrens, Oliari (2007)
Systémique	Articulation entre les parties et entre les parties et le tout ; Passer des parties au tout ; Déplacement de la pensée entre les niveaux systémiques ; Les propriétés des parties ne sont pas des propriétés intrinsèques, mais ne peuvent être comprises que dans le contexte du grand tout ; La perception du monde comme un réseau de relations.	Capra (2006)
Complexe	Articulation souhaitée, qui émerge de l'union entre - 1, celle de la connaissance approfondie des parties	Morin (2003)

<sup>16</sup> Le paradigme cartésien est également appelé traditionnel, réductionniste ou newtonien.

	<p>(cartésienne) et 2, les interrelations entre les parties et de celles-ci avec le tout (systémique) ;</p> <p>Les principes :</p> <p>1, systémique ou organisationnel (interconnexion entre la connaissance des parties et la connaissance du tout) ; 2, hologrammatique (la partie est dans le tout et le tout est inscrit dans la partie) ; 3, anneau rétroactif (processus autorégulateurs) ; 4, anneau récursif (les produits et les effets et vice versa) ; 5, l'auto-éco-organisation (autonomie et dépendance) ; 6, le dialogue (union de principes mutuellement exclusifs mais inséparables) ; et 7, la réintroduction de l'humain (la connaissance est une reconstruction par un être humain, dans une certaine culture et à une certaine époque.</p>	
--	---	--

Source : Adapté de Macêdo (2019).

Pour étudier la construction des concepts à la lumière de l'interculturalité, il est nécessaire de considérer divers facteurs pour une meilleure compréhension de la réalité étudiée, où la complexité est présentée comme une option paradigmatique pour développer une pensée holistique.

## **7.2. La théorie historico-culturelle comme base pour comprendre la construction des concepts scientifiques dans un contexte multiculturel.**

Vygotsky (1991) attribue aux processus cognitifs non seulement les pensées, mais aussi le langage, qui présentent un développement distinct chez l'individu, mais qui ne se suivent pas parallèlement, se croisant à un certain moment du développement modifiant le comportement faisant de la pensée verbale et du langage rationnel à tel point que le langage commence à constituer la structure de la pensée. La construction de la connaissance se fait par l'acquisition du vocabulaire et son utilisation progressive dans la classification des choses, c'est-à-dire dans la construction de significations et de concepts qui génèrent progressivement la construction et la reconstruction de connaissances et de concepts.

Le signifié est une partie inaliénable du mot en tant que tel, appartenant à la fois au domaine du langage et à celui de la pensée (Vygotsky, 1991). Les concepts scientifiques, avec leur système hiérarchique d'interrelations, semblent être le support dans lequel la conscience et la maîtrise de l'objet se développent d'abord, et sont ensuite transmises à d'autres concepts et à d'autres domaines de la pensée (Vygotsky, 1991).



Pour expliquer ce processus de développement cognitif, Vygotsky (1991) a théorisé la Zone Proximale de Développement (ZPD) qui explique l'apprentissage humain comme étant de nature sociale où l'enfant développe son intellect au sein de l'intellect de ceux qui l'entourent, c'est-à-dire, ayant le langage comme moyen de base, l'enfant interagit avec son environnement en apprenant et en reconstruisant progressivement l'apprentissage en fonction de son développement biologique. Le mot est utilisé délibérément pour guider tous les processus partiels du stade supérieur de la genèse des concepts, et ce dont l'enfant a besoin, c'est d'une possibilité d'acquérir de nouveaux concepts et mots à partir du contexte linguistique général (Vygotsky, 1991).

Le développement des concepts de la signification des mots présuppose le développement de nombreuses fonctions intellectuelles : attention délibérée, mémoire logique, abstraction, capacité d'achat et de différenciation, capacités qui sont mieux contrôlées de manière intégrale à l'adolescence.

Pour Vygotsky (1991), l'adolescent formera et utilisera très correctement un concept dans une situation concrète, mais éprouvera des difficultés à exprimer ce concept en mots et la définition verbale, dans de nombreux cas, sera beaucoup plus restrictive que ce à quoi on pourrait s'attendre au vu de la manière dont l'adolescent a utilisé le concept. Ainsi, le jeune se heurte à d'autres obstacles lorsqu'il essaie d'appliquer un concept qu'il a formé dans une situation spécifique à un nouvel ensemble d'objets et de circonstances, c'est-à-dire qu'il a du mal à généraliser le concept à d'autres situations.

Vygotsky (1999) a classé la construction des concepts comme spontanée, lorsqu'ils sont formés à partir des expériences quotidiennes, et scientifique, qui sont ceux élaborés dans l'expérience scolaire. Cette différenciation de la construction des concepts sera présente dans les travaux de Vergnaud (1990) lorsqu'il théorise les champs conceptuels et d'Acioly-Régner (2017) qui, en s'appuyant sur la théorie des champs conceptuels pour la compréhension du processus cognitif interculturel, a conceptualisé les contextes culturels scolaires et extra-scolaires qui abritent respectivement les connaissances quotidiennes et scientifiques. Pour ces auteurs, la construction des concepts scientifiques est basée sur la valeur pratique dans la vie des élèves. Et cette valorisation pratique des connaissances se fait par l'interaction interculturelle entre la culture extra-scolaire et la culture scolaire.

### **7.3. Théorie des champs conceptuels et perspective interculturelle**

Pour Vergnaud (1990), la théorie des champs conceptuels est :

Il s'agit d'une théorie psychologique du concept, ou mieux, de la conceptualisation du réel : elle permet de repérer et d'étudier les connexions et les ruptures entre les connaissances du point de vue de leur contenu conceptuel ; elle permet aussi d'analyser la relation entre les concepts en tant que connaissances explicites, et les invariants opératoires qui sont implicites dans la conduite des sujets en situation, en plus d'approfondir l'analyse des relations entre les significations et les signifiants. (p. 135).

En particulier, ce qui est très frappant dans la théorie des champs conceptuels et les influences de son développement, ce sont les relations théoriques qui sont profondément liées à notre proposition de recherche. Par exemple, il est notoire dans les travaux sur les champs conceptuels que la perception d'une ligne de pensée complexe, qui en particulier, nous nous risquons à attribuer une connexion avec le paradigme de la complexité même si je n'ai pas vérifié d'influences directes d'auteurs de ce domaine comme Frijof Capra et Edgar Morin. Bien que Vergnaud (2002) classe le réductionnisme comme nécessaire à la science en raison de facteurs intrinsèques à la recherche et au développement scientifique, tels que le temps et la conceptualisation, il se positionne clairement contre le réductionnisme scientifique lorsqu'il a critiqué le biais réductionniste dans les travaux de Piaget (Vergnaud, 2001a) et en 2001b lorsqu'il a déclaré que « la théorie des périodes est extrêmement réductionniste. Je défends la diversité, pas le réductionnisme, du moins pour l'instant » (Vergnaud, 2001b, p. 2).

Avec cette interprétation du rapprochement des travaux de Vergnaud avec la pensée complexe (Morin, 2003), nous cherchons à renforcer l'importance de l'utilisation de la théorie des champs conceptuels dans nos travaux, qui sont essentiellement développés dans la perspective de la complexité.

Comme nous sommes confrontés à une diversité conceptuelle de la biochimie, qui est déjà interdisciplinaire par la prise en compte de deux domaines scientifiques distincts que sont la biologie et la chimie, nous considérons dans Vergnaud (1985) que le concept  $\zeta$  est nécessairement un tripode de trois ensembles :  $C = (S, I, \mathcal{Z})$ , où **S est l'ensemble des situations** qui donnent sens au concept ; **I est l'ensemble des invariants opératoires** qui sous-tendent le traitement de ces situations par le sujet ; et  **$\mathcal{Z}$  est l'ensemble des signifiants** ou symbolisations qui permettent de représenter les invariants, les situations, les procédures de traitement.

Cinq ans plus tard, Vergnaud (1990) reformule la définition du concept comme la constitution interactionnelle entre **la référence, le signifié et le signifiant**. Ce trépied définit le concept

comme des constituants du processus de conceptualisation où la référence est l'ensemble des situations qui donnent un sens au concept ; le signifié est l'ensemble des invariants qui constituent ses propriétés ; et le signifiant est l'ensemble des formes symboliques ou linguistiques qui permettent ses représentations.

Malgré cette reformulation de la définition du concept quant aux deux premiers ensembles qui le constituent, sa définition en pratique reste la même. Car l'ensemble des situations (S) est constitué par les représentations qui délimitent la situation, l'ensemble des invariants (I) constitue les significations comme ce qui est compris, inféré ou statué. Vergnaud (1985) a déclaré que

[...] il est indispensable de distinguer entre le plan des signifiants et celui des significations, entre les différents systèmes de signifiants (langage naturel, gestes, dessins, schémas, tableaux, expressions algébriques) et entre les différentes composantes de la signification (invariants, inférences, règles d'action, prédictions). (p. 246).

Cette définition du concept traverse notre recherche, en particulier dans la dernière étape, dans laquelle nous abordons la construction de concepts scientifiques biochimiques à la fois d'un point de vue didactique (à travers le développement du dispositif numérique « Sur la Route du Lait » pour l'apprentissage à distance) et par la construction de concepts à travers l'application du dispositif dans une classe multiculturelle.

Le schéma est universel, car il se réfère à une classe de situations et il provoque une classe de comportements différents, adaptés à des situations particulières (Vergnaud, 2001c). Dans un travail de 2002 où Vergnaud a tenté d'aborder le rôle de l'explication dans la conceptualisation, il a défini le schéma comme étant

- Une organisation invariante de l'activité pour une catégorie de situations, composée de quatre catégories d'éléments, tous indispensables ;
- Un objectif, ou plusieurs, et l'ensemble des sous-objectifs et des anticipations qui en découlent ;
- Les règles d'action, de collecte d'informations et de contrôle que le déroulement temporel de l'activité et les comportements observables engendrent ;

- Les invariants opératoires, c'est-à-dire les catégories et les relations qui permettent de recueillir des informations pertinentes (concepts agissants), ainsi que les propositions considérées comme vraies (théorèmes agissants). Leur fonction est d'articuler ensemble les caractéristiques de la situation, les objectifs, les sous-objectifs et les règles ;
- En ce sens, les possibilités d'inférence, qui permettent précisément de calculer en situation, hic et nunc, les conséquences des informations recueillies et des propositions prises pour vraies. (Vergnaud, 2002, p. 41).

Ce sont les situations qui donnent du sens aux concepts, dans la perspective de l'activité du sujet qui apprend (Vergnaud, 2001a). Les situations sont donc les phénomènes expérientiels formés par les concepts qui, systématisés, représentent une ou plusieurs parcelles de la réalité. Pour Vergnaud (1985) le système se développe au cours de l'expérience, en fonction des situations rencontrées et des provocations de la situation organisées par les enseignants, la famille et les formateurs. Selon Vergnaud (1985), le système est le fruit de l'activité du sujet, confronté aux événements contingents de son histoire personnelle et professionnelle.

Pour Vergnaud (1985) la représentation est essentielle pour analyser la formation de la connaissance opérationnelle et pour analyser les processus de transmission de la connaissance. En d'autres termes, l'auteur lui-même pourrait dire que l'activité conceptuelle a, alors, nécessairement des aspects référentiels dans le plan du signifiant. La représentation est un ensemble de signifiants qui vont modéliser une situation.

Les invariants opératoires sont les objets, propriétés, relations et processus que la pensée découpe dans le réel pour organiser l'action, ils constituent le noyau dur de la représentation, celui sans lequel ni les inférences, ni les règles d'action, ni les prédictions, ni les signifiants n'ont de signifiés (Vergnaud, 1985).

Ainsi, nous pouvons dire que cette étude de thèse est constituée comme un système qui abrite des schèmes, qui est composé de situations, et que celles-ci sont formées par un ensemble conceptuel défini par la représentation. Ce système constitue le chercheur-participant car il dépeint une partie de la réalité qui l'entoure à partir de son histoire personnelle et professionnelle, scolaire et extra-scolaire. En même temps, lorsqu'on traite du développement de la conceptualisation dans la salle de classe, on envisage aussi des sous-systèmes qui englobent une partie de la réalité des élèves également dans les perspectives scolaires et extra-scolaires.

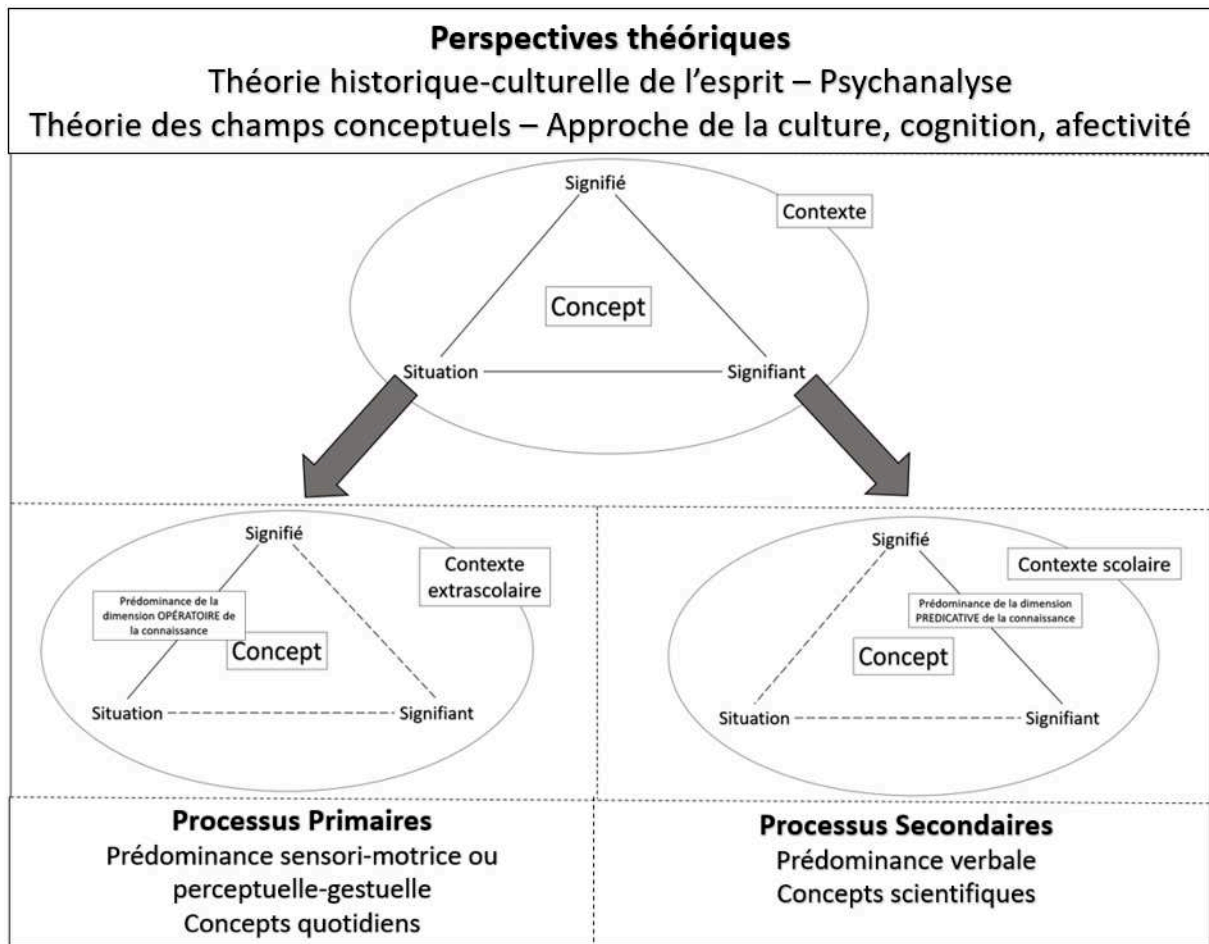
Après la présentation et les brèves considérations de la ligne théorique de Vygotsky et Vergnaud qui composent cette étude, nous procédons à l'explication théorique concernant la construction des concepts en contexte interculturel avec la considération d'Acioly-Régnier (2010 et 2019) comme dérivation théorique naturelle des deux autres auteurs. Acioly-Régnier (2019) a cherché,

[...] déconstruire certaines dichotomies, présentes dans la littérature, à propos des concepts scientifiques et quotidiens, du caractère conscient ou non de ces concepts et de leur caractère universel ou local, caractéristiques toujours associées aux contextes d'apprentissage. (p. 33).

Cette auteure, à travers la considération conjointe des perspectives de Vygotsky et de Gérard Vergnaud théorise les approches culturelles, cognitives et affectives avec la construction de représentations du processus de conceptualisation de la construction de la connaissance dans lequel schématise dans un triangle initial la théorie des champs conceptuels par la schématisation du concept qui est structuré par la triangulation entre le signifié, la situation et le signifiant dans un système globalisant appelé « contexte » (Figure 4).

**Figure 4**

Différentes conceptions de la construction de la connaissance et concepts associés



Source : Acioly-Régner (2019, p.34).

Pour l'auteure, cette représentation schématique initiale se constitue à travers deux processus distincts et complémentaires :

- 1) Les processus primaires où prédominent les représentations sensori-motrices ou perceptivo-gestuelles et les concepts quotidiens qui se forment dans le contexte extra-scolaire avec la prédominance de la dimension opératoire (savoir-faire) de la connaissance entre les relations entre situation et signifié qui sont facilement détectables dans la construction de la connaissance quotidienne. Les relations entre signifié-signifiant et entre situation-signifiant dans ce contexte extra-scolaire sont obscurcies, ce qui rend difficile leur perception dans le processus de conceptualisation ;

2) Les processus secondaires, qui sont principalement verbaux et constituent les concepts scientifiques. Dans cette représentation de la conceptualisation, le contexte est le contexte scolaire, où la construction conceptuelle s'effectue par la prédominance de la dimension prédicative de la connaissance (savoir-dire) qui se produit par l'interaction entre le signifié et le signifiant pour la construction de la connaissance scientifique. Dans ce processus de conceptualisation dans le contexte scolaire, c'est la relation signifié-situation qui est éclipsée par la relation situation-signifiant.

Selon Acioly-Régnier (2019), cette différence contextuelle de la définition tripolaire du concept conduit à trois enjeux fondamentaux de l'apprentissage, étroitement interconnectés, à savoir le statut des connaissances produites, la conscience des concepts et le pouvoir de généralisation et de transfert de ces connaissances. La représentation de l'auteur met en évidence les limites que les différents contextes (extra-scolaire et scolaire) peuvent imposer au processus de conceptualisation et à la généralisation qui en découle.

Ainsi, pour l'auteur, l'interconnexion de ces facteurs ne peut être négligée, puisque le transfert de l'apprentissage entre différents contextes ne se fait pas automatiquement, nécessitant des médiateurs instrumentaux et sémiotiques. C'est exactement cette considération d'Acioly-Régnier (2019) qui nous conduit à la conception d'une proposition d'enseignement interculturel dans un environnement totalement numérique pour une adaptation à l'urgence éducative en période de pandémie.

#### **7.4. L'enseignement à distance comme solution d'urgence : un nouveau problème**

L'enseignement à distance, caractérisé par l'enseignement par le biais d'une plateforme de vidéoconférence, a été adopté au Brésil comme une alternative éducative pendant la crise sanitaire par Covid-19.

Nous avons réalisé que le nouveau modèle d'enseignement pourrait résoudre ponctuellement la problématique éducative brésilienne, mais sans répondre à notre proposition d'un processus d'enseignement et d'apprentissage soucieux de l'interculturalité, de la décolonialité et de la complexité.

Toujours en 2020, les premiers résultats des rapports de recherche et d'expérience qui présentaient des portraits de la réalité pandémique dans l'éducation brésilienne ont commencé

à être publiés. Hayashi, Almeida et Arakaki (2020) ont critiqué l'interaction pédagogique entre les élèves et avec l'enseignant et le maintien du paradigme traditionnel par l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) ; Ribeiro, Cavalcanti et Ferreira (2021) ont problématisé la non-utilisation de la caméra par les élèves en classe ; Rondini, Pedro et Duarte (2020) ont abordé les changements dans la pratique pédagogique en faisant un parallèle entre l'enseignement à distance<sup>17</sup> et l'éducation à distance (EAD<sup>18</sup>) ; Saraiva, Traversini et Lockmann (2020) ont traité de l'épuisement des enseignants à travers l'adaptation des enseignants dans une crise sanitaire qu'ils ont surmontée sans le soutien de l'école et par la nécessité de maintenir leur travail et leur revenu.

L'enseignement à distance, assumé dans un caractère d'urgence par l'éducation brésilienne, s'est produit en adaptant l'utilisation des ressources technologiques d'information, telles que les applications et les vidéoconférences développées pour les réunions, sans, toutefois, « changer la méthodologie des activités de classe, en gardant le projet pédagogique de l'enseignement en classe » (Vieira et al., 2020). Hayashi, Almeida et Arakaki (2021), quant à eux, classent le processus d'enseignement à distance comme traditionnel, les élèves regardant et l'enseignant présentant. Saraiva, Traversini et Lockmann (2020) définissent le modèle d'enseignement à distance comme consistant en des activités synchrones dans la mesure où les établissements d'enseignement dispensent des cours par le biais de Google Meet® ou de Zoom® aux mêmes heures que les cours en présentiel.

En 2021, nous nous sommes positionnés de manière critique par rapport à l'enseignement à distance pour être un modèle élitiste, par l'exigence de conditions structurelles et technologiques élitistes face à la réalité de l'IFSertãoPE, Campus Salgueiro. Nous considérons également que la nomenclature enseignement à distance présente une corrélation avec l'objectif principal de cette modalité qui se concentre sur le processus d'enseignement avec une rigueur disciplinaire, en oubliant le processus d'apprentissage (Santos de Aquino, Acioly-Régnier & Andrade, 2021). Opinion qui est partagée par d'autres auteurs (Saraiva, Traversini & Lockmann, 2020 ; Vieira et al., 2020 ; Hayashi, Almeida & Arakaki, 2021).

---

<sup>17</sup> En portugais l'enseignement à distance adopté durant la pandémie s'appelle *Ensino Remoto*. Le modèle est critiqué pour nous dans le travail présenté dans la Biennale Internationale de l'Éducation, de la Formation et de Pratiques Professionnelles à Paris en septembre 2021. Le modèle d'enseignement à distance brésilien se caractérise sur l'exclusivité d'enseignement à travers d'une plateforme de visioconférence qui exprime une éducation traditionnelle centré sur l'enseignant. L'article est disponible sur le site : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03504181/document>

<sup>18</sup> L'EAD brésilienne dispose de ressources et d'une équipe multi professionnelle prête à offrir des contenus et des activités pédagogiques, par le biais de différents médias sur des plateformes en ligne (Hodges, 2020).



En raison du changement brusque entre l'enseignement en face à face et à distance, la situation d'urgence a imposé la culture numérique au lieu de la culture analogique, provoquant un choc culturel qu'Aguilar et al. (2013) avaient déjà remarqué avec l'introduction de l'éducation numérique en Espagne bien avant la syndémie<sup>19</sup> de la Covid-19, mais qui a eu des résultats similaires vérifiés par Rondini, Pedro et Duarte (2020), principalement sur les enseignants. Pour eux, les enseignants sont confrontés à un défi culturel lorsqu'ils utilisent des outils technologiques comme ressources didactiques et pédagogiques pour enseigner à une génération née à l'ère numérique.

Dans cette perspective, nous nous appuyons sur Rabardel (1995) pour nous guider sur l'instrumentalisation pédagogique recherchant l'équilibre entre les processus d'enseignement et d'apprentissage médiatisés par les pôles être humain, machine et objet définis par l'auteur comme le modèle tripolaire.

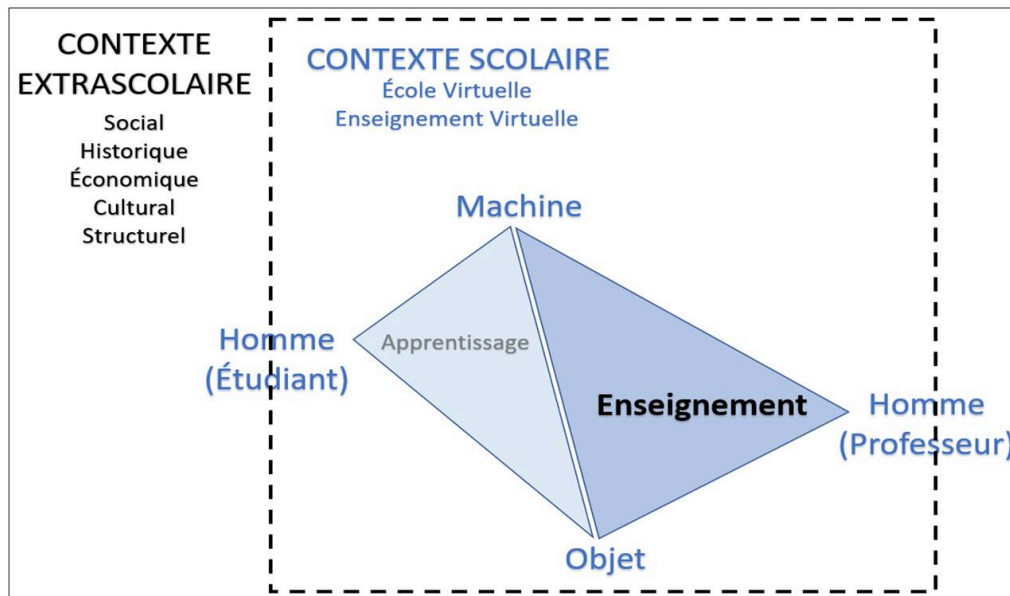
L'enseignement à distance présente une relation déséquilibrée avec une valorisation centrée sur le processus d'enseignement oubliant l'apprentissage. Nous représentons le modèle tripolaire de l'enseignement à distance comme un phénomène relationnel composé par le système (enseignant)être humain-machine-objet-machine-être humain(élève) comme nous le vérifions dans le Schéma 3.

---

<sup>19</sup> Merrill Singer et collaborateurs (2017) lorsqu'ils ont défini le terme « à travers d'une approche large, en considérant le contexte biosocial, puisque la prise en compte d'autres facteurs préexistants, comme la pauvreté, et l'existence d'autres maladies, peut potentialiser son effet ». Singer qui est médecin et anthropologue, est celui qui a inventé le terme et le concept de syndémie dans ses études sur les drogues dans les communautés pauvres des États-Unis dans les années 1990. Autres auteurs comme Almeida-Filho (2021) et Sanchez, Paredes et Vallejos (2020) discutent également du caractère de l'infodémie pendant la crise sanitaire, dans laquelle les fausses informations ont de fortes répercussions, potentialisant les effets de la pandémie. Cela renforce le concept de syndémie et place l'éducation en première ligne de cette crise, puisque c'est à l'école que l'infodémie est traitée par le biais de la culture scientifique. Ainsi, avec les impacts éducatifs que nous subissons, avec l'exclusion des élèves défavoriser sur le plan socio-économique, la maladie et l'épuisement des enseignants, la précarité de l'éducation au sens large en raison de la crise sanitaire, nous devons traiter la pandémie comme une syndémie également en raison de la crise éducative.

### Schéma 3

Le modèle tripolaire d'enseignement à distance brésilien.



Source : Santos de Aquino, Acioly-Régner et Andrade (2021).

Nous cherchons à présenter une décomposition des contextes, par exemple, le contexte extrascolaire est constitué par une réalité sociale, économique et structurelle liée à la vulnérabilité qui empêche les élèves de bénéficier de conditions d'étude appropriées, comme l'absence d'adaptation architecturale à la maison avec une salle d'étude, les conditions liées à la famille concernant la cohabitation avec un nombre élevé de parents, ou l'infrastructure technologique comme le fait de ne pas avoir accès à un ordinateur portable, un téléphone intelligent adapté à l'utilisation d'applications plus modernes ou même un service offrant un signal Internet de faible qualité, ou la nécessité socio-économique qui les oblige à travailler pour aider la famille. Et le contexte scolaire, marqué par la nouvelle réalité d'une école virtuelle qui se transfère au domicile des élèves et des enseignants, se mêlant aux particularités de l'intimité familiale.

#### 7.5. Le difficile processus d'enseignement-apprentissage de la biochimie

Sá et al. (2018) affirment que l'enseignement de la Biologie dans une perspective systémique-complexe (qui valorise l'articulation retravaillée des parties pour la compréhension du tout) nécessite une transition paradigmatique essentielle. En parallèle, Brayner-Lopes et al. (2018) renforcent l'importance de comprendre la Biologie de manière holistique en soutenant que l'étude des concepts, compris comme systémiques-complexes, propres à la Biologie, peut expliquer comment se produit la compréhension des concepts microscopiques et sous-

microscopiques (compris comme abstraits par nature) et la nécessité de considérer les paradigmes systémiques et complexes. Cette compréhension révélée par les auteurs repose sur la fameuse désarticulation conceptuelle entre les univers macro et microscopiques qui composent l'individu.

Brayner-Lopes et al. (2019) reconnaissent que les avancées dans la compréhension de la biologie cellulaire et moléculaire en tant que domaines de recherche pure, sont importantes, mais les auteurs attirent l'attention sur la problématique existante pour l'enseignement de ces sujets qui reste fragmentée et disjointe. Dans la recherche de la compréhension des parties avec le tout et vice-versa, Behrens (2009) affirme que le paradigme qui implique la complexité investit dans le dépassement de la logique linéaire et rencontre une nouvelle conception qui porte dans son axe d'articulation la totalité et l'interconnexion.

Pour comprendre cette désarticulation jusqu'ici discutée, nous apportons Sá et al. (2019) qui listent trois représentations ou niveaux de perception de la réalité biologique : le macroscopique, le submicroscopique et le niveau symbolique. Cette catégorisation de la biologie en niveaux est très importante pour l'élucidation du problème qu'est l'enseignement et l'apprentissage de la Biochimie. Selon les auteures, lorsque le concept biologique est situé au niveau macroscopique, sa compréhension est beaucoup plus facile, notamment en facilitant la médiation de l'enseignant en raison de la matérialité que possède le concept, pour être visible. Cependant, les concepts au niveau sous-microscopique ne fonctionnent qu'avec des idées (concepts), ce qui rend le raisonnement et la médiation plus difficiles.

La biochimie est présentée comme un contenu sous-microscopique dans lequel les concepts sont abordés dans le domaine des idées et de la symbologie. Le peu de matérialité qu'il présente entrave l'enseignement et, par conséquent, l'apprentissage. S'agissant d'un domaine scientifique fortement structuré sur la base du paradigme cartésien, il doit être pensé selon la perspective systémique-complexe, car les concepts sous-microscopiques ont besoin, dans leur étude, d'être compris de manière systématique, étant donné qu'ils appartiennent simultanément et de manière interdépendante aux univers micro et macroscopiques (Brayner-Lopes et al., 2018).

La compréhension de la réalité devient plus complexe à mesure que l'on avance dans le domaine sous-microscopique. La compréhension du fonctionnement des systèmes et de leurs compositions anatomiques n'est pas traitée comme quelque chose de complexe car elle fait partie de notre niveau de construction conceptuelle, lorsqu'un objet capté par nos sens est représenté dans notre système mental. Cela favorise la construction des connaissances selon la

zone de développement proximal (ZDP), mais comment former des concepts de ce qui est abstrait comme la biochimie et dépasser l'accommodation que le paradigme cartésien imposait ? Pour répondre à cette question, nous reprenons Vygotsky (1991) et Vergnaud (1990) pour aborder les relations entre signifiants et signifiés, déjà présentées dans une session précédente. En biochimie, il est essentiel de construire le signifié de l'abstrait pour que le contenu ait un sens et que le concept scientifique opère ensuite le signifié. Pour enseigner et apprendre la biochimie, cette relation est très importante et pour que le développement de la connaissance ait lieu, nous devons parler des différentes manières de représenter les signifiants. Pour cela, nous devons utiliser différents symboles, ou différents systèmes symboliques, qui sont traités par Roxane Rojo (2017) comme un système de multilittératie.

A propos du multi-apprentissage et des nouvelles littératies Rojo (2017) dit que,

Les multilittératies sont les pratiques de traitement des textes multimodaux ou multisémiotiques contemporains - principalement numériques, mais aussi imprimés -, qui comprennent des procédures (comme les gestes pour lire, par exemple) et des compétences de lecture et de production qui vont bien au-delà de la compréhension et de la production de textes écrits, car elles intègrent la lecture et la (re)production d'images et de photos, de diagrammes, de graphiques et d'infographies, de vidéos, d'audios, etc.

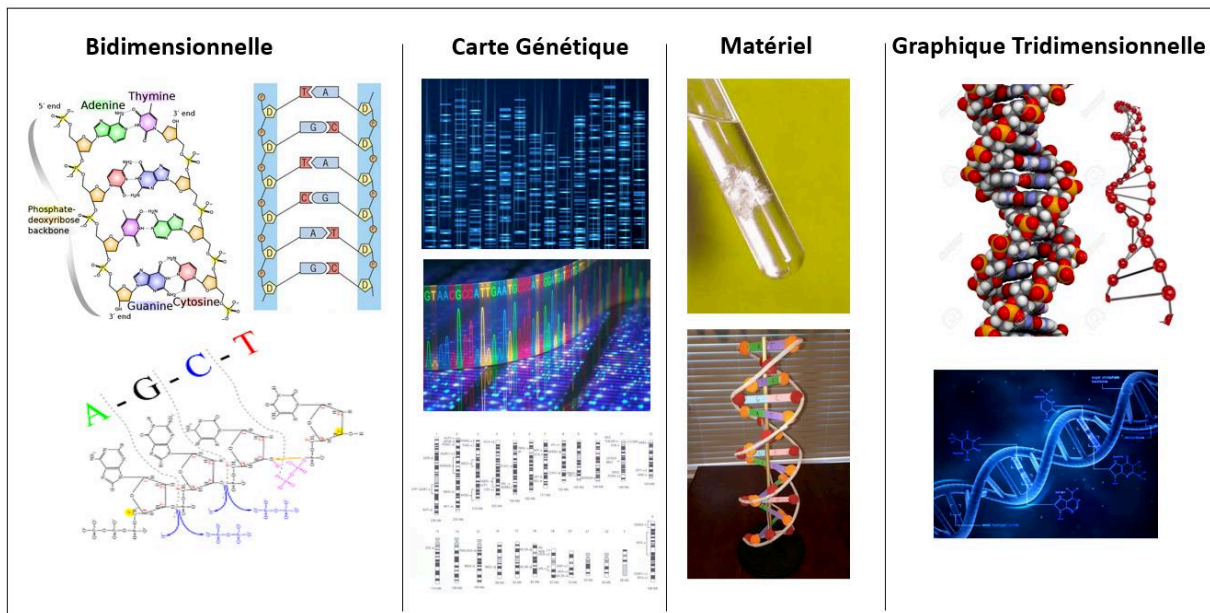
Les nouvelles littératies, ou littératies numériques, sont un sous-ensemble du multilinguisme, défini, selon Lankshear et Knobel (2007), par la « nouvelle » technologie (numérique) adoptée, mais pas principalement. Ce qui définit fondamentalement les nouvelles littératies, selon les auteurs, c'est un nouvel ethos, c'est-à-dire une nouvelle façon de voir et d'être dans le monde contemporain, qui privilégie l'interactivité, la collaboration et la (re)distribution des connaissances, plutôt que la hiérarchie et la possession contrôlée et gardée des connaissances par diverses agences, comme l'école, les éditeurs et l'université. (Rojo, 2017, p. 4).

En d'autres termes, la représentation de symboles qui représentent des objets visibles, comme le tissu musculaire, est facile à construire en tant que connaissance scientifique, mais la représentation de l'ADN, par exemple, peut se faire de différentes manières, à travers la représentation multi-sémiotique qui peut représenter la molécule à partir de l'utilisation du langage (oral et écrit ADN, Acide Désoxyribonucléique), du schéma moléculaire

bidimensionnel et tridimensionnel dans différents modèles, dans des animations graphiques, par la condensation de l'isolement de la protéine contenant l'ADN dans des expériences scolaires utilisant de la salive ou des fruits avec l'obtention d'une substance blanchâtre qui se suspend dans le solvant, ou par la lecture d'une carte génétique ou encore les représentations des nucléotides dans leur suivi ou leur structure (Schéma 4).

## Schéma 4

Différentes représentations du ADN



Source : auteur. Construit avec Paint 3D® et des images disponibles sur Internet.

En plus de ces représentations de l'ADN, on peut également affirmer qu'un autre type de représentation peut favoriser la compréhension des réactions biochimiques : l'animation graphique 3D (tridimensionnelle). Les films et les animations informatiques contribuent à la construction du concept scientifique de la perspective sous-microscopique qui est abstraite, dynamique, à grande vitesse (millisecondes), interdisciplinaire constituant des facteurs qui la complexifient comme c'est le cas des réactions biochimiques.

Les différentes significations d'un concept abstrait donné servent de base au développement des connaissances scientifiques. Les différents systèmes de représentation amèneront la construction du concept à trouver une place dans un système de représentation du contexte extra-scolaire, c'est-à-dire de la culture de l'élève. Puisqu'il s'agit d'une classe multiculturelle où les indigènes et les *quilombolas* construisent et transmettent leurs connaissances quotidiennes par l'art (dessin, artisanat, peinture, etc.) ainsi que par l'oralité, certains systèmes sémiotiques,

utilisés à l'école de manière diversifiée, peuvent favoriser la construction de connaissances scientifiques.

Dans le contexte multiculturel, la multilittératie doit être pris en compte tant dans le processus d'enseignement que dans la vérification de l'apprentissage, car il permet de partir de l'élève et de la représentation symbolique qui lui convient le mieux en fonction de ses pratiques et de ses connaissances culturelles quotidiennes.

### 7.6. Conceptualiser le multiculturalisme, l'interculturalisme et le transculturalisme

Weissman (2018) nous apporte des considérations contiguës et en même temps complémentaires à celles de Moreira (1999) et Candau (2008) quand il présente des conceptualisations sur le multiculturalisme, l'interculturalisme et le transculturalisme (tableau 2). Il conceptualise l'interculturalisme comme un processus indépendant du multiculturalisme, c'est-à-dire non contenu dans celui-ci, tout comme la classification interculturelle dérivée du multiculturalisme que Candau (2008) nous ont apportée.

**Tableau 2**

Définitions de multiculturalité, transculturalité et interculturalité.

Multiculturalité	Transculturalité	Interculturalité
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préfixe multi, nombreux ;</li> <li>• Un ensemble de cultures en contact, mais sans se mélanger ;</li> <li>• Admission de la diversité des cultures, soulignant les différences et proposant des théories relativistes qui renforcent généralement la ségrégation ;</li> <li>• Prééminence d'une culture sur une autre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préfixe trans, à travers, au-delà ;</li> <li>• Terme utilisé par le courant de pensée austro-hongrois-français qui est l'ethnopsychanalyse dans une combinaison d'anthropologie et de psychanalyse ;</li> <li>• Théorie dynamique qui cherche une discussion constante entre le social comme contexte symbolique du migrant et sa dynamique intrapsychique et la modification conséquente qui apparaît du dialogue ;</li> <li>• Elle s'appuie sur la culture et ses traversées sociales et tient moins compte de l'intersubjectivité du cas par cas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préfixe inter, position intermédiaire, réciprocité, interaction, intermédiation ;</li> <li>• Il présente des cultures en conflit et en dialogue ; en même temps, il ne cherche pas à obstruer les différences mais à valoriser le dialogue entre les cultures et leur imbrication ;</li> <li>• Elle a une conformation hétérogène qui se sépare de la culture hégémonique à la recherche de dialogues ou de gestes interculturels.</li> </ul>

Source : modèle inspiré en Weissman (2018).

La compréhension du multiculturalisme peut être approfondie dans certains thèmes sociaux, comme dans cette proposition de travail qui cherche à étudier la construction de concepts scientifiques dans une classe multiculturelle avec des propositions didactiques-pédagogiques qui visent l'interculturalisme.

Mais dans notre proposition, nous sommes guidés par le concept de Candau (2008) de multiculturalisme impliqué dans les relations de pouvoir, l'interculturalisme étant un type de multiculturalisme dans lequel la relation de pouvoir est proche de la nullité (Tableau 3).

**Tableau 3**

Types de multiculturalisme

<b>Classifications</b>	<b>Caractéristiques</b>	<b>Relations de pouvoir</b>
Assimilationniste	Elle a un caractère descriptif de la diversité culturelle et assimile cette diversité dans le cadre d'une culture dominante qui éclipse les diverses cultures minoritaires.	Forte
Différencialiste ou Monoculturalisme Pluriel	Ils mettent l'accent sur les différences pour garantir l'expression des différentes identités culturelles et sur la nécessité de disposer de leurs propres espaces pour exprimer librement leur propre culture.	Intermédiaire
Interactive ou Interculturalisme	Elle se positionne dans la liberté démocratique de coexistence plurielle et inclusive qui articule les politiques d'égalité et d'identité.	Faible

Source : adapté de Candau (2008)

### **7.7. Franchir les frontières culturelles pour la construction des concepts**

Dans une étude sur les tendances des travaux de recherche dans le domaine de l'éducation interculturelle et du franchissement des frontières, Santos de Aquino, Amaral et Carneiro-Leão (2019) synthétisent les productions dans le domaine au niveau mondial et national, ainsi que les ethnies ou peuples étudiés. Les auteurs soulignent également que le thème a progressivement suscité un intérêt accru de la part de la communauté scientifique et qu'il a été exploré dans divers domaines, tels que la formation des enseignants, la construction des concepts, la motivation, aux différents niveaux d'enseignement et dans le cadre de recherches théoriques et appliquées à la classe.

Dans notre étude (Santos de Aquino, Carneiro-Leão & Amaral, 2019), nous soulignons le travail d'Aikenhead (1996, 1997 et 2001) qui, en se consacrant aux études éducatives indigènes au Canada, a contribué à la proposition de la théorie de la traversée des frontières culturelles

dans l'enseignement des sciences. Le croisement culturel proposé par Aikenhead (2001) consiste à enseigner les sciences dans le contexte des populations indigènes, à partir de la langue dans laquelle la langue technico-scientifique est utilisée, l'anglais et le dialecte local.

L'enseignement des sciences dans une perspective culturelle repose sur plusieurs hypothèses, comme l'a souligné Aikenhead (2001) :

(1) la science occidentale est une culture à part entière formée par diverses sous-cultures<sup>20</sup> des sociétés euro-américaines ; (2) les gens vivent et coexistent en étant identifiés dans diverses sous-cultures caractérisées par les langues, l'ethnicité, le sexe, la classe sociale, la profession, la religion et la région géographique ; (3) les gens passent d'une sous-culture à une autre dans un processus appelé « franchissement des frontières culturelles » ; (4) les identités culturelles fondamentales des gens peuvent être en désaccord avec la culture scientifique occidentale à des degrés divers ; (5) les cours de sciences sont une sous-culture de la culture scolaire ; (6) de nombreux élèves vivent un changement culturel lorsqu'ils passent de leur propre monde de la vie quotidienne au monde de la science scolaire ; (7) par conséquent, l'apprentissage des sciences est une traversée culturelle ; (8) les élèves réussissent mieux s'ils reçoivent de l'aide pour négocier cette traversée ; (9) cette aide peut venir de l'enseignant qui identifie les frontières culturelles à franchir, qui guide les élèves avant et après ces frontières, qui les laisse en dehors des conflits culturels, qui les motive à tirer parti de l'impact de la science et de la technologie occidentales sur leur monde de la vie quotidienne. (p. 4).

Compte tenu de ce qui précède, je soulève les questions suivantes : Comment comprendre les relations culturelles frontalières sans comprendre les cultures concernées ? Et comment se situer conceptuellement sur une culture qui se définit de diverses manières sous différents référentiels ? Cette variété conceptuelle de la culture a été discutée par Acioly-Régner (2010, p. 9) lorsqu'elle a cité le travail de Dasen (2002, p. 12) qui a montré qu'en 1952, il y avait déjà

---

<sup>20</sup> Le concept de sous-culture fait référence aux cultures qui composent une culture de référence plus commune. Pour illustrer ce concept, nous pouvons dire que la culture indigène *Truká* présente des sous-cultures chrétiennes catholiques et évangéliques, par exemple, ainsi que le *Jurema* et le *Catimbó*, des croyances indigènes typiques ou même des participants de religions d'origine africaine comme l'*Umbanda* et le *Candomblé*.



164 définitions différentes cataloguées pour le terme culture, ce qui constituait un obstacle aux travaux impliquant le thème culturel.

Pour comprendre cette difficulté conceptuelle, nous apportons des conceptualisations sur la culture qui peuvent être définies anthropologiquement comme les normes, les valeurs, les croyances, les attentes et les actions conventionnelles d'un groupe (Phelan, Davidson & Cao, 1991), mais qui peuvent présenter d'autres définitions comme les aspects matériels, sociaux, cognitifs et linguistiques de la culture (Leavitt, 1995), ou même les aspects écologiques, sociaux et cognitifs de la culture mis en évidence par Stairs (1995).

Dans ce document, la culture sera considérée en référence à l'environnement culturel de l'école, qui est composé des contextes extra-scolaires et scolaires qui émergent ensemble dans la salle de classe. Les connaître permettra à l'élève de bénéficier d'un apprentissage significatif et utilitaire en cherchant à rapprocher la science scolaire de la culture des élèves. Acioly-Régnier (2018) a défini le contexte comme un ensemble de conditions qui limitent l'action, le résultat d'une situation. Pour l'auteur, si un contexte est une condition antécédente, une situation est un résultat. Ainsi, la situation peut être comprise comme variable dans un contexte donné qui la limite et qui est invariable. Dans le contexte du Sertão, par exemple, nous pouvons avoir une diversité de situations dans les écoles indigènes, *quilombolas*, *sertanejas*, privées et publiques.

Certes, le franchissement des frontières culturelles nécessite une contextualisation qui exige une immersion culturelle de l'enseignant dans le monde quotidien des élèves, en cherchant à éviter un enseignement colonisateur d'un point de vue étranger. Selon Acioly-Régnier (2010), la compréhension de la construction des connaissances dans différents contextes passe par la prise en compte des concepts scientifiques et des concepts quotidiens, les premiers étant formés à partir d'une action intentionnelle de l'école qui fait partie du contexte scolaire, et les seconds, les concepts quotidiens, étant formés spontanément et associés au contexte extra-scolaire.

En ce qui concerne le rôle de l'école dans la prise en compte de la diversité culturelle, nous pouvons mentionner les implications que ces relations peuvent avoir sur les performances scolaires, généralement le succès pour certains groupes culturels et l'échec pour d'autres. Cette relation de réussite et d'échec scolaire a été observée par Silva et al. (2019) qui vérifient la tendance à une faible performance moyenne dans la matière de Chimie des élèves des écoles rurales par rapport à la moyenne des élèves des écoles urbaines de la ville d'Ouricuri-PE, dans le Sertão d'Araripe au Pernambuco.

Un autre auteur qui a abordé la question a été Corbett (2015) en étudiant l'éducation rurale en Australie et en la comparant avec d'autres pays comme le Canada et les États-Unis, a constaté que, en général, les jeunes ruraux avaient une performance inférieure à celle des jeunes urbains et à ce résultat a défendu la stigmatisation de l'environnement rural comme arriéré et non moderne (attributs inverses à l'environnement urbain), permettant que les politiques publiques ne sont pas élaborées à l'environnement rural avec la même importance qu'à celle conférée aux grandes villes, en respectant les particularités du domaine qui empêchent même sa propre définition et identité. Ces relations sont strictement liées aux relations de pouvoir révélées dans les interactions interculturelles favorisant la représentation de la structure sociale au sein de l'école, entraînant des privilèges et des exclusions où la culture jouera un rôle fondamental dans ces différenciations.

A propos de la représentation de la structure sociale dans l'environnement scolaire, Carraher et Schliemann (1983, p.3) en étudiant l'échec scolaire, en particulier dans l'apprentissage des mathématiques, ont vérifié qu'il est sélectif des couches pauvres de la population et qu'il nécessite des explications d'ordre social, économique et culturel, mais qu'il faut aussi analyser ce qui se passe à l'école ainsi que la contribution de l'enfant au processus de connaissance scolaire et éviter ainsi un déterminisme mécanique dirigé uniquement vers les ordres économique, social et culturel. C'est dans cette perspective que nous proposons l'étude holistique de la question multiculturelle dans l'IF Sertão Pernambucano à Salgueiro-PE.

L'école, en tant que médiateur de la relation développement ontologique-développement culturel, est également l'un des facteurs les plus importants dans le maintien d'une structure sociale, comme l'ont vérifié Carraher et Schilemann (1983) :

Les écoles brésiliennes commencent très tôt le processus sélectif en fonction de la couche sociale, puisque déjà dans la première série primaire environ 38% des élèves sont éliminés, par échec ou évasion. Les taux élevés d'échec scolaire dans les couches à faible revenu en première et deuxième année de première année au Brésil semblent garantir la reproduction du système de classes (p. 3).

Cet échec scolaire révélé dans les rapports de force entre les cultures est extrapolé à la vie quotidienne dans laquelle l'individu agit sans nécessairement avoir besoin de connaissances scientifiques, en faisant appel aux connaissances traditionnelles. Aikenhead (1996) a reconnu qu'il y a un échec dans l'application des connaissances scolaires dans la vie extrascolaire de

l'élève, il a déclaré que le contenu scientifique traditionnellement appris à l'école peut rarement être appliqué au monde de tous les jours, ce qui entrave l'objectif de construire une main-d'œuvre qualifiée pour le développement d'une nation, et ceci est dû à la nature étrangère du contenu scientifique.

## **PARTIE 3 : PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE**

### **8. Base méthodologique**

La complexité de notre objet d'étude ne pouvait pas être abordé par une seule approche théorique, comme nous l'avons dit précédemment et encore moins par une seule approche de construction des données. De cette façon, nous apportons une discussion sur la méthodologie de recherche mixte, l'Analyse Statistique Implicative (ASI), la recherche interculturelle et le Modèle de Multiples Perspectives – Pernambuco - MoMuP-PE.

#### **8.1. Méthode d'analyse mixte**

La réalité à multiples facettes dans laquelle nous sommes inséré exige des chercheurs qu'ils prennent en compte les différentes variables qui affectent l'objet de la recherche pour une meilleure analyse et compréhension des résultats. Nous proposons donc dans notre étude la prise en compte méthodologique de l'analyse qualitative et quantitative.

Quantité et qualité ne sont pas totalement dissociées dans la recherche, dans la mesure où, d'une part, la quantité est une traduction, une signification que l'on attribue à l'ampleur avec laquelle un phénomène se présente, d'autre part, elle doit être interprétée qualitativement, car sans cette relation à un quelconque référentiel, elle n'a pas de signification en soi (Gatti, 2002a, p. 32).

Souza et Kerbauy (2017) affirment que la distinction entre quantitatif et qualitatif dans la recherche a résidé dans la dichotomie chiffres-mots (logique binaire cartésienne), limitant la compréhension générale sur la définition des hypothèses épistémologiques, des stratégies et des méthodes. Les mêmes auteurs affirment que la considération et la valorisation conséquente d'une des méthodes par rapport à l'autre semble pour le moins réductionniste, ce qui favorise notre proposition de chercher une base dans le paradigme complexe, non seulement dans la planification didactique-méthodologique, mais aussi dans l'analyse mixte des données.

Santos et al. (2017) montrent que la recherche par méthodes mixtes permet de réaliser des études avec des designs méthodologiques différents, mais qui produisent des données mutuellement complémentaires, favorisant une interprétation plus complète et globale du phénomène investigué. Les mêmes auteurs traitent de l'organisation des lignes directrices pour

le développement de la recherche en méthodes mixtes lorsqu'ils apportent des approches séquentielles de concepts à ce domaine de recherche en traitant les principaux aspects, les stratégies à définir et la notation spécifique pour la recherche mixte.

Ainsi, ils mettent en évidence quatre situations principales où l'utilisation de la recherche par méthodes mixtes est indiquée :

La première est lorsque les concepts sont nouveaux et que la littérature disponible à leur sujet est rare. Dans ce cas, il est nécessaire de procéder à une exploration qualitative avant d'utiliser des méthodes quantitatives. La deuxième situation est celle où les résultats d'une approche peuvent être mieux interprétés avec une deuxième source de données. La troisième situation est celle où, à elle seule, ni l'approche qualitative ni l'approche quantitative ne sont suffisantes pour la compréhension du problème à étudier. Enfin, la quatrième indication est lorsque les résultats quantitatifs sont difficiles à interpréter et que les données qualitatives peuvent aider à les comprendre. (Santos et al., 2017, p. 2)

Le Tableau 4 résume les caractéristiques et les orientations des méthodes mixtes, telles que la prise en compte de la répartition du temps, l'attribution de poids, la combinaison et la théorisation, importantes pour l'organisation méthodologique.

**Tableau 4**

Aspects clés à prendre en compte dans la recherche par méthodes mixtes

<b>Aspecte</b>	<b>Définition</b>
Distribution du temps	Évaluer si les données qualitatives et quantitatives seront collectées par phases (séquentiellement) ou en même temps (simultanément).
Attribution du poids	Il s'agit de la définition de la priorité accordée à la recherche quantitative ou qualitative dans l'étude. On peut accorder le même poids aux données des deux approches ou mettre l'accent sur l'une ou l'autre.
Combinaison	Elle comprend la manière dont les données sont mélangées, c'est-à-dire qu'il s'agit d'établir si les données qualitatives et quantitatives seront effectivement fusionnées, ou seront combinées. On dit que les données sont combinées lorsqu'elles sont reliées, c'est-à-dire lorsqu'il y a une combinaison de recherche quantitative et qualitative avec une analyse des données de la première phase de l'étude et une collecte de données de la seconde phase. L'incorporation se produit lorsque des données secondaires sont collectées et ont pour rôle de soutenir les informations d'une base de données primaire.
Théorisation	C'est la perspective théorique qui guide la mise en œuvre du projet de méthode mixte.

Source : adapté de Santos et al. (2017).

Santos et al. (2017) indiquent qu'en considérant ces principaux aspects pour une recherche par méthodes mixtes, on peut définir six stratégies de recherche mixtes décrites dans la littérature : explicative séquentielle, exploratoire séquentielle, transformative séquentielle, triangulation concomitante, incorporée concomitante et transformative concomitante (Tableau 5).

**Tableau 5**

Principales stratégies de méthodes mixtes.

<b>Stratégie</b>	<b>Définition</b>	<b>Notation</b>
Explicative séquentielle	Données quantitatives sont collectées et analysées dans une première étape de la recherche, suivie par la collecte et l'analyse de données qualitatives basées sur les résultats quantitatifs initiaux.	QUAN → qual
Exploratoire Séquentielle	Données qualitatives sont collectées et analysées dans une première étape de la recherche, suivie par la collecte et l'analyse de données quantitatives basées sur les résultats qualitatifs initiaux.	QUAL → quan
Transformative Séquentielle	Projet en deux phases avec un objectif théorique qui recouvre les procédures séquentielles. Elle comporte une phase initiale (quantitative ou qualitative) suivie d'une seconde phase (quantitative ou qualitative), qui s'appuie sur la phase précédente.	QUAN → qual QUAL → quan
Triangulation Concomitante	Données quantitatives et qualitatives sont collectées simultanément, puis comparées dans le but de déterminer les convergences, les différences et les combinaisons.	QUAN + QUAL
Incorporée Concomitante	Données quantitatives et qualitatives sont collectées simultanément. Cependant, il existe une méthode primaire qui guide le projet et une base de données secondaire.	qual(QUAN)→quan(QUAL)
Transformative Concomitante	Adopte une perspective théorique spécifique, avec des données quantitatives et qualitatives qui sont collectées de manière concomitante. Toutefois, une méthode peut être intégrée à l'autre.	QUAN+QUAL→quan

Source : Santos et al. (2017).

Note : QUAL, qualitative comme méthode principale ; qual, qualitative comme méthode secondaire ; QUAN, quantitative comme méthode principale ; quan, quantitative comme méthode secondaire.

Les notations décrites dans le tableau 5, présentées précédemment, peuvent être comprises comme un système de notation développé pour faciliter l'identification de la nature de la

recherche mixte, puisqu'il permet d'identifier les caractéristiques de base et donc de définir la stratégie de recherche exposée. En outre, Santos et al. (2017) affirment qu'il sert à faciliter la communication entre les chercheurs en méthodes mixtes. Le Tableau 6 présente le système de notation des méthodes mixtes.

**Tableau 6**

Système de notation de méthodes mixtes

<b>Notation</b>	<b>Définition</b>
QUAN	Étude menée de manière quantitative.
QUAL	Étude menée de manière qualitative.
Quan	Données quantitatives secondaires en relation avec les données qualitatives.
Qual	Données qualitatives secondaires en relation avec les données quantitatives.
Signal « + »	Collecte simultanée et concomitante de données quantitatives et qualitatives.
Flèche →	Forme séquentielle de collecte de données, par exemple QUAN → qui (collecte de données primaires quantitatives suivie d'une collecte de données qualitatives secondaires).
Parenthésés ( )	Méthode intégrée dans un projet plus vaste, ex. : qual(QUAN)

Source : Santos et al. (2017).

Comme la méthodologie de recherche mixte se présente elle-même comme une option pour comprendre la réalité de manière holistique, en minimisant les lacunes et la sous-estimation des relations entre les différentes variables, nous y avons identifié l'opportunité de rapprocher notre proposition de la perspective complexe. Dans ce contexte, Souza et Kerbauy (2017) affirment que discuter de la recherche quantitative et qualitative consiste à croiser des perspectives paradigmatiques historiquement caractérisées et que la recherche quanti-qualitative/quali-quantitative et/ou mixte consiste en une tendance qui indique l'émergence d'une nouvelle approche méthodologique.

## **8.2. Analyse Statistique Implicative (ASI)**

L'ASI est définie par Gras et Régnier (2015) comme un champ théorique centré sur le concept d'implication statistique ou, plus précisément, sur le concept de quasi-implication pour le distinguer de l'implication logique et mathématique. Le raisonnement qui soutient l'interprétation des résultats de l'analyse implicative est essentiellement de nature statistique et probabiliste (Gras & Régnier, 2015) ; la force d'une association entre deux variables est évaluée par la probabilité  $P(N_{ma} < n_{ma} | \text{indépendance})$  - qui, dans le cas de l'indépendance, le nombre

d'occurrences ( $N_{ma}$ ) est plus faible que le nombre réellement observé ( $n_{ma}$ ) (Oris, Ritschard & Perroux, 2013).

L'ASI a été développé à partir du besoin d'instruments statistiques qui répondraient aux spécificités des domaines scientifiques qui rencontrent naturellement des difficultés à utiliser et à établir des méthodologies quantitatives comme le domaine de l'éducation. En complément de cette déclaration, nous apportons quelques éléments de l'histoire pratique de cette méthode statistique :

Le développement théorique de l'ASI a été principalement stimulé par une dialectique entre la pratique et la théorie, dans une tension entre deux cadres : la statistique appliquée à quelque chose et la statistique mathématique. Dans divers domaines scientifiques, tels que la didactique des mathématiques, la psychologie, la sociologie, la bioinformatique, etc., les données observées ont été soumises à ce critère d'analyse. Cette application a montré l'efficacité de la méthode dans sa capacité à faire émerger des propriétés que d'autres méthodes ne permettaient pas, mais elle a aussi permis de montrer ses limites qui ont soulevé de nouvelles problématiques autour du concept-objet de la quasi-implication. (Gras & Régnier, 2015, p. 25).

Cette analyse, comme toute autre procédure statistique, nécessite l'utilisation d'un logiciel qui systématise et traite les données de manière computationnelle en produisant des rapports interprétatifs. Pour ASI, on utilise CHIC, dont la dernière version pour Windows est 7.0 (2014). Selon Di Paola et Spagnolo (2009), sa multiplateforme libre s'appelle RCHIC. Pour connaître l'histoire du développement de l'ASI, il faut connaître le développement du CHIC qui a été exécuté par une équipe interdisciplinaire de chercheurs comme le rapportent Gras et Régnier (2015) :

L'extension du développement de l'ASI a également trouvé un appui au sein de l'assistance informatique qui supporte un logiciel dédié, désigné par l'acronyme CHIC (Hierarchical, Implicative and Cohesive Classification) dont la construction a été initiée par Régis Gras en 1985, puis perfectionnée au sein des thèses de Saddo Ag Almouloud (1992) et Harrison Ratsimba-Rajolin (1992). Son entretien et sa



mise à jour sont garantis par Raphaël Couturier (2008). (Gras & Régnier, 2015, p. 25).

Ainsi, Couturier, Bodin et Gras (2004, p.1, apud Freitas et al., 2019) citent que les principales fonctions du logiciel CHIC sont d'extraire d'un jeu de données, croisant sujets et variables (ou attributs), des règles d'association entre variables, de fournir un indice de qualité d'association et de représenter une structuration des variables obtenues par ces règles. Les données sont transformées en termes d'indicateurs et, dans CHIC, elles ont été saisies comme des variables binaires, qui comprennent uniquement deux valeurs, 0 et 1, représentant respectivement l'absence et la présence, le vrai et le faux, le oui et le non, etc. (Gras & Almouloud, 2002 ; Freitas et al. 2019).

Dans notre recherche, nous utiliserons l'arbre cohésif et le graphe implicatif comme ressources analytiques de l'ASI qui sont générées par le programme CHIC 7.0 (2014). L'ASI sont en expansion et en développement continu, comme le soulignent Di Paola et Spagnolo (2009), car il existe plusieurs domaines scientifiques d'application de l'ASI. Nous pouvons mentionner Pazmiño-Maji, García-Peñalvo et Conde-González (2017) qui, en étudiant et en mettant en relation les publications sur l'ASI avec d'autres méthodes statistiques (*KDD - Knowledge Discovery in Databases and Data-Mining*) ont constaté que la littérature sur l'ASI est surtout produite en France correspondant à 40% des publications et que les études les plus significatives étaient dans les domaines de l'informatique (32%), Les Sciences Sociales (24%), les Mathématiques (23,6%) et les décisions scientifiques (6%) sont responsables d'environ 80% des publications sur l'ASI.

Dans la thématique impliquant l'éducation interculturelle, le thème central de cette proposition de recherche, il existe plusieurs utilisations de l'ASI comme outil d'analyse quantitative dans des propositions de méthodologies de recherche mixtes (quali-quantitatives). Par exemple, nous pouvons citer la recherche sur les classes multiculturelles composées de Chinois et d'Italiens où l'ASI a contribué à intégrer des variables, dans les classes, en évaluant la façon de penser, le comportement et les stratégies des élèves Chinois et Italiens dans le processus d'apprentissage des mathématiques liées à leurs cultures respectives (Di Paola & Spagnolo, 2009). Toujours dans la même ligne d'interculturalité, nous signalons le travail de Pérez-Caraballo, Acioly-Régnier et Régnier (2012) qui, dans une étude dans le domaine de la psychologie, avec des individus issus de populations internationales de la frontière Brésil-Uruguay, ont mis en évidence l'ASI en identifiant la prévalence des identités nationales au détriment des identités

frontalières ; Dans une autre étude, Acioly-Régnier et Régnier (2005) mentionnent l'influence de l'ASI dans la perception des connaissances culturelles extra-scolaires et scolaires, se produisant en même temps dans le processus d'interaction de différents systèmes symboliques révélant des contrastes entre les concepts quotidiens et scientifiques.

Dans le domaine de la construction des concepts et de la constitution paradigmatique, également considéré par notre proposition de recherche, nous pouvons citer Fazio et Spagnolo (2008) qui, en enquêtant sur les lignes philosophiques et méthodologiques (constructivisme, aristotélico-galiléen, platonicien, etc.) des élèves de premier cycle du cours d'enseignement secondaire de l'Université de Palerme, en Italie, qui souhaitaient travailler dans l'enseignement des Mathématiques et de la Physique, ont perçu que le constructivisme présent à l'université et dans l'enseignement secondaire influence le profil des futurs enseignants. Gras et Larher (1994) citent l'étude de Londeix, dans laquelle une hiérarchie des stades selon Piaget a été reconstruite à partir d'un test, montrant un décalage différentiel dû aux contextes des exercices du test, vérifiant les hypothèses psychologiques qui influencent la construction des concepts.

Dans un autre thème qui nous intéresse, nous soulignons l'étude exploratoire de la formation humaine dans les travaux des Colloques internationaux sur l'ASI, réalisés par Cunha, Ferreira et Acioly-Régnier (2018) qui ont signalé les domaines de l'éducation des enseignants, de la formation professionnelle et de la formation humaine comme les thèmes les plus présents dans la recherche. Tous ces exemples de l'applicabilité de l'analyse statistique implicite ne font que renforcer l'importance de cette méthodologie pour la recherche dans l'enseignement des sciences.

### **8.3. Recherche interculturelle**

Borborema (2015) affirme que l'échec scolaire se produit précisément avec le mauvais sujet, celui qui ne répond pas aux perspectives de l'école. Et dans notre hypothèse, l'échec est lié à la construction de concepts, avec des questions ethnoculturelles et leurs relations dans la salle de classe, principalement lorsque cet environnement est formé par des groupes ethniques subjugués depuis leur formation sociale initiale.

Dans son étude sur la coexistence à l'école, Franco (2018) a souligné que les documents officiels des départements et ministères de l'éducation de plusieurs pays d'Amérique latine, tels que le Chili, le Pérou, l'Argentine et le Mexique le travail sur la coexistence à l'école est devenu une partie explicite de leurs politiques éducatives, soulignant la nécessité dans ces pays d'une coexistence sûre et positive pour neutraliser la violence à l'école et fournir un contexte approprié

pour le développement des processus d'apprentissage. La coexistence scolaire est formée par les relations interpersonnelles et, dans la salle de classe, elle influence le développement des processus d'apprentissage.

Ainsi, les entretiens et les récits de vie sont des méthodes importantes pour la connaissance et l'analyse socioculturelle pour les recherches menées dans les classes, comme le préconisent Franco (2018) et Borges (2018). Pour notre étude, nous proposons d'utiliser l'organisation proposée par Kidman, Yen et Abrams (2013) appelée triade d'investigation interculturelle et qui est présentée dans le prochain sujet, « Cadre méthodologique », spécifiquement sur la recherche interculturelle.

#### **8.4. Le Modèle des Multiples Perspectives - Pernambuco - MoMuP-PE en tant que proposition didactique-méthodologique**

Le Modèle des Multiples Perspectives (MOMUP), développé par Carvalho (2011) dans l'enseignement de la littérature portugaise que Brayner-Lopes (2015) a adapté à l'enseignement de la biochimie pendant le doctorat en raison des particularités du domaine d'enseignement. Cela a amené Brayner-Lopes (2015) à différencier le modèle proposé par Carvalho (2011) en l'appelant Modèle des Multiples Perspectives - Pernambuco (MoMuP-PE).

Ainsi, le modèle présenté ici fonctionne avec un seul cas, qui peut être décomposé en unités plus petites - les mini-cas, qui explorent des aspects particuliers du cas, contribuant à l'élucider. Au cours du processus d'internalisation conceptuelle, on observe des aspects procéduraux spécifiques, reconnus par Brayner-Lopes (2015), tels que : (1) Déconstruction guidée et réflexive : approfondissement conceptuel depuis la perspective de la Biologie systémique-complexe à travers la construction individuelle d'un Schéma Conceptuel dans un *Parking Lot*<sup>21</sup> (ECPL) ; (2) Reconstruction articulée et paradigmatique : réélaboration des articulations conceptuelles dans la construction d'un nouvel ECPL collectif et coopératif.

Le MoMuP-PE a été consolidé dans les études et les recherches des groupes de recherche du CNPq<sup>22</sup> « *Formação de Professores* » (formation des enseignants) et « *Laboratório de Pesquisa em Ensino das Ciências – LAPEC* » (Laboratoire de Recherche sur l'Enseignement des Sciences), tous deux de l'Université Fédérale Rurale de Pernambuco (UFRPE) et liés au

---

<sup>21</sup> *Parking Lot* est une banque de symboles textuels (mots) ou imagés (figures, diagrammes, etc.) qui peut représenter des concepts. L'objectif du *Parking Lot* est de servir de guide pour la construction d'une carte ou d'un schéma conceptuel.

<sup>22</sup> CNPq - Conseil National pour le Développement Scientifique et Technologique brésilien.

*Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática - PPGEC/UFRPE* (Programme d'Études Supérieures sur l'Enseignement des Sciences et des Mathématiques). Il a effectué des recherches appliquées dans l'enseignement supérieur dans le cadre du premier cycle en sciences biologiques de l'UFRPE (Couto et al., 2016) et du premier cycle en Chimie de l'IF SERTÃO-PE Campus Ouricuri (Santos de Aquino et al. 2016 ; Santos de Aquino et al, 2017) et récemment, il y a eu des études théoriques qui rapprochent le MoMuP-PE de l'école soviétique de psychologie, en particulier de la BOA (Base d'Orientation de l'Action) spécifique de Galperin (Sá, 2017 ; Sá et al. 2018 et 2019 ; Sá, Jófili & Carneiro-Leão, 2019).

Sá et al. (2018) disent que les éléments fonctionnels de MoMuP-PE permettent de l'analyser comme étant une Base d'orientation d'activités spécifiques pour l'apprentissage de concepts propres à la Biologie, en considérant sa nature et dans une perspective systémique-complexe. Le MoMuP-PE prend en compte les trois dimensions de la base psychologique du processus d'enseignement préconisé par la théorie historico-culturelle : l'étude, les actions et les compétences dans le processus d'internalisation (plan mental).

## **8.5. Structure méthodologique**

### **8.5.1. Évaluation éthique de la recherche**

La recherche a été initiée après l'approbation éthique de la recherche avec des êtres humains effectuée par le système CEP/CONEP<sup>23</sup> étant enregistré sous le numéro CAEE : 32536620.2.0000.9547 (Annexe 1).

### **8.5.2. Dessin méthodologique**

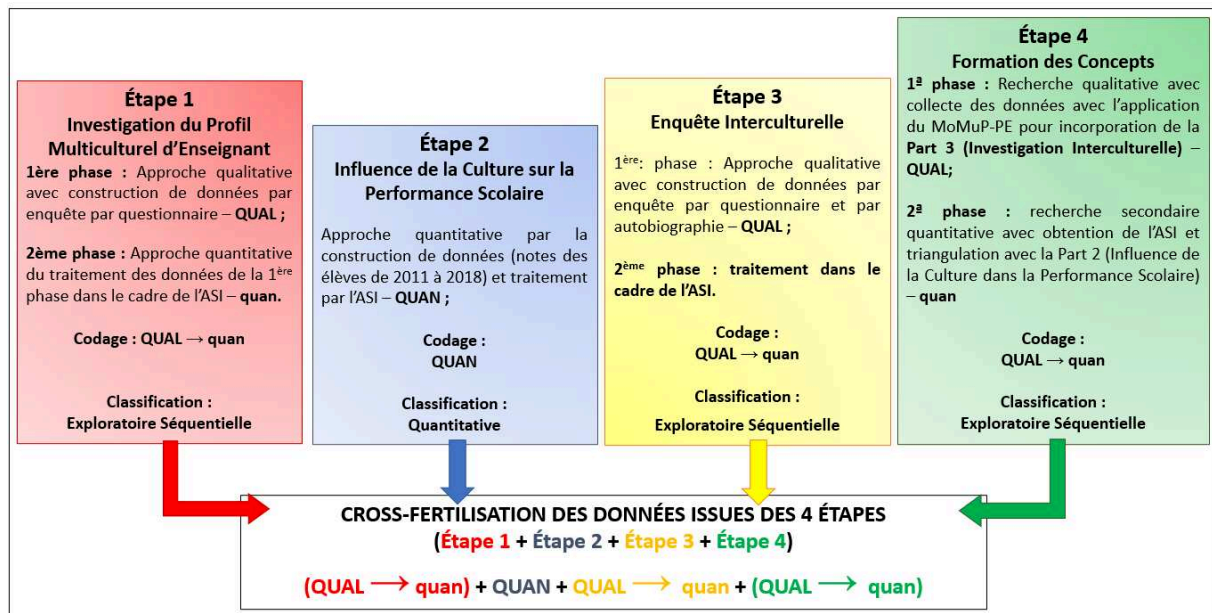
Selon le fondement théorique de la recherche mixte, il nous appartient maintenant de présenter, dans le Schéma 5, le design mixte de notre proposition de recherche en accord avec Santos et al. (2017). Elle est mise en évidence dans le schéma 5, l'organisation de la recherche des parties et la complémentation du tout par la fertilisation croisée (Carragher, 1989 ; Sawchuk, 2008).

---

<sup>23</sup> Le système brésilien CEP/CONEP est lié au CNS (Conseil National de la Santé) et est responsable de l'évaluation éthique des projets de recherche développés au Brésil. Elle est composée d'une commission nationale (CONEP - Commission Nationale d'Éthique de la Recherche) et d'une commission locale, liée à une unité de recherche, comme les universités fédérales (CEP - Commission d'Éthique de la Recherche de l'UFRPE). Le système fonctionne par le biais de *Plataforma Brasil*, une plateforme numérique pour le dépôt des propositions, par les chercheurs, et l'accès pour l'évaluation éthique des documents (projet et autres documents) par les examinateurs.

## Schéma 5

### Design de la recherche de méthodologie mixte



Source : auteur.

Pour comprendre le schéma 5, il convient de noter que la recherche en question est structurée en quatre parties (étape 1 - enquête sur le profil multiculturel du corps enseignant ; étape 2 - influence de la culture sur les performances scolaires ; étape 3 - recherche interculturelle des élèves ; et étape 4 - construction des concepts). Chacune de ces parties à une structure méthodologique spécifique, mais elles contribueront à répondre au problème central de la recherche, dans une tentative d'approche de la réalité en joignant les parties pour comprendre le tout, selon la pensée complexe d'Edgard Morin (2001).

L'étape 1, qui traite de l'enquête sur le profil multiculturel des enseignants du cours de Lycée Agricole, a été réalisée en deux phases : la première, par la collecte de données qualitatives à l'aide de questionnaires semi-structurés (Appendice B). Cette phase est classée comme qualitative de niveau primaire conférant la notation « QUAL ». Dans la seconde phase, les données qualitatives seront quantifiées et analysées selon l'ASI, servant de base secondaire à l'interprétation des données qualitatives qui la soutiennent. Ainsi, les données de cette deuxième phase reçoivent la notation « quan ». Et la structure de recherche de la partie 1 reçoit la notation : « QUAL → quan » ; puisque la flèche indique la séquence d'obtention des données, en commençant par la collecte de données qualitatives primaires, suivie de l'obtention de données quantitatives secondaires pour soutenir les données qualitatives primaires. La recherche de l'étape 1 est alors classée comme une recherche séquentielle exploratoire mixte.

L'étape 2, qui vise à étudier l'influence de la culture sur les performances scolaires, est une étape purement quantitative avec l'ASI, car elle servira de support aux compréhensions de la partie 4 et à la triangulation finale des données.

L'étape 3 visait une recherche interculturelle avec quatorze qui sont les mêmes que ceux qui participeront à l'étape 4 qui porte sur l'étude de la construction des concepts. L'étape 3 est également exploratoire séquentielle « Qual → quan » et ses résultats seront intégrés à l'étape de recherche de l'étape 4.

La quatrième étape de la recherche sur la construction des concepts en biochimie, se compose de deux phases. La première, est due à la recherche qualitative en incorporant les données de l'étape 3 (recherche interculturelle) pour la planification du dispositif d'éducation numérique et une deuxième phase pour l'ASI. Elle est classée comme exploratoire séquentielle « QUAL → quan ».

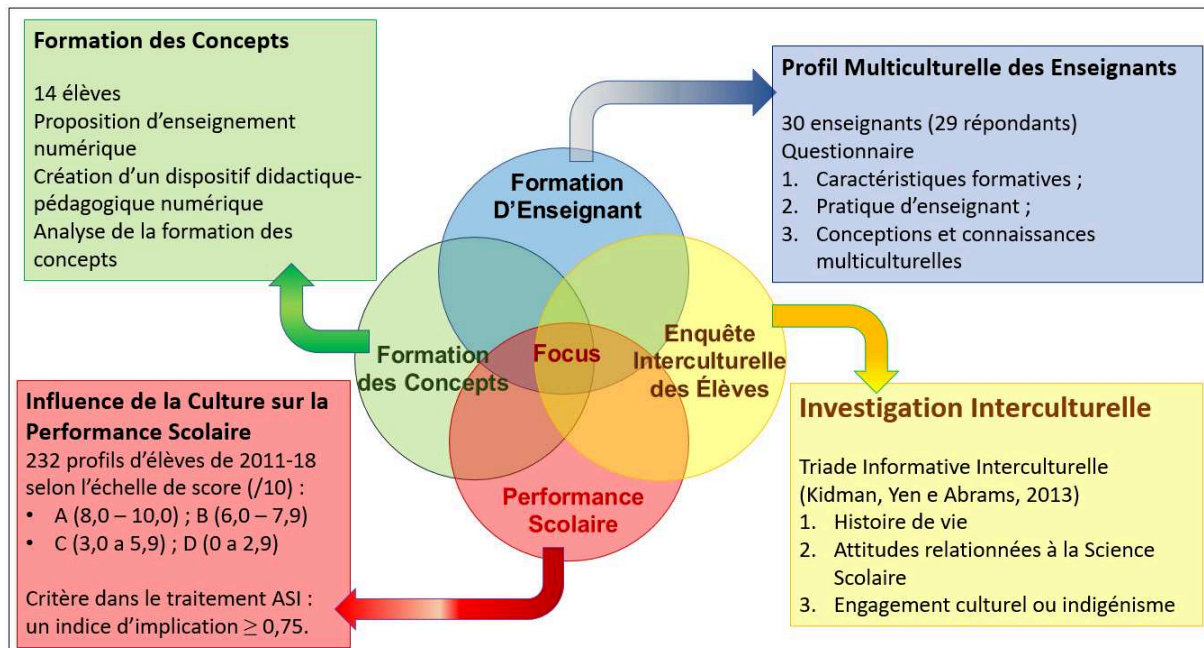
La recherche de ces quatre étapes suit l'analyse de l'ensemble à partir d'une fertilisation croisée. Ce schéma présenté dans le schéma 5 et décrit séquentiellement, nous sert de base pour démontrer la solidité de la structure méthodologique mixte, car comme indiqué par Paranhos et al. (2016) l'un des principaux défis est d'assurer l'unité du design de recherche, ceci parce qu'il est courant que le travail finisse par se fragmenter en designs de recherche parallèles. Pour une compréhension holistique nous avons utilisé la fertilisation croisée (Carragher, 1989 ; Sawchuk, 2008).

#### **8.6. Les particularités méthodologiques de chaque étape**

Nous vous rappelons notre souci de développer notre recherche basée sur le Paradigme Complexe ; nous présentons un design méthodologique qui cherche à répondre aux exigences d'une recherche éducative soucieuse de la compréhension d'un ensemble possible. Ainsi, nous présentons quatre parties, composées d'axes thématiques-méthodologiques (Schéma 6) qui permettent une compréhension holistique de la construction des concepts.

## Schéma 6

Axes thématiques et méthodes utilisées dans une étude intégrée



Source : auteur.

Note : le centre de la figure (Focus) indique la compréhension intégrée des quatre étapes comme une tentative de comprendre l'ensemble ; selon Morin (1991, 2000), l'analyse intégrée se fera par fertilisation croisée (Carraher, 1989 ; Sawchuk, 2008).

### 8.6.1. Méthode de l'Étape 1 : le profil des enseignants

La recherche pour identifier le profil multiculturel a été appliquée à vingt-neuf enseignants qui travaillent dans le cours de l'école secondaire intégrée à l'agriculture technique de l'IF Sertão-PE, Campus Salgueiro.

Par le biais d'un questionnaire (Appendice B) numérique semi-structuré (Google Forms®) qui a été disponibilisé par courriel institutionnel et par une application de communication sur les téléphones intelligents. Le questionnaire était structuré de manière à étudier trois aspects généraux liés aux questions multiculturelles selon la conception du multiculturalisme de Candau (2008) : 1. caractéristiques et formation académique des enseignants ; 2. pratique de l'enseignement ; et 3. Conceptions éducatives et multiculturelles et connaissances théoriques.

Les données ont été organisées dans des feuilles de calcul Microsoft Excel® (2010) pour une analyse descriptive en pourcentage et pour répondre aux particularités requises par le logiciel CHIC® 7.0 (2014) destiné à l'analyse statistique implicite. Pour l'ASI, dans cette partie de la recherche, on a considéré le niveau minimum d'implication de 0,70 et le calcul statistique

considérant les « nœuds significatifs », l'implication selon la théorie classique et la loi binomiale. Sur le plan analytique, nous avons opté pour l'obtention de graphes implicatifs de type cône, où les relations implicatives sont concentrées sur des variables spécifiques en fonction de leur importance pour la compréhension des résultats. L'identité des répondants a été préservée conformément aux principes éthiques.

### **8.6.2. Méthode de l'étape 2 : hypothèses de l'influence culturelle sur les performances scolaires**

Pour cette étude, les données seront recueillies auprès des élèves du Lycée Agricole de 2011 à 2018, totalisant 232 élèves qui ont constitué 517 profils d'élèves<sup>24</sup> de l'année 1 à l'année 4 du Lycée Agricole. Les élèves ne sont pas identifiés. Les informations concernant le sexe, le groupe social auquel ils appartiennent (indigènes, *quilombolas*, *sertanejos* traditionnels et urbains) et les moyennes obtenues dans toutes les composantes du programme d'études qui seront étudiées individuellement ou en groupes disciplinaires à partir de deux groupes de disciplines de base sont prises en compte : Propédeutique et techniques.

Pour analyser les données de performance, nous avons utilisé l'ASI, où les moyennes<sup>25</sup> dans chaque matière ont été classées sur une échelle conceptuelle D (notes entre 0 et 2,9), C (notes entre 3,0 et 5,9), B (6,0 à 7,9) et A (8,0 à 10 points). Nous considérons l'indice d'implication minimum de 0,75 et il peut être analysé par le biais du graphique implicatif ou de l'arbre implicatif. Pour cela, le logiciel Classification hiérarchique implicative et cohésive - CHIC® version 7.0 (2014) sera utilisé.

### **8.6.3. Méthode de l'étape 3 : Recherche interculturelle**

Quatorze élèves de la 4<sup>ème</sup> année du Lycée Agricole ont participé, soit une *quilombola*, quatre indigènes (deux *Truká* et deux *Atikum*), cinq *sertanejos* et quatre urbains. Il s'agit des mêmes élèves qui ont participé à l'intervention didactique de la quatrième et dernière partie de la recherche et dont l'identité a été protégée par le secret éthique.

---

<sup>24</sup> Pour la période de 2011 à 2018, le lycée intégré à l'enseignement technique en agriculture et élevage a présenté un total de 232 élèves, qui présentent plus d'un profil d'élève. Le profil de l'élève est équivalent à chaque année du lycée agricole. Ainsi, le même élève présente un profil dans chacune des quatre séries du cours de la 1<sup>ère</sup> à la 4<sup>ème</sup> année, soit un total de 517 profils.

<sup>25</sup> Au Brésil, le système d'évaluation le plus courant est la base 10/10, utilisée dans l'IFSertãoPE.



Nous utiliserons la proposition méthodologique de la triade informative pour la recherche en éducation interculturelle signalée par Kidman, Yen et Abrams (2013) qui considère trois classifications de base pour la collecte de données :

1. Les histoires de vie (pour obtenir des informations sur leurs familles, leurs activités non scolaires, les célébrations, les vacances, les aliments qu'ils aimaient manger et les lieux et territoires qu'ils aimaient avoir ou qui ils aimaient être) ;
2. Les attitudes liées à la science scolaire (leurs expériences et leurs perceptions de la science en classe en particulier et de manière générale, des scientifiques, des connaissances scientifiques et de la science) ;
3. Engagement culturel ou indigénisme (informations sur leur participation aux expériences et aux relations entre les communautés indigènes et les groupes majoritaires).

Le questionnaire (joint en Appendice C) a été appliqué par le biais d'entretiens par vidéoconférence enregistrés via Google Meet®, puis transcrits<sup>26</sup> à l'aide du logiciel MaxQDA® 2020.

Pour réaliser les analyses, nous utilisons quatre axes basés sur Kidman, Yen et Abrams (2013).

1) la culture scolaire : (1.1) la science scolaire : nature humaine, réalité sociale, étude ; (1.2) enseignement à distance : planification de la classe, activités numériques et intensité, utilisation de la webcam, école virtuelle, processus d'enseignement-apprentissage, vidéoconférences, adaptation, infrastructure ; 2) culture : différences, lieux particuliers, goûts et habitudes, alimentation, connaissances traditionnelles, histoire de la famille et de la communauté, loisirs et sports, religiosité et expérience culturelle ; 3) famille : taille du noyau, interaction avec les enfants et les personnes âgées, informations sur les parents ; 4) travail : type, importance et relation travail-études.

En plus de l'analyse qualitative guidée par la triade d'investigation interculturelle (Kidman, Yen & Abrams, 2013), nous avons utilisé l'ASI comme méthode secondaire (de soutien analytique). Nous avons considéré l'indice d'implication minimum de 0,60 en raison du petit nombre de sujets dans cette étape (quatorze élèves).

---

<sup>26</sup> Nous avons choisi de ne pas inclure les transcriptions dans les annexes de cette thèse pour protéger les données scientifiques non utilisées dans ce travail.

#### 8.6.4. Méthode de l'étape 4 : La construction des concepts en Biochimie

Cette étape était composée de deux phases : le développement d'un dispositif méthodologique-numérique qui contemplait la multiculturalité des élèves et l'application de ce dispositif dans une intervention didactique-pédagogique.

##### 8.6.4.1. Développement d'un dispositif numérique pour l'enseignement de la Biochimie

La planification du dispositif s'est basée sur l'identification du lait comme thème transversal identifié dans les entretiens avec les élèves et permettant de travailler l'enseignement et l'apprentissage de la Biochimie de manière complexe et interculturelle. Le lait a été mentionné directement et indirectement à travers des plats typiques qui utilisent du lait ou des produits laitiers comme le fromage de *coalho*<sup>27</sup>, la confiture de lait et le curd.

Sans expérience ni conseils basés sur la gamification, nous avons utilisé la logique d'un jeu de société sur un sentier pour servir de base à un programme d'enseignement et d'apprentissage intitulé « Sur la Route du Lait ». Le dessin du panneau a été réalisé au crayon aquarelle avec la représentation d'une partie de la carte du monde, où un sentier, avec 13 maisons, qui commence en Europe (péninsule ibérique) passe sur l'Afrique et traverse l'océan Atlantique, jusqu'à se connecté à la région nord-est du Brésil.

Les éléments figuratifs de la carte représentent des éléments géoclimatiques des continents et des représentations d'animaux mammifères importants pour la production de lait tout au long de l'histoire de l'humanité, qui ont également joué un rôle important dans la constitution des différentes cultures du monde, tels que les vaches, les chèvres, les moutons, les buffles, les ânes, les chameaux, les lamas et les alpagas. Les mammifères domestiques représentés sur le tableau ont reçu des éléments culturels qui soulignent l'adaptation de ces espèces au territoire brésilien, comme l'âne indigène, la vache et la chèvre *sertaneja* et le buffle *marajoara*<sup>28</sup>.

Après la création du tableau, qui unit la géographie, la biologie et l'histoire à travers des dessins, nous avons procédé à la planification de l'activité numérique où nous avons utilisé la logique de classe synchrone de l'apprentissage à distance, à travers l'utilisation de Google Meet®

---

<sup>27</sup> Fromage de *coalho* est un fromage blanc typique du Nord-est du Brésil.

<sup>28</sup> *Marajoara* fait référence au peuple indigène *Marajoara* de la région amazonienne du nord du Brésil, sur l'Île de Marajó dans l'État du Pará, où se trouve la plus grande population de buffles du pays. Les buffles, ainsi que les bovins, les chèvres, les moutons, les chevaux, les ânes et les porcs sont des animaux domestiques (à l'exception des bubalins, qui sont une espèce en cours de domestication) exotiques au Brésil, apportés par les colons européens.

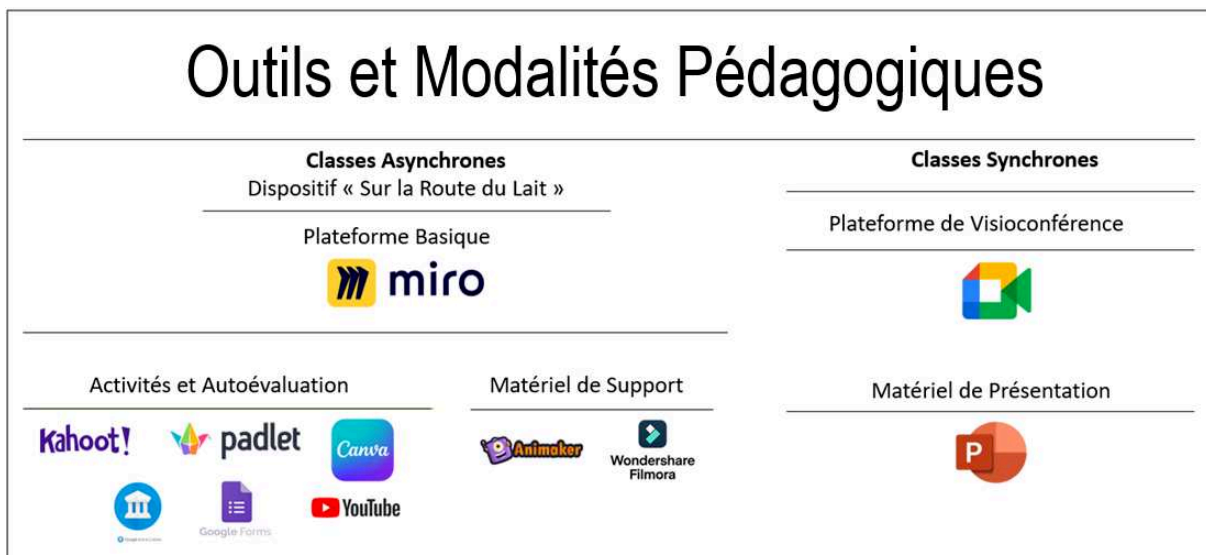
comme plateforme de vidéoconférence et des activités asynchrones également entièrement numériques et interactives à travers l'application Miro® qui a servi de système de base structurel et mécanique pour le fonctionnement du tableau.

Grâce à Miro®, il a été possible de distribuer des ballons colorés sur la carte et sur le parcours, où les ballons ont différentes orientations en fonction de leur couleur, comme des ballons pour les directives générales, pour la fourniture d'exercices, l'auto-évaluation et l'évaluation de la proposition, et des contenus interdisciplinaires liés au thème et à la biochimie, qui sont fournis par le biais d'hyperliens. Dans la vidéo<sup>29</sup> qui présente le fonctionnement du dispositif, vous pouvez voir comment fonctionne le dispositif virtuel didactique-pédagogique « Sur la Route du Lait ».

Pour la mécanique du dispositif, prévue pour des activités asynchrones, d'autres applications de support ont été utilisées pour répondre aux exigences spécifiques de la proposition didactique-pédagogique, comme le montre la Figure 5.

**Figure 5**

Relations entre les classes asynchrones et synchrones avec les outils numériques utilisés



Source : auteur.

Les dispositifs d'activité et d'auto-évaluation sont composés de Kahoot®, Padlet®, Canva® et Google Forms® pour répondre aux différentes manières de développer des activités en tenant

<sup>29</sup> Lien pour accéder le vidéo de présentation du dispositif didactique-pédagogique numérique : <https://www.youtube.com/embed/foSYM6fAJyo?feature=oembed>.

compte du multilinguisme (textes, audios, dessins, schémas et marqueurs numériques par clic). Kahoot® permet l'utilisation de questionnaires interactifs avec l'utilisation d'images, de texte et d'audio dans des questions subjectives et objectives avec un temps maximum pour les réponses dans une dynamique compétitive. Avec Padlet®, il est possible de créer des tableaux numériques pour exposer les activités, permettant l'interaction entre les élèves, y compris le dépôt de productions par le biais de fichiers d'images, d'audios, de textes et de vidéos. Canva® a été utilisé comme ressource pour créer des schémas conceptuels pour répondre aux questions. Google Arts®<sup>30</sup> et YouTube® ont été utilisés pour soutenir la médiation de contenu par le biais d'hyperliens afin de promouvoir la visualisation d'expositions d'art (peintures, photographies et textes), ainsi que de vidéos traitant du lait dans une perspective interdisciplinaire et interculturelle.

L'application de montage vidéo Wondershare Filmora®, a été utilisée pour créer le videobook « Sur la Route du Lait »<sup>31</sup>. L'Animaker®<sup>32</sup> a été utilisé comme support pour la création de quatre courtes animations contextualisées avec les cultures quotidiennes de la région de Salgueiro pour la proposition de problèmes proches de la réalité des élèves selon le MoMuP-PE.

#### 8.6.4.2. Application de l'intervention didactique-pédagogique numérique

Les cours synchrones ont été enregistrées et analysées avec les productions des élèves dans le dispositif « Sur la Route du Lait ». Nous avons analysé ces données à travers avec la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990), l'approche culture, cognition, affectivité d'Acio-

---

<sup>30</sup> 1) Exposition d'œuvres d'arts sur l'agriculture et l'élevage dans le 17<sup>ème</sup> jusqu'à 19<sup>ème</sup> siècle : <https://artsandculture.google.com/usergallery/dgLCDiCmDzc7JA?hl=pt-BR> ; 2) Exposition sur le fromage de brebis de la Sardaigne : <https://artsandculture.google.com/exhibit/pecorino-romano/gOe-L-BB?hl=pt-BR> ; 3) Exposition sur le fromage mixte italien au lait de vache, de chèvre et de brebis appelé Roccaverano. [https://artsandculture.google.com/exhibit/robiola-di-roccaverano/gQd\\_e2gM?hl=pt-BR](https://artsandculture.google.com/exhibit/robiola-di-roccaverano/gQd_e2gM?hl=pt-BR) ; 4) Exposition sur le fromage Mozzarella de buffle de Sicile. <https://artsandculture.google.com/exhibit/mozzarella-di-bufala-campana/gOenNbrj?hl=pt-BR> ; 5) Exposition sur le typique fromage italien Quartirollo. <https://artsandculture.google.com/exhibit/quartirollo-lombardo/gQezdvpq?hl=pt-BR>.

<sup>31</sup> Videobook est un vidéo sérié pour présenter une histoire. Dans notre cas sont quatre épisodes : le premier épisode parle sur la photosynthèse comme le processus biochimique des herbes que va produire les biomolécules importantes à production du lait (<https://youtu.be/cx31Y47Efxw>) ; le deuxième épisode parle sur la fermentation microbienne dans le rumen de la vache qui va dégrader les herbes que la vache a mangé en structure moléculaire (<https://youtu.be/tlgb5Efzj4M>) ; le troisième épisode montre le processus de digestion chimique dans l'intestin grêle de la vache et le processus d'absorption des biomolécules (<https://youtu.be/KHLNebWpn1I>) ; le quatrième épisode montre la distribution des biomolécule à travers du sang à la glandule mammaire qui va synthétiser le lait (<https://youtu.be/ATCOEn8T1ks>).

<sup>32</sup> Mini-cas 1 : accouplement interspécifique (<https://youtu.be/3NdJSqhxfew>) ; Mini-cas 2 : Intolérance au lactose et ethnicité ([https://youtu.be/puO6uYD\\_c-k](https://youtu.be/puO6uYD_c-k)) ; Mini-cas 3 : Lactase pour l'intolérance au lactose (<https://youtu.be/sjWJgMYzSAk>) ; Mini-cas 4 : Le fromage de *coalho* et la lactose (<https://youtu.be/fv7wpU5Dpw>).

Régnier (2019) et avec l'approche de concepts biochimiques selon Couto et al. (2016) selon le Tableau 7.

**Tableau 7**

Les catégories d'analyses des constructions de concepts scientifiques en Biochimie

<b>Catégories</b>	<b>Objectives</b>
Cohérence conceptuelle	Analyser l'application conceptuelle correcte en fonction des références du contenu spécifique (biochimie).
Théorie des Champs Conceptuels et Théorie des Franchissements de Frontières Culturelles	Identifier les franchissements des frontières culturelles en percevant la généralisation conceptuelle dans laquelle l'application des contenus scientifiques avec des éléments de la vie quotidienne de l'élève.
Erreurs conceptuels	Identifier les idées fausses sur les concepts, lorsque les concepts scientifiques sont mal compris et par conséquent mal appliqués.
Écart conceptuelles	Identifier les lacunes conceptuelles, lorsque les concepts scientifiques sont partiellement compris ou appliqués.
Limitations paradigmatiques	Identifier et analyser l'influence des paradigmes scientifiques (traditionnels et complexes) dans la construction des concepts, spécifiquement dans l'analyse des catégories : relations interdisciplinaires, cohérence conceptuelle, lacunes et malentendus conceptuels, et niveaux de relations multiculturelles établis.
Engagement	Identifier et catégoriser le niveau d'engagement dans les activités scolaires asynchrones pour l'analyse concernant la participation en commentant les ballons (faible engagement : moins de 50%, intermédiaire entre 50% et 70% et élevé au-dessus de 70%), concernant le type au niveau de discussion dans le commentaire (profond, intermédiaire et superficiel) et par rapport au niveau d'interaction sociale (aucune interaction, interaction avec l'enseignant, interaction avec d'autres élèves).

Source : auteur.

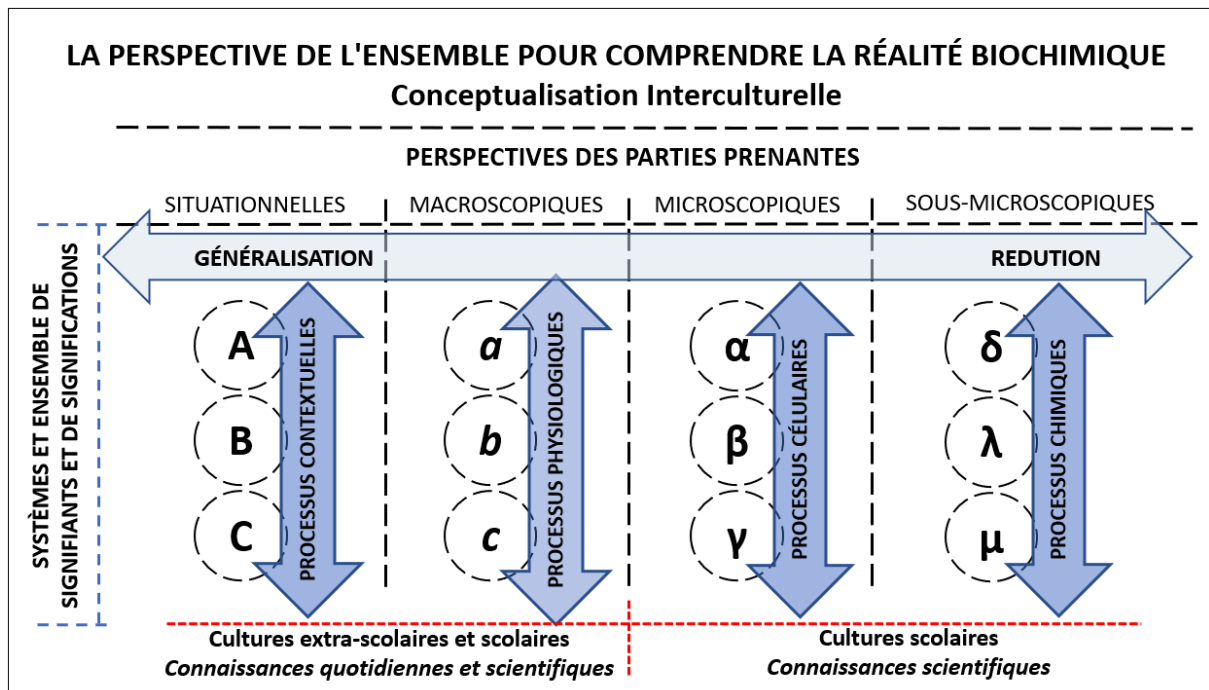
L'analyse de la construction des concepts a pris en compte la théorie du franchissement des frontières culturelles (Aikenhead, 1996, 1997), la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990) et leurs relations interculturelles (Acioly-Régnier, 2019) et l'analyse conceptuelle en biochimie (Carneiro-Leão et al. 2009 ; Couto et al. 2016). Les analyses sont appliquées à des productions scolaires distinctes appartenant au moment asynchrone et à une activité finale du moment synchrone des cours.

Dans le Schéma 7, nous présentons la structuration de l'analyse de la construction des concepts en biochimie que nous utilisons dans notre étude et qui s'inscrit dans l'articulation théorique du

paradigme de la complexité (Morin, 2003), de l'analyse des concepts biochimiques (Carneiro-Leão et al. 2009 ; Couto et al. 2016), de la théorie du franchissement des frontières culturelles (Aikenhead, 1996 et 1997) et de la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990 ; Acioly-Régner, 2019). Les théories se complètent et contribuent à l'analyse des concepts de biochimie.

### Schéma 7

Schéma d'analyse des constructions conceptuels



Source : auteur.

Le schéma 7 montre que la conceptualisation en biochimie se construit dans des situations contextuelles qui vont du niveau macroscopique au niveau sous-microscopique représentant le réductionnisme de la réalité opéré par le paradigme cartésien dans un sens horizontal.

Chaque niveau de réalité est constitué de différents champs conceptuels, représentés par les symboles contenus dans les cercles en pointillés. Chaque champ conceptuel contient un schéma composé de signifiants et de signifiés. Ces champs conceptuels sont également liés les uns aux autres du point de vue de l'organisation cartésienne.

Les structures en pointillés et les transparences des flèches bleues représentent la perméabilité et la possibilité d'intersection entre les parties qui confèrent l'interculturalité, l'interdisciplinarité et la pensée complexe consécutive à travers l'articulation entre les concepts dans le processus de construction conceptuelle.

Les perspectives situationnelles et macroscopiques composent les champs conceptuels extra-scolaires et scolaires, mais les perspectives micro et submicroscopiques s'intéressent exclusivement à la culture scolaire.

Outre l'analyse qualitative, on a utilisé l'ASI avec un indice d'implication minimum de 0,60, sélection des calculs selon l'option « nœuds significatifs », implication selon la théorie classique et la loi binomiale. Les graphiques implicatifs ont été générés par le biais du mode cône, afin de vérifier les relations entre les variables considérées plus importantes pour la compréhension de l'objet d'étude.

## PARTIE 4 : RÉSULTATS ET DICUSSIONS

### 9. Étape 1 : Le Profil Multiculturel Des Enseignants

Cette analyse accompagne les séances du questionnaire d'enquête, portant d'abord sur les caractéristiques générales des enseignants, telles que la tranche d'âge, le sexe, l'origine et la durée d'expérience ; le parcours académique des enseignants, l'identification de leur formation initiale, s'ils ont une licence ou une *Licenciatura*, s'ils ont un master ou un doctorat, ou s'ils suivent un cours de deuxième ou troisième cycle ; les influences multiculturelles dans la pratique de l'enseignement, les pratiques qui reflètent le multiculturalisme, qu'elles soient intentionnelles ou non ; et enfin, l'identification du niveau de connaissance des enseignants sur le multiculturalisme, ce qu'ils savent du champ théorique que nous considérons comme corrélé aux pratiques culturelles indirectes, comme la théorie historique culturelle, et ce qu'ils savent des paradigmes scientifiques, des théories et pratiques constructivistes, etc.

Ces considérations sur le multiculturalisme sont faites en considérant la formation de l'enseignant de manière large et dynamique selon les théoriciens Shulman et Tardif, puisque les connaissances de l'enseignant ne sont ni statiques ni limitées. Par conséquent, l'enseignant peut changer d'attitude grâce à la gestion cognitive d'une série d'attributs et de concepts : pédagogiques, scientifiques et émotionnels, qui sont nécessaires dans toute relation interpersonnelle, comme c'est le cas dans la relation complexe entre l'enseignant et l'élève.

Sur la préoccupation concernant la recherche pédagogique, Tardif (2014) dit ce qui suit :

Le danger qui menace la recherche pédagogique et, plus largement, toute recherche dans le domaine de l'éducation, est celui de l'abstraction : ces recherches se fondent trop souvent sur des abstractions, sans tenir compte de choses aussi simples mais aussi fondamentales que le temps de travail, le nombre d'élèves, la matière à enseigner et sa nature, les ressources disponibles, les contraintes présentes, les relations avec les pairs et avec les enseignants spécialisés, les connaissances des agents, le contrôle de l'administration scolaire, etc. (p. 115).



De cette façon, nous positionnons le multiculturalisme dans la formation des enseignants, en considération à une grande variété de facteurs qui peuvent l'indiquer et/ou l'influencer dans la pratique de l'enseignement. De cette manière, nous sommes en mesure de comprendre le multiculturalisme dans la pédagogie de l'environnement scolaire en l'articulant avec d'autres composantes du processus du travail d'enseignement (Tardif, 2014). Par conséquent, nous pensons que la connaissance du profil multiculturel des enseignants contribue à la compréhension de la construction des concepts scientifiques, puisque l'enseignant est responsable de la médiation du franchissement des frontières culturelles entre la culture des élèves et la culture scientifique. Comprendre le profil de l'enseignant nous permettra non seulement de justifier une recherche scientifique en soi, mais aussi d'aller au-delà, de contribuer à la structure multiculturelle de la réalité scolaire dans sa complexité, à la lumière de la construction des concepts en biochimie.

### **9.1. Caractéristiques générales des enseignants**

Le Lycée Agricole compte avec un total de 30 enseignants répartis dans une diversité de domaines scientifiques entre les disciplines techniques et propédeutiques. De cet univers d'échantillon d'enseignants, nous avons eu la participation de 29 enseignants, ce qui équivaut à 96,6%.

Un groupe composé majoritairement d'hommes, 66,7% et 33,3% des femmes, et de jeunes où 77,8% ont entre 20 et 40 ans. Les enseignants âgés de 40 à 60 ans représentent 22,2% et appartiennent exclusivement au domaine technique. Les bruns et les blancs sont majoritaires, représentant 44,4% chacun, et seulement 11,1% sont noirs.

En ce qui concerne la formation, 59,3% sont des enseignants du domaine propédeutique (Biologie, Chimie, Mathématiques, Géographie, etc.) et 40,7% appartiennent au domaine technique (Agronomie, Zootechnie, Administration, Ingénierie Alimentaire, Technologue en Irrigation, etc.)

Compte tenu du système éducatif brésilien, qui exige un diplôme en *Licenciatura* pour travailler comme enseignant dans l'éducation de base, seuls 37% des enseignants qui travaillent dans le Lycée Agricole ont cette formation. Parmi les enseignants non-licenciés, 22,2% sont en train de passer le diplôme de *Licenciatura*, une donnée importante pour la formation des enseignants brésiliens et le développement institutionnel de l'IFSertãoPE à Salgueiro.

Après avoir présenté ce premier panorama, nous soulevons la réflexion à partir de la question suivante : que peut nous dire l'expérience d'enseignement sur le multiculturalisme dans la

formation et la constitution de l'enseignant ? Le multiculturalisme ne sera pas seulement une conception théorique de l'enseignant, mais aussi une pratique humaine révélant la culture, puisqu'il émergera dans sa pratique pédagogique. Dans de nombreux cas, la conception du multiculturalisme n'a pas encore été conçue par l'enseignant, mais elle est envisagée à travers l'influence de sa formation humaine, à partir de la famille, ce qui l'amène à appliquer des méthodes multiculturelles même sans le savoir, lorsqu'il considère les questions sociales et culturelles des élèves comme une question liée à l'humanité.

Cette pratique humaine intégrée au multiculturalisme se développe également au cours de l'activité d'enseignement, en faisant en sorte que l'expérience en classe permette à l'enseignant de percevoir les nuances socioculturelles et, ainsi, d'utiliser les connaissances découlant de ces observations et sensibilités pour améliorer la relation avec l'élève et, par conséquent, améliorer le processus d'enseignement et d'apprentissage. À cet égard, Tardif (2014) affirme que, par la nature active des élèves, ils peuvent offrir une résistance aux initiatives de l'enseignant, ce qui oblige ce dernier à faire en sorte que les actions des élèves s'harmonisent avec les siennes, au lieu de s'y opposer.

## **9.2. Profil multiculturel dans la pratique des enseignants**

Tous les enseignants du Campus Salgueiro ont déclaré qu'ils identifient des élèves de différentes cultures dans les salles de classe du Lycée Agricole. Seuls 7,4% d'entre eux ne considèrent pas la science comme une culture et, lorsqu'on les interroge sur les cultures qu'ils perçoivent chez les élèves de la classe, tous mentionnent la culture indigène.

L'identification des différentes cultures est la première étape des relations multiculturelles, ainsi 85,2% des enseignants ont déclaré qu'ils se préoccupent de connaître la culture des élèves et de considérer les manières d'apprendre, car pour 88,9% les élèves apprennent différemment selon la culture. Cependant, il y a des enseignants qui pensent que les élèves apprennent de la même manière dans une vision d'uniformisation culturelle, ils représentent 11,1% des enseignants.

Il y a eu quelques contradictions parmi les enseignants, par exemple, bien que seulement 11,1% aient déclaré croire à l'apprentissage homogène, 22,2% des enseignants pensent que la classe qu'ils dirigent rencontre tous les élèves de la même manière. Dans ce cas, la pratique de l'uniformisation culturelle se double.

Cela peut signifier que pour cette partie qui se contredit, théoriquement, ils sont conscients et sensibles aux différences cognitives impliquées par la culture, mais que, dans la pratique, ils exigent les mêmes performances scolaires de manière homogène. Cela peut aussi être l'effet de

la croyance en l'égalité des conditions face à la mauvaise interprétation de la méritocratie au Brésil, où l'on croit - à tort - que l'opportunité est la même pour tous sans considérer, précisément, les individualités qui résultent des relations socioculturelles et économiques, principalement.

Plus de la moitié des enseignants déclarent préparer des cours axés sur les particularités culturelles des élèves (55,6%), tandis que 44,4% ne préparent pas de cours axés sur la contextualisation des différentes cultures des élèves. En ce qui concerne la possibilité de conflits entre les connaissances scientifiques et culturelles des élèves, 96,3% des enseignants sont d'accord pour dire qu'ils peuvent se produire en classe.

Parmi les enseignants qui ont répondu qu'ils ne cherchent pas à connaître la culture des élèves, 67,0% ont dit qu'ils n'y avaient jamais pensé, ce qui montre un manque de connaissances sur le sujet. Le pourcentage de ceux qui ont déclaré ne pas avoir de temps disponible pour réfléchir au sujet et préparer des stratégies d'enseignement multiculturelles était de 33,0%, mais ils ont déclaré s'inquiéter de connaître les cultures des élèves.

Il y a une croyance de la part des enseignants (33,0%) que certaines matières permettent l'enseignement interculturel et d'autres non. Il s'agit d'un véritable défi pour la recherche dans le domaine de l'enseignement des sciences ou des sciences de l'éducation, car il s'agit d'un facteur limitant pour le respect de la législation exigeant l'enseignement des cultures afro-brésiliennes et indigènes dans l'éducation de base. L'enseignement multiculturel se limite aux disciplines des sciences humaines (Portugais, Histoire, Géographie, Sociologie et Philosophie), comme nous pouvons le voir dans le PPC du Lycée Agricole (Brésil, 2019) où les préoccupations concernant le thème multiculturel se limitent à ces disciplines. Mais, en fait, l'enseignement multiculturel peut être appliqué à n'importe quelle autre matière comme les mathématiques ou les matières des sciences de la nature (Biologie, Physique et Chimie).

À la question de savoir si les enseignants sont curieux de connaître l'histoire des élèves, 92,6% d'entre eux ont répondu par l'affirmative, dont 44% ont allégué l'appréciation et l'utilisation de la théorie historique culturelle (THC) ; 56% de ce total visent à connaître l'histoire des élèves pour développer des actions de motivation. Parmi la partie des enseignants qui ont déclaré ne pas être curieux de connaître l'histoire des élèves (7,4%), ceux-ci ont invoqué le manque de temps comme raison, car cela compromettrait l'accomplissement du programme d'études.

Interrogés sur le THC, 48,1% ont répondu qu'ils le connaissaient, contre 51,9% qui ne le connaissent pas. Cette donnée peut être mise en relation avec le pourcentage d'enseignants qui

sont diplômé en *Licenciatura*, puisque le THC appartient au domaine des diplômes en *Licenciatura*, ou des cours liés au domaine de l'éducation, comme la Pédagogie et la Psychologie.

Lorsqu'ils se décrivent en tant qu'enseignants, 92,6% déclarent aimer les classes participatives ; 88,9% sont préoccupés par l'enseignement et la qualité de l'apprentissage ; 85,2% des enseignants sont concernés par la classe dialoguée ; 74,1% se déclarent flexibles et négociateurs ; 63% sont multidisciplinaires ou interdisciplinaires ; 55,6% sont des enseignants pratiques ; 51,9% sont théoriques ; 44,4% s'occupent de la présentation et de l'exposition du contenu ; 40,7% sont des motivateurs ; 25,9% appliquent les technologies de l'information et de la communication en classe (TIC) ; 18,5% se considèrent comme traditionnels ; 18,5% se considèrent comme innovants en classe ; 7,4% sont rigides ou stricts en classe et, enfin, 3,7% aiment la classe silencieuse.

L'auto-description des enseignants peut expliquer certaines pratiques pédagogiques également décrites par ces derniers, puisque l'enseignant finit par faire de sa praxis une extension de ce qu'il est et de ce qu'il pense, tout comme l'affirme Tardif (2014) :

[...] les relations exigent que les enseignants s'impliquent personnellement dans les interactions, car ils ont affaire à des personnes qui peuvent détourner et neutraliser, de différentes manières, le processus de travail et dont ils doivent obtenir l'assentiment ou le consentement, voire la participation. En ce sens, la personnalité de l'enseignant est une composante essentielle de son travail. (p. 141).

Cela dit, Tardif (2014) cite un exemple, donné par Legault et Royer (1998), selon lequel certaines pratiques disciplinaires, comme l'expulsion d'élèves par exemple, n'étaient pas utilisées de manière uniforme dans les écoles, mais étaient pratiquées par une minorité d'enseignants qui réglaient les problèmes de groupe de cette manière. Peu après, Tardif (2014) affirme que ces phénomènes - et bien d'autres du même type - révèlent que la personnalité des enseignants imprègne la pratique pédagogique : il n'y a pas de manière objective ou générale d'enseigner ; chaque enseignant transpose dans sa pratique ce qu'il est en tant que personne.

### **9.3. Identification des connaissances sur la culture et le multiculturalisme**

Lorsqu'ils ont été interrogés sur les connaissances multiculturelles, 92,6% des enseignants ont déclaré n'avoir reçu aucune formation à ce sujet, tandis que 7,4% d'entre eux ont déclaré avoir appris ce sujet dans le cadre de la pratique didactique au cours de leur cursus. En ce qui concerne la prise en compte d'un enseignement multiculturel et contextualisé, 55,6% des enseignants ont déclaré avoir l'intention de les appliquer en classe. Contre 44,4% qui ne considèrent pas les questions socioculturelles. Parmi ceux qui ne prennent pas en compte les questions socioculturelles pour la planification didactique, un tiers d'entre eux ont déclaré que la charge de travail et les exigences liées au respect des menus les en empêchent.

En ce qui concerne les conflits entre les connaissances culturelles et scientifiques des élèves, 96,3% des enseignants pensent que cette possibilité existe, mais 27% d'entre eux l'identifient comme faisant partie des problèmes culturels. Pour la prise en compte des questions socioculturelles, la connaissance de la Théorie Historique Culturel (THC) aurait certainement un grand impact sur la perception et la prise en compte des questions multiculturelles ; cependant, un peu plus de la moitié (56%) ont affirmé connaître la THC, et 44% des enseignants ont déclaré n'avoir jamais écouté parler de la THC.

La grande majorité des enseignants (96,3%) considèrent l'école comme un environnement multiculturel, et tous considèrent la langue comme un élément constitutif de la culture. La langue des élèves est considérée par 74% des enseignants comme un vecteur qui facilite le processus d'enseignement-apprentissage ; 51,9% pensent que la langue des élèves doit être développée à l'école et que les élèves ne détiennent pas la langue scolaire ou scientifique. Sur les enseignants que considèrent la coresponsabilité entre l'enseignant et l'élève pour le processus d'enseignement et d'apprentissage composent 81,5%, et que tous deux doivent partager leurs langues dans la communication scolaire. Lesquels qui pensent que la préoccupation doit être exclusive à l'enseignant représente 11,1% et 7,4% n'ont jamais pensé à l'importance de la langue en classe. Ce résultat montre une lacune dans les connaissances formatives de l'enseignant, qui seraient l'étude de la langue et de la communication, y compris la sémiotique.

En ce qui concerne le multiculturalisme au Brésil, 48,1% ont déclaré que les écoles brésiliennes présentent une diversité culturelle, mais que la diversité n'est pas prise en compte par l'enseignant ou l'école ; 37,0% sont d'accord pour dire que les écoles brésiliennes sont multiculturelles parce qu'elles enseignent en tenant compte de la réalité de l'élève ; 22,2%

pensent que les écoles brésiliennes sont multiculturelles parce qu'elles permettent l'accès à des personnes de toute culture ; en tant que 11,1% pensent que les écoles au Brésil ne présentent pas de diversité culturelle, même si tous les enseignants ont indiqué qu'ils percevaient des cultures distinctes dans la classe, ce qui dénote une contradiction.

En ce qui concerne la connaissance des paradigmes scientifiques, la plupart des enseignants ont déclaré connaître le paradigme traditionnel (59,3%) ; est un sujet méconnaissable pour 44,4% qui n'avaient jamais entendu parler des paradigmes scientifiques, 22,2% ont déclaré avoir appris le paradigme systémique, 18,5% le paradigme émergent et seulement 7,4% le paradigme complexe. En ce qui concerne l'identification des enseignants aux paradigmes, 55,6% ne savent pas comment informer et 37% s'identifient au paradigme traditionnel. Sur ce point, nous avons identifié une lacune à étudier : qu'est-ce que les enseignants comprennent comme un paradigme et comme un paradigme de la science ? De telles recherches permettraient de mieux élucider une analyse sur la connaissance des paradigmes scientifiques et didactiques-méthodologiques.

En analysant les résultats concernant les connaissances des enseignants sur le multiculturalisme, il est possible de réaliser que les connaissances sont données de manière superficielle, en raison de lacunes dans la compréhension, de contradictions et d'idées fausses sur le sujet.

#### **9.4. Application de l'ASI sur les données du profil multiculturel des enseignants**

L'ASI nous permet d'analyser les relations d'implication avec les variables les plus importantes pour comprendre le profil des enseignants. Ainsi, nous cherchons à comprendre ces relations à travers des graphiques implicatifs en mode cône pour les variables liées à la formation des enseignants (Licenciado)<sup>33</sup> ou non (Bacharel), les enseignants du domaine propédeutique (Form\_Proped), les enseignants du domaine technique (Form\_Tec), et les enseignants qui s'identifient au paradigme cartésien (Auto-Id\_Paradig\_Trad).

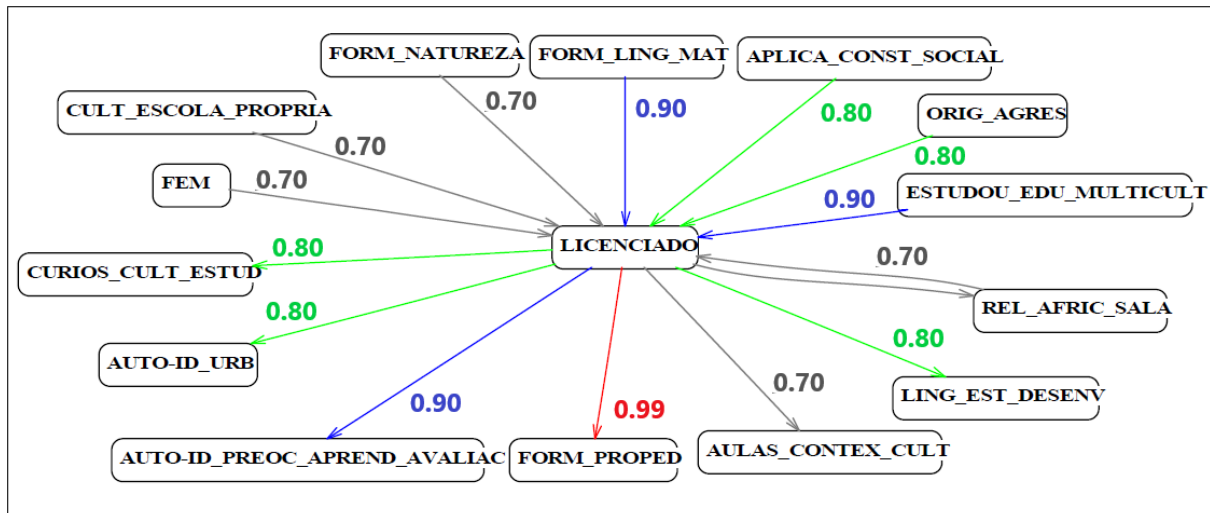
La première analyse peut être faite à l'aide du Graphe implicatif 1 où l'on voit que les enseignants dans le domaine des sciences naturelles (Form\_Nature) et des langues et mathématiques (Form\_Ling\_Mat) impliquent des enseignants avec un diplôme de *Licenciatura*.

---

<sup>33</sup> Les variables présentes dans les graphes implicatifs seront indiquées dans le texte entre parenthèses.

## Grappe Implicatif 1

Caractéristiques des enseignants diplômé en *Licenciatura*



Source : obtenu à travers du logiciel CHIC 7.0 (2014).

Notes : les indices d'implications sont indiqués sur le graphe implicatif au même couleur de sa respective flèche.

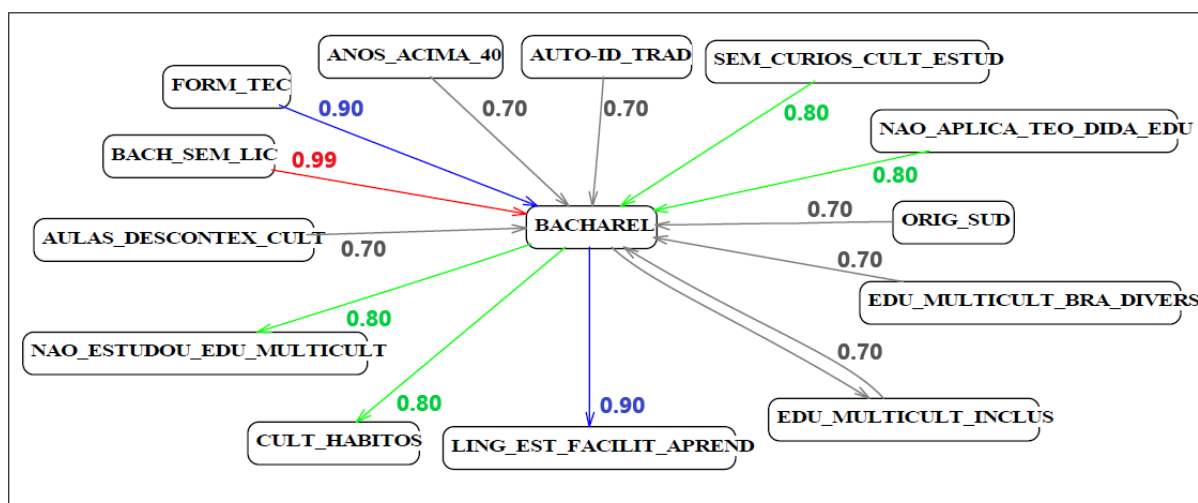
Du point de vue de la pédagogie multiculturelle, les enseignants qui appliquent la théorie constructiviste (Aplica\_Const\_Social), qui ont étudié l'éducation multiculturelle (Estudou\_Edu\_Multicult), qui se préoccupent d'aborder la culture afro-brésilienne en classe (Rel\_Afric\_Sala) et qui cherchent à prendre en compte la culture présente dans l'école (Cult\_Escola-Propria) impliquent d'être des enseignants diplômés en *Licenciatura* (Licenciado).

Ces enseignants (Licenciado) impliquent des enseignants soucieux de connaître la culture des élèves (Curios\_Cut\_Estud), se consacrent aux questions liées à l'apprentissage et à l'évaluation scolaire (Auto-ID\_Preoc\_Aprend\_Avaliac), constituent le corps enseignant de la zone propédeutique (Form\_Proped), dispensent des cours contextualisés (Aulas\_Context\_Cult) et considèrent le développement de la langue à l'école à partir de la langue des élèves (Ling\_Est\_Desenv).

Les caractéristiques des enseignants bacheliers (Bacharel) sont visibles dans le Graphe implicatif 2. Nous commençons par mettre en évidence que les enseignants du domaine technique (Form\_Tec), qui n'ont pas de diplôme en *Licenciatura* (Bach\_Sem\_Lic), qui ont plus de 40 ans (Anos\_Ac\_acima\_40) et qui sont originaires du sud-est du Brésil (Orig\_Sud) ont tendance à être des enseignants bacheliers (Bacharel).

## Graphe implicatif 2

Caractéristiques des enseignants sans diplôme en *Licenciatura*



Source : Logiciel CHIC 7.0 (2014).

Quant aux caractéristiques pédagogiques et multiculturelles, les enseignants qui s'identifient au paradigme cartésien (Auto\_ID\_Trads), qui ne contextualisent pas leurs cours (Aulas\_Descontex\_Cult), n'ont aucun intérêt à connaître la culture des élèves (Sem\_Curios\_Cult\_Estud), pensent que l'éducation brésilienne est multiculturelle en raison de la présence de diverses cultures à l'école (Edu\_Multicult\_Bra\_Divers) et qu'ils n'appliquent pas les théories didactique-pédagogiques (Nao\_Aplica\_Teo\_Dida\_Edu) ont tendance à être des enseignants bacheliers ou non diplômés en *Licenciatura* (Bacharel).

Les enseignants bacheliers (Bacharel) ont tendance à croire que l'éducation multiculturelle se limite à l'acceptation des élèves de toute culture à l'école (Edu\_Multicult\_inclus), à percevoir la culture dans les habitudes des gens (Cult\_Habitos), sont des enseignants qui n'ont pas étudié l'éducation multiculturelle dans la formation supérieure (Nao\_Estudied\_Edu\_Multicult).

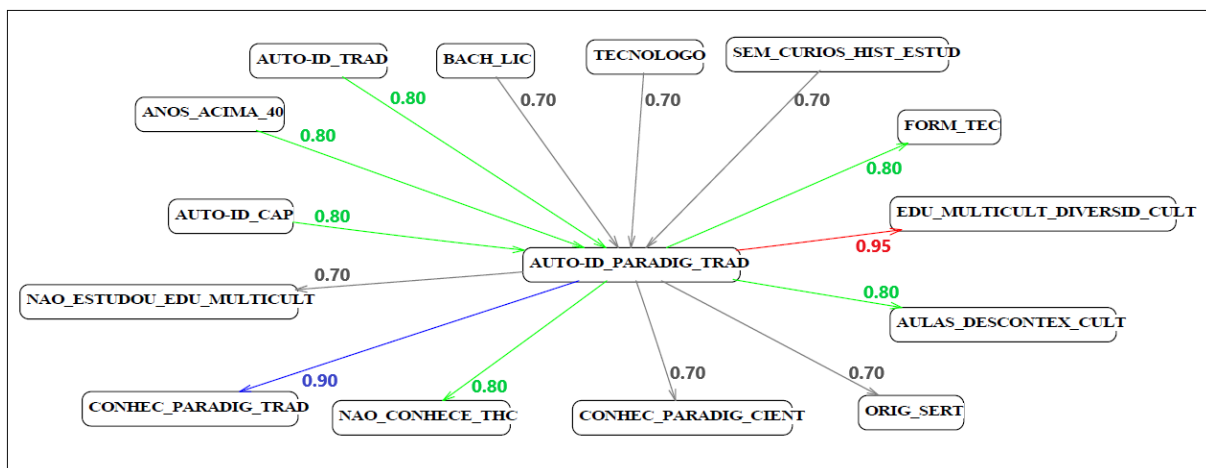
Ces relations configurent un comportement colonisateur qui renforce les classifications intermédiaires du multiculturalisme de Candau (2008), c'est-à-dire, d'une homogénéité et d'une prévalence de la relation de pouvoir social disharmonieuse infériorisant les cultures minoritaires. Cette compréhension est due au fait de la suprématie culturelle existant entre la culture urbaine sur les autres cultures, telles que la culture rurale. À propos de cette relation de pouvoir de la culture urbaine, nous mentionnons Souza, Souza et Orrico (2019) : l'idéologie urbaine guide un processus d'homogénéisation, de négation, de subjugation et même d'effacement de la culture rurale.



En ce qui concerne l'influence du paradigme cartésien dans la pratique et la connaissance des enseignants, nous pouvons l'analyser à travers le Graphe implicatif 3. Les enseignants qui s'identifient à ce paradigme ont comme caractéristiques formatives le fait d'être des enseignants du domaine technique (Form\_Tec), d'être des enseignants bacheliers avec un second degré en *Licenciatura* (Bach\_Lic) ou diplômé en technologie (Tecnologo), ils sont des enseignants d'origine cultural *Sertaneja* (Orig\_Sert) et qui ont plus de 40 ans (Anos\_Acima\_40).

### Graphe implicatif 3

Caractéristiques des enseignants qui s'identifient avec le paradigme cartésien.



Source : Logiciel CHIC 7.0 (2014).

Le paradigme cartésien influence la façon dont les enseignants pensent et agissent, y compris d'un point de vue multiculturel. L'identification au paradigme cartésien (Auto\_ID\_Paradig\_Trad) implique des leçons décontextualisées sans souci de la culture de l'élève (Aulas\_Descontex\_Cult) voire par le manque d'intérêt pour la connaissance de la culture des élèves (Sem\_Curios\_Hist\_Estud). Pour être liés à la formation technique (Form\_Tec) les enseignants qui s'identifient au paradigme cartésien (Auto\_ID\_Paradig\_Trad) n'impliquent aucune connaissance de l'éducation multiculturelle (Nao\_Estudou\_Edu\_Multicult) ni de la théorie historico culturelle (Nao\_Conhece\_THC) deux connaissances acquises par la formation en *Licenciatura*.

Les données montrent que les enseignants du premier cycle, issus du groupe propédeutique, sont sensibles et préparés à reconnaître le multiculturalisme en classe et à fournir des pratiques interculturelles concernant les élèves. La formation des enseignants brésiliens n'apporte qu'une contribution minimale aux pratiques basées sur les théories éducatives et pédagogiques qui contribuent à l'interculturalité.

D'autre part, les enseignants du domaine technique, qui n'ont pas de diplôme en *Licenciatura*, présentent des caractéristiques traditionnelles, basées sur le paradigme cartésien et qu'il existe des relations d'implications entre cette formation et les pensées et les attitudes pédagogiques d'ordre colonialistes, basées sur la standardisation culturelle et méritocratique.

Ces relations renforcent la compréhension subjective de l'importance de la formation initiale des enseignants pour un enseignement de qualité, les enseignants étant mieux préparés quant aux connaissances spécifiques de la profession. À cet égard, nous citons Tardif (2000) qui affirme que les professionnels doivent s'appuyer sur des connaissances spécialisées et formalisées. Dans la plupart des cas, cela se fait par le biais de disciplines scientifiques au sens large, comprenant, bien sûr, les sciences naturelles et appliquées, mais aussi les sciences sociales et humaines, ainsi que les sciences de l'éducation.

Toujours sur ces implications liées à la formation des enseignants - que nous considérons comme importantes pour une éducation multiculturelle - Shulman (1987) défend l'idée que les enseignants devraient être formés sur la base de trois axes de connaissance : le contenu pédagogique, le contenu curriculaire et le contenu spécifique à enseigner. A propos de cet ensemble de connaissances requises de la part de l'enseignant, l'auteur a nommé *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), que Fernandez (2015) définit comme l'ensemble des connaissances qui distinguent l'enseignant d'une discipline donnée de celui qui est spécialiste de cette même discipline. C'est exactement dans cette différence soulignée par Fernandez que nous trouvons une partie de la réponse aux résultats trouvés à ce stade de la recherche

### **9.5. Profil Multiculturel Différentialiste**

Les vérifications effectuées dans cette enquête nous permettent de classer le profil multiculturel des enseignants en exercice dans le Lycée Agricole de l'IFSertãoPE, comme différentialiste selon Candau (2008). Cette définition comprend un niveau intermédiaire de multiculturalisme, dans lequel les différentes identités culturelles sont soulignées et le besoin d'espaces appropriés pour que chacun puisse exprimer librement sa propre culture. Dans ce cas, les enseignants, dans leur majorité, conçoivent l'égalité entre les ethnies, les situations possibles de déficience de tout ordre, acceptent les normes et les valeurs de manière égale entre les hommes selon le discours méritocratique (confondu avec la réalité brésilienne) et soulignent ainsi les différences culturelles et les naturalisent, affirmant leurs différences, mais ignorant la production historique

et sociale des identités. Il y a une tendance d'une standardisation culturelle où s'applique le pouvoir de la culture dominante encore colonisant.

Cependant, l'identification de ce profil d'enseignant multiculturel, comme monoculturel ou différentialiste, indique une conception positive qui est le potentiel que les enseignants ont pour identifier des cultures distinctes, évitant ainsi l'invisibilisation. À ce sujet, Candau (2014) nous dit que :

Il est important que les pratiques éducatives partent de la reconnaissance des différences présentes dans l'école et dans la classe, ce qui nécessite de rompre avec les processus d'homogénéisation, qui invisibilisent et cachent les différences, en renforçant le caractère multiculturel des cultures scolaires. (p. 32).

Toutefois, en ce qui concerne l'objectif principal de notre proposition, quel est le rapport entre cette recherche sur le profil multiculturel des enseignants et la construction de concepts scientifiques dans une classe multiculturelle ? Avec ces résultats, nous suivons l'évidence de l'influence du profil de l'enseignant dans sa relation multiculturelle avec les élèves, ce qui impliquera, hypothétiquement, dans la construction des concepts scientifiques et conséquemment dans la performance scolaire.

## **10. Étape 2 : Influence de la culture sur la performance scolaire**

Dans cette partie, dans laquelle nous abordons l'influence de la culture sur les performances scolaires, nous analysons 517 profils d'élèves par année et par classe, sur la période de 2011 à 2018. Ainsi, il a été possible d'observer que les élèves urbains ont composé 305 profils (58,9%), tandis que les profils des élèves *sertanejos* correspondaient à 161 profils (31,1%), suivis de 46 profils indigènes (8,9%) et de seulement cinq profils *quilombolas* (1,1%). Ces données peuvent montrer que le faible nombre d'élèves indigènes et *quilombolas* contribue à leur invisibilisation à l'école, même s'il existe une communauté *quilombola* et un territoire *Atikum* sur le territoire de Salgueiro.

Avant de commencer à présenter les données, il est important de se positionner pour définir que la performance scolaire, par le biais des notes ou des concepts, est comprise comme le résultat d'un processus didactique-pédagogique important et diversifié dans l'enseignement scolaire :

l'analyse de l'apprentissage. À ce stade, plus précisément, nous considérons que les éléments de l'analyse des performances scolaires (notes ou concepts) proviennent du processus évaluatif positiviste et déterministe classé comme vérification de l'apprentissage, conceptuellement distinct de l'évaluation de l'apprentissage :

L'école fonctionne avec la vérification et non avec l'évaluation de l'apprentissage, car : l'évaluation, contrairement à la vérification, implique un acte qui va au-delà de l'obtention de la configuration de l'objet, nécessitant la décision de ce qu'il faut faire devant ou avec lui. La vérification est une action qui « fige » l'objet ; l'évaluation, à son tour, oriente l'objet dans un parcours dynamique d'action (Luckesi, 1998, p. 76).

Cependant, la performance scolaire offre des informations importantes car elle constitue, comme le dit Gatti (2002b), une culture prépondérante dans le quotidien de l'école. Par conséquent, cette performance est considérée comme un résultat du processus d'analyse de l'apprentissage dans notre recherche. Les performances scolaires par cultures - qui sont présentées et discutées - sont interprétées non seulement d'un point de vue éducatif, mais aussi d'un point de vue politique et social. Cela indique que dans un pays historiquement colonial comme le Brésil, les discussions décoloniales devraient être obligatoirement présentes.

Cette étape de la recherche a été divulguée dans un article complet lors du 11<sup>ème</sup> Colloque International sur l'Analyse Statistique Implicative (ASI 11) qui s'est déroulé dans la ville de Belfort, en France, du 3 au 6 novembre 2021. Le travail intitulé « Analyse statistique implicative et analyse de la variance : étude statistique et comparative sur la performance scolaire dans une classe multiculturelle » (Santos de Aquino et al. 2021) a cherché à étudier l'application de la méthode quantitative mixte sur les mêmes données de la performance scolaire du Lycée Agricole. Dans cette optique, nous ne considérerons ici que les données relatives à l'ASI.

Nous avons vérifié que les moyennes les plus basses de la performance scolaire appartiennent aux élèves *quilombolas*, présentant une moyenne se référant au concept « D » ; suivis par les indigènes avec le concept « C » ; puis les élèves urbains qui présentent une performance scolaire du concept « B » ; et, finalement, les élèves *sertanejos* avec le concept « A ». Dans le Tableau 8 nous présentons les données de la performance des élèves par culture/ethnie.

**Tableau 8**Mentions de performance scolaire<sup>34</sup> par culture

<b>Culture</b>	<b>Concept (Equivalence)</b>
<i>Sertaneja</i>	A (8,0 à 10,0)
Urbaine	B (6,0 à 7,9)
Indigène	C (3,0 à 5,9)
<i>Quilombola</i>	D (0,0 à 2,9)

Source : auteur.

Il convient de noter que les informations du tableau précédent représentent des tendances en matière de performance, puisqu'il s'agit de résultats obtenus par le biais de l'ASI, qui, à son tour, présente une base de calcul probabiliste. Son interprétation indique que les élèves *sertanejos* ont tendance à obtenir des notes élevées, concept « A », tandis que les *quilombolas* ont tendance à obtenir des résultats scolaires faibles, concept « D ». Alors, pourquoi devrions-nous mettre l'accent sur l'interprétation de ce tableau basé sur l'ASI ? Parce que l'ASI est une méthode statistique plus récente, si on la compare à des méthodes plus traditionnelles - comme l'analyse de la variance (Anova) - qui sont normalement utilisées pour démontrer des études quantitatives de ce type et ont une nature déterministe basée sur la moyenne (différente de l'ASI qui considère le nombre d'événements, dans ce cas le nombre de performances du concept A). Comme déterminé dans notre étude, l'ASI présente un plus grand potentiel d'interprétations dans les études en sciences humaines, comme le domaine de science de l'éducation et de la formation et de la didactique. Car l'ASI permet l'interprétation de l'objet d'étude lié aux différentes variables du champ social, de contrôle difficile par le chercheur, présentant ainsi des résultats non déterministes. Dans le Tableau 9, nous pouvons voir les caractéristiques entre ASI et Anova comme méthode statistique traditionnelle.

---

<sup>34</sup> Au Brésil, le système de notation de l'évaluation des écoles qu'est couramment utilisé ce lequel qui considère les notes comprenant entre 0 à 10. Dans ce cas les notes inférieures à la moyenne minimum d'approbation considéré par l'IFSertãoPE est 7,0. Les enseignants de l'IFSertãoPE sont libres d'appliquer les méthodologies d'évaluation qu'ils souhaitent, mais doivent quantifier les notes moyennes des élèves dans leurs matières entre les valeurs numériques de 0 à 10, les élèves étant qualifiés entre approuvés (ceux qui obtiennent des notes moyennes à partir de la note minimale d'approbation qui est de 7,0) ou non approuvés (ceux qui obtiennent des notes moyennes inférieures à la note minimale d'approbation qui est de 7,0), ou encore comme faible (0 à 4,9), moyenne (5,0 à 7,9) ou haute performance (8,0 à 10). Il existe des écoles qui, à partir de la notation traditionnelle, créent des moyens différents pour qualifier les performances des élèves, comme les relations des concepts alphabétiques (A, B, C et D) que nous utilisons dans ce travail pour favoriser l'application de l'ASI.

**Tableau 9**

Caractéristiques des méthodes statistiques Anova et ASI concernant l'étude des performances scolaires dans un contexte multiculturel

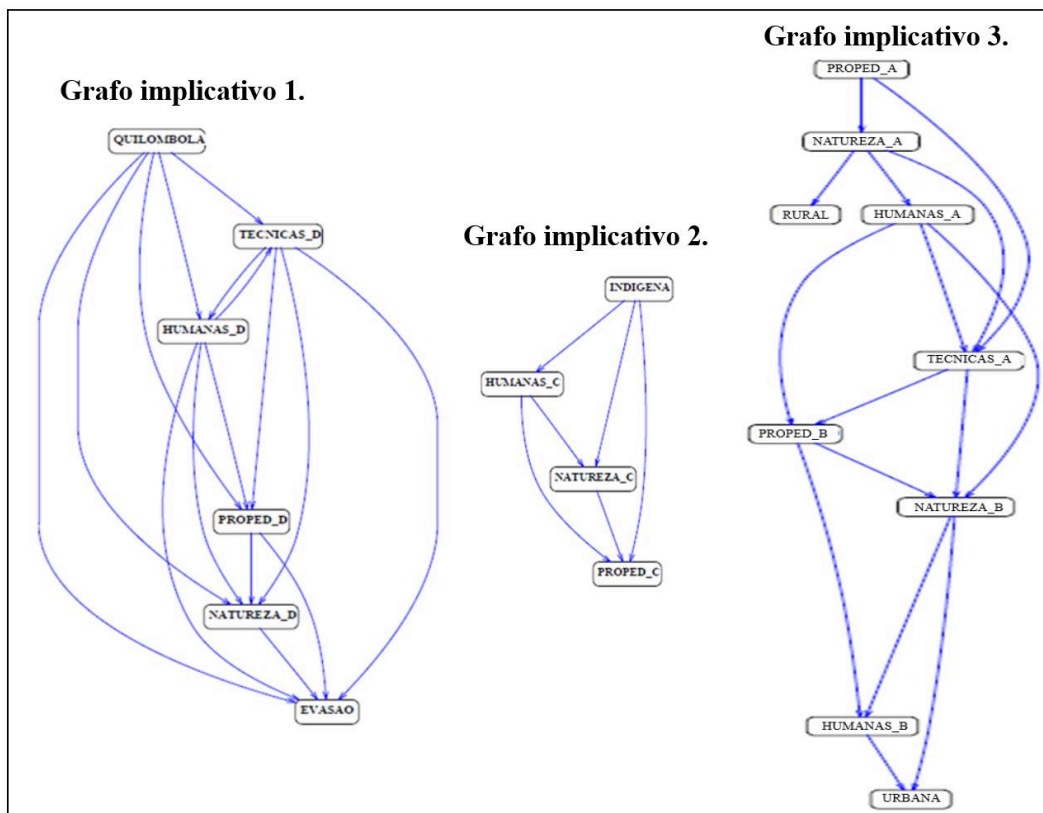
Caractéristiques	Analyse de Variance - Anova	Analyse Statistique Implicatif – ASI
Nature des données	Quantitatif Absolutiste	Quantitatif Probabiliste
Interprétation du résultat	Déterministe	Possibiliste
Fiabilité	Signifiante (P-valeur)	Tendance (indice d'implication)
Reference spatial	Position	Parcours
Nature descriptif	Statique (portrait)	Cinétique (filmographique)

Source : Santos de Aquino et al. (2021).

Les relations entre les cultures des élèves et les résultats des élèves par groupes de matières peuvent être vérifiées dans le Graphe implicatif 4, ci-dessous, qui présente trois graphes indépendants.

**Graphe implicatif 4**

Relations entre la culture et les performances scolaires



Source : Santos de Aquino et al. (2021).

Notes : la flèche bleue représente l'indice d'implication supérieur à 0,80.

Le graphe (1) montre les relations entre le profil culturel *quilombola* et les performances scolaires les plus faibles, représentées par le concept « D » dans les matières des domaines techniques et propédeutiques, en particulier dans les sciences humaines et naturelles. Même être un élève *quilombola* implique une évocation scolaire. Les données d'évasion ont été obtenues par l'absence des profils des élèves de la première année de Lycée Agricole dans les années suivantes, indiquant, toujours, que les *quilombolas* s'évadent dans la première année du cours.

Le graphe (2) présente les performances scolaires du concept « C » de l'indigène. Avec des implications dirigées vers les disciplines du domaine propédeutique comme les sous-groupes disciplinaires des sciences humaines et naturelles.

Le graphe implicatif (3) nous montre que le rendement du concept « A », des disciplines des sciences naturelles et, indirectement, l'atteinte du concept « A » dans les disciplines propédeutiques implique chez les élèves de la zone rurale, qui sont les *sertanejos*. Le concept « C » dans les matières des sciences naturelles et des sciences humaines indique les élèves urbains, ce qui - pour nous - représente une surprise, puisque, normalement, les élèves urbains ont de meilleures conditions socio-économiques et vivent plus près de l'école, ce qui nous a fait croire qu'ils seraient impliqués dans la meilleure performance. Nous pouvons donc en déduire que - sur la base de ces données - l'ethnicité et la culture des élèves influencent ou se reflètent dans leurs performances scolaires inégales. La ségrégation est encore plus marquée en fonction des résultats scolaires, les plus faibles (élèves *quilombolas*) étant liés au processus d'abandon scolaire.

L'étude des performances scolaires présente une faiblesse soulignée par les chercheurs qui la critiquent, notamment en raison d'une évaluation positiviste, objective, avec un déterminisme qui « cramponne » la compréhension du processus d'apprentissage et favorise le maintien de la strate sociale dominante (Luckesi, 1998 ; Perrenoud, 1999 ; Gatti, 2002b ; Buriasco, Ferreira & Ciani, 2009 ; Guba & Lincoln, 2011 ; Calderon & França, 2018 ; Vaz & Nasser, 2019). Nous reconnaissons ces limites dans notre étude, mais nous considérons que les données sur les performances dans une école multiculturelle, comme celle de Salgueiro, renforcent cette compréhension en ajoutant à la critique sociale de l'école et de l'évaluation de l'éducation en tant que mainteneurs de la structure sociale brésilienne qui, à son tour, est raciste.

D'autre part, c'est par le biais des performances que les élèves commencent le processus d'adaptation au système de marché libéral, puisque, sur la base des performances scolaires, ils sont en compétition pour obtenir des bourses et participer à des projets de recherche et de

vulgarisation au sein de l'école. De nombreux élèves, à la fin de leurs études secondaires, passent l'Enem (Examen National d'Études Secondaires<sup>35</sup>) pour accéder aux cours d'enseignement supérieur dans les universités publiques et privées. Les écoles sont également évaluées à partir des scores de leurs élèves et sont donc classées comme un signe de qualité de l'enseignement (Rosa & Valente, 2019).

Plus que l'observation de l'évaluation quantitative des écoles et, par conséquent, du « classement » qui est compris comme une qualité, nous devons nous rendre compte que la structure éducative est établie de cette manière. Oliveira et Clementino (2020) ont souligné que la législation éducative montre également une grande acceptation des évaluations à grande échelle, comme le démontre la loi 13.005/2014, dans l'objectif 7, qui établit comme critère de référence les compétences de l'IDEB<sup>36</sup> et, plus précisément, dans la stratégie 7.11 qui fait référence à Pisa comme compétence souhaitée en tant que critère de qualité.

Comprendre l'histoire des performances scolaires du point de vue culturel contribue à la construction d'une pensée critique sur le système d'éducation scolaire, surtout dans un pays culturellement diversifié, comme c'est le cas du Brésil, qui cherche une standardisation socioculturelle centrée sur l'eurocentrisme ou sur la valorisation du métissage comme outil d'invisibilisation des ethnies et des cultures minoritaires.

La dénonciation de la différence de performance académique liée aux conditions sociales, culturelles et ethniques a été étudiée depuis longtemps. Carraher (1983), quand a étudié les performances des élèves de l'éducation de base brésilienne dans la ville de Recife, a vérifié que l'échec scolaire est sélectif aux couches les plus pauvres de la population. Carvalho (2005) - lorsqu'il a étudié les performances scolaires sous l'influence de la race, en tenant compte des Noirs et des Blancs et de leur situation socio-économique - a remarqué que les enfants issus de familles ayant jusqu'à cinq salaires minimums représentaient 53% des élèves ayant reçu un renforcement scolaire pour leurs mauvaises performances et que, parmi ceux qui avaient besoin d'un renforcement, les élèves noirs étaient majoritaires. En enquêtant sur les performances scolaires dans la matière Chimie pendant le lycée dans les écoles de la ville d'Ouricuri, dans la région du Sertão d'Araripe au Pernambuco, Silva et al. (2019) ont également vérifié des différences entre les élèves des écoles urbaines et des écoles rurales, ces dernières ayant des

---

<sup>35</sup> ENEM, en portugais : *Exame Nacional do Ensino Médio*.

<sup>36</sup> Indice de Développement de l'Éducation Basique brésilienne obtenu à travers d'une évaluation nationale.



performances inférieures ; dans le même suivi, les théoriciens ont enquêté sur les écoles privées et publiques de la municipalité, les premières ont montré de meilleures performances.

Les différences de revenus selon les cultures présentent une réplique de la structure sociale à l'école. Ces résultats sont une observation et ne doivent pas être compris comme des éléments de jugements et de stéréotypes, puisque Carvalho (2005) a déjà souligné ce problème lié à la performance scolaire, basée sur le jugement des élèves par les enseignants.

Coutinho, Oliveira et Arruda (2021) ont affirmé que le facteur qui empêche la réussite scolaire et la mobilité sociale est le caractère structurel du racisme qui traverse les institutions, en particulier les écoles. Et le système de vérification de l'apprentissage de l'école brésilienne institue une politique éducative qui perpétue la colonialité du savoir, de l'être et du pouvoir. Pour comprendre les dimensions coloniales, nous citons GESCO - *Grupo de Estudios Sobre Colonialidad* (2012).

Castro-Gómez définit la colonialité du pouvoir comme une dimension politique et économique des héritages coloniaux, la colonialité du savoir qui renvoie à la dimension épistémique et la colonialité de l'être qui renvoie à la dimension ontologique, où pour lui la colonialité du savoir et la colonialité de l'être ne sont que des dérivations d'une dernière instance du caractère politico-économique qui serait la colonialité du pouvoir (p. 219).

De cette façon, nous pouvons percevoir que les résultats de la performance scolaire par les cultures dans l'IFSertãoPE campus Salgueiro - depuis 2011, l'année où ils ont commencé à offrir le lycée en agriculture à la société, jusqu'à l'année 2018 - renforcent la stratification socioculturelle dans la région. Coutinho, Oliveira et Arruda (2021), dans une étude sur les performances scolaires de la population noire brésilienne, ont émis des critiques en identifiant qu'elle collabore au maintien de la structure coloniale :

Nous reconnaissons le poids de l'éducation formelle dans le maintien des schémas discriminatoires dans une société colonisée. Ainsi, notre effort quotidien en tant qu'éducateurs au service d'une perspective éducative critique et émancipatrice devrait être de décoloniser l'école, de reconnaître les élèves comme des sujets

concrets qui apportent avec eux des connaissances diverses, et non comme des sujets abstraits aux caractéristiques idéalisées dans une perspective coloniale (Coutinho, Oliveira & Arruda, 2021. p. 17).

Nous savons que la culture de l'évaluation scolaire est une pratique traditionnelle et qui sert à la sélection des élites et que cette sélection n'est pas seulement caractéristique de l'IFSertãoPE à Salgueiro, mais elle est systématique, car elle favorise les élites, soit par la comparaison entre les institutions de la même ville, état, régions, entre les institutions de différentes sphères (municipales, étatiques et fédérales), de nature publique ou privée. Les résultats positifs de ces évaluations servent de propagande à des fins de marketing, d'incitations financières, d'indicateurs de qualité, de partenariats, entre autres. Globalement, ces évaluations favorisent également le pouvoir éducatif et politique des institutions et des pays, notamment ceux du Nord.

Bien que nous critiquions le système d'évaluation qui favorise les nouvelles formes coloniales, il est important de noter que, dans une communauté multiculturelle, le système d'évaluation est révélateur d'un système éducatif qui ne se soucie pas de l'équité éducative, ne reconnaît pas les différences et les normalise dans une norme liée à une fausse méritocratie. A ce sujet, Gatti (2002b) a déjà extériorisé d'importantes critiques :

Habituellement, lorsque l'on parle d'évaluation de l'éducation, ce qui vient à l'esprit est la conception de la performance scolaire, ou performance, confondue avec l'idée de mesure ponctuelle. Non sans raison, puisqu'il s'agit de la modalité d'évaluation la plus présente dans la vie quotidienne des gens. Alors que nos écoles ont émergé sous l'égide de la préparation des élites, l'évaluation sélective dans la vie scolaire quotidienne s'est imposée, depuis des centaines d'années, comme la culture prédominante. (p. 17).

Notre intention n'est pas d'analyser le processus d'évaluation, même parce que cela impliquerait d'échapper aux limites de cette recherche, mais de corrélérer les performances scolaires qui sont, en pratique, comme l'a déclaré Gatti (2002b), un outil de mesure ponctuel qui est, à son tour, généralisé au-delà des élèves, mais pour la qualification scolaire et nationale. De plus, l'objectif principal est de connaître l'historique des performances scolaires de chaque culture présente dans l'école. Que nous l'acceptons ou non, il s'agit d'un outil d'exclusion socioculturelle au sein

de l'école, qui est étroitement lié à l'apprentissage. Cela dit, cette étape de la recherche permet de comprendre le processus de construction des concepts et place l'école au centre de la discussion pour repenser l'amélioration des indices scolaires des élèves de manière égale.

Dans la partie suivante, qui traite de la recherche interculturelle, nous obtiendrons des éléments qui contribueront à l'analyse de l'histoire académique multiculturelle de l'IFSertãoPE, ainsi qu'à la réflexion sur une proposition d'éducation scientifique interdisciplinaire, interculturelle et décoloniale.

## **11. Étape 3 : Enquête interculturelle**

La standardisation de la culture brésilienne dans une perspective eurocentrée (moderne, blanche, chrétienne, patriarcale et hétéronormative) a toujours été un projet depuis la période coloniale. Nos écoles, malheureusement, pratiquent encore la standardisation de notre population d'élève diversifiée et contribuent à la perpétuation des structures coloniales qui nous guident. Les écoles déguisent la standardisation des élèves par la « méritocratie », c'est-à-dire par l'imposition non perçue d'un mode de pensée (le mode colonial), par la non-considération d'autres cultures et savoirs qui sont rendus invisibles ; en d'autres termes, l'école déguise le séparatisme social par un accès « compris » comme une inclusion, mais qui exclut en son sein. Dans cette session, nous présenterons les résultats de la recherche interculturelle d'une classe composée des élèves *sertanejos*, urbains, *quilombolas* et indigènes. L'objectif de cette étape de la recherche est de connaître les caractéristiques des cultures extrascolaires et de les considérer dans le processus d'enseignement et d'apprentissage comme une partie intégrante de la culture scolaire, spécifiée en biochimie à partir d'une salle de classe multiculturelle. L'articulation entre les différents savoirs, quotidiens et scientifiques, favorisera la construction de ponts et le franchissement conséquent des frontières culturelles. Ainsi, les résultats seront présentés et discutés en deux catégories : la culture extra-scolaire et la culture scolaire dans la perspective de 14 élèves d'une salle de classe de la 4<sup>ème</sup> année du Lycée Agricole : une *quilombola*, quatre indigènes (deux *Atikum* et deux *Truká*), cinq *sertanejos* et quatre urbains.

### **11.1. Culture extrascolaire**

Pour bien clarifier la culture extra-scolaire - ou les cultures extra-scolaires, car il s'agit d'un contexte multiculturel bien défini (comme si un contexte monoculturel existait) - nous commençons par considérer Aikenhead (1996), Acioly-Régnier (2010, 2018, 2019) et Matos, Caraballo et Acioly-Régnier (2019). Bien que ces auteurs abordent le sujet à travers des

perspectives différentes, ils convergent tous pour considérer la culture extra-scolaire dans le processus d'enseignement et d'apprentissage scolaire, de sorte que l'apprentissage des savoirs scolaires, à travers les concepts scientifiques, se développe à partir des savoirs du quotidien Acioly-Régner (2010). Ainsi, pour Aikenhead (1996), il est nécessaire de considérer les nuances culturelles entre les deux mondes présentés aux élèves : le monde scolaire et le monde quotidien.

En plus de situer le concept de culture extra-scolaire, nous devons souligner les critères importants de cette étude, en indiquant comment nous faisons les considérations particulières de chaque culture extrascolaire implicite. Les cultures existent de manière singulière, telles qu'elles sont, grâce aux critères d'identité et à la différence qui les définissent et que nous considérons, pour analyser les différences culturelles, basé sur Silva (2014) et Woodward (2014).

Connaître les caractéristiques culturelles des élèves, c'est avant tout comprendre que les expressions culturelles se produisent sur la base du principe d'identité et de différence. Tomaz Tadeu Silva (2014) définit l'identité comme ce que l'on est et que, dans cette perspective, elle est autoréférentielle ; donc, autonome et autosuffisante, tandis que la différence en opposition à l'identité dépeint ce que l'autre est. Dans le Tableau 10, nous présentons les aspects de l'identité et de la différence présentés par Woodward (2014) et les relations avec les discours des élèves :

**Tableau 10**

Aspects référents à l'identité et différence

ASPECTS	DESCRIPTION
Conceptualisation	Pour comprendre le fonctionnement de l'identité, nous devons la contextualiser et la diviser en ses différentes dimensions.
Revendications essentialistes	Qui appartient et qui n'appartient pas à un groupe identitaire particulier.
Allégations fondées sur la nature	Dans certaines versions de l'identité ethnique, dans les relations de « race » et de parenté ou dans l'histoire et le passé.
Identité relationnelle	La différence est établie par un marquage symbolique par rapport aux autres identités.
Conditions sociales et matérielles	Si un groupe est symboliquement marqué comme un ennemi ou un tabou, cela aura des effets réels car le groupe sera exclu socialement et aura des désavantages matériels.
Le social et le symbolique	Ils font référence à deux processus différents, mais chacun d'eux est nécessaire à la construction et au maintien des identités. Le marquage symbolique est le moyen par lequel nous donnons un sens aux pratiques et relations sociales, en définissant, par exemple, qui est exclu et qui est inclus.
Conceptualisation de l'identité	Il s'agit d'examiner les systèmes classificatoires qui montrent comment les relations sociales sont organisées et divisées.

Les identités ne sont pas unifiées	Il peut y avoir des contradictions en son sein qui doivent être négociées.
Le niveau psychique explique aussi l'identité	Il s'agit d'une dimension qui, avec le symbolique et le social, est nécessaire à une conceptualisation complète de l'identité.

Source : modèle inspiré en Woodward (2014, p. 13-15)

Sur la base des principes d'identité et de différence de Silva (2014) et Woodward (2014), il est possible de percevoir des caractéristiques distinctes entre les cultures présentes dans la classe multiculturelle de l'IFSertãoPE, campus de Salgueiro. Mais, pour la représentation de l'identité et de la différence culturelle, nous avons l'intention de considérer l'auto-identification des élèves qui expliquent à l'autre (qui n'appartient pas à leurs cultures) certains des systèmes identitaires qui prévalent au moment de l'auto-affirmation.

Les différences sont perçues lorsque l'élève urbain distingue les différents aliments qui portent le même nom entre lui et les *sertanejos* : la *paçoca*<sup>37</sup> comprise comme un bonbon aux cacahuètes, dans le Sertão est un plat à base de riz et de viande. Pour le *sertanejo*, l'habitude du vacher de manipuler le bétail et ses vêtements en cuir le distinguent. Les élèves indigènes, en revanche, se différencient par leur danse (taper du pied) et par les chants dans l'expression du *toré*<sup>38</sup>, en plus de se différencier entre *Atikuns* et *Trukás* par la coca<sup>39</sup> indigène, qui pour les *Atikum* n'utilise que des plumes de chouette, de perroquet et de nandou, tandis que les *Trukás* peuvent utiliser une crotte de paille. Et la *quilombola* met en valeur l'artisanat et la fête du *trancelim*<sup>40</sup>, typiques des *quilombolas* de Conceição das Crioulas à Salgueiro.

Le questionnaire basé sur la triade informationnelle interculturelle de Kidman, Yen et Abrams (2013) a permis d'identifier les caractéristiques de la culture extrascolaire, ainsi que leurs connaissances quotidiennes sur les environnements naturels et anthropiques où ils vivent, la nourriture comme élément culturel, le travail et la vie familiale. Les représentations des cultures extrascolaires et scolaires présentes dans le discours des élèves sont présentées dans la Figure 6 :

---

<sup>37</sup> Le mot *paçoca* dérive du *tupi-guarani* (langue indigène) et signifie l'aliment en forme de farine obtenu grâce au pilon et désigne à l'origine tout aliment qui est écrasé dans le pilon, à l'exception de la *paçoca sertaneja* faite de riz et de viande.

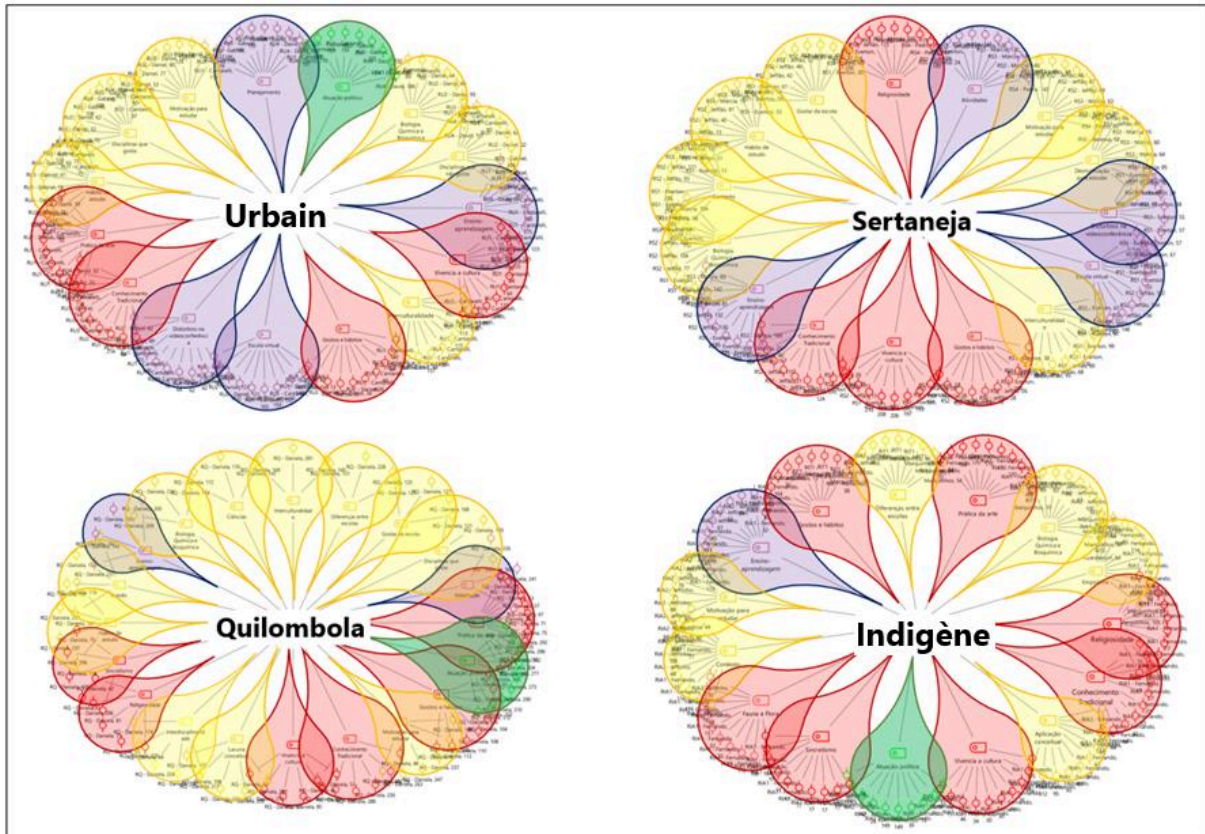
<sup>38</sup> Un rituel fait avec danse et chant pour les moments de fêtes ou religieuses qui identifie chaque ethnie indigène.

<sup>39</sup> Ustensile généralement décoré de plumes que les indigènes portent sur la tête et sert à distinguer l'ethnicité et les fonctions sociales dans la nation indigène, comme le chef du village indigène et le chaman.

<sup>40</sup> Une expression culturelle des *quilombolas* de la communauté du Quilombo de Conceição das Crioulas à Salgueiro que se constitue d'une musique instrumentale à base de tambour, triangle, maraca et fifre où les hommes et les femmes vêtus de vêtements typiques dansent leur propre style de danse.

**Figure 6**

Représentation des cultures scolaires et extrascolaires des élèves *quilombola*, *sertanejos*, indigènes et urbains.



Source : Graphiques de type « modèle à cas unique » fournis par le logiciel quali-quantitatif MaxQDA® (2020) et adaptés avec Paint 3D® pour mettre en évidence les couleurs thématiques.

Les graphiques des cas individuels nous permettent d'identifier que le discours des élèves sur la culture scolaire est davantage basé sur le contexte avant la crise sanitaire de Covid-19 où l'enseignement a été en face à face, par la dominance des thèmes de couleur jaune par rapport aux thèmes liés à l'enseignement à distance, représentés par la couleur bleue. Même les élèves indigènes et *quilombolas* apparaissent peu dans les thèmes relatifs à l'enseignement à distance, surtout par rapport aux élèves urbains et *sertanejos*, qui sont clairement plus adaptés à l'enseignement à distance.

Un autre point important que la figure nous montre est la plus grande quantité de thèmes liés à la culture extra-scolaire (connaissances traditionnelles, connaissances sur l'environnement

naturel de la *Caatinga*<sup>41</sup> et du fleuve, alimentation et religion), qui est représentée en couleur rouge, dans les discours des *sertanejos*, *quilombolas* et indigènes. L'affirmation culturelle de ces élèves peut être interprétée comme la valorisation d'expressions culturelles, telles que les rituels religieux (*jurema*<sup>42</sup> chez les indigènes et christianisme chez les *sertanejos*), la production artistique.

La participation des *sertanejos*, des indigènes et des *quilombolas* à l'art est une participation productive, ils pratiquent un certain type d'art, tandis que les élèves urbains ont pour caractéristique la consommation d'art, principalement de la musique comme le *forró*<sup>43</sup>.

Les thèmes verts représentent l'engagement politique des élèves. Les élèves urbains ont un engagement politique de parti, tandis que les élèves *quilombolas* et indigènes vivent leur propre politique socioculturelle, qui, bien qu'ils agissent dans des contextes de politique de parti à la recherche de soutien aux communautés dans le maintien des lois et de l'assistance sociale, n'ont pas de liens avec les partis. Les élèves *sertanejos* n'ont pas mentionné l'action politique.

Au moment des entretiens, deuxième semestre 2020, pendant la pandémie et alors que l'école reprenait ses activités par le biais de l'enseignement à distance, seule une élève *quilombola* ne travaillait pas et se consacrait exclusivement à ses études grâce à la bourse de permanence qu'elle avait reçue pour rester dans la ville et étudier. Les treize autres élèves ont travaillé (92,8%) en raison des besoins socio-économiques de la famille.

Le syndrome de Covid-19 a affecté l'éducation formelle en assignant aux élèves la responsabilité du travail pour contribuer socio-économiquement à la famille. Le type d'employabilité le plus courant est le travail domestique, suivi par le travail dans l'agriculture et l'élevage de bétail, caractéristique des populations rurales des *sertanejos* et des populations indigènes, le commerce familial de *sertanejos* et l'emploi formel des urbains.

## 11.2. Culture scolaire

Pour traiter de la culture scolaire, nous nous appuyons à nouveau sur Aikenhead (1996) et Acioly-Régnier (2010, 2018, 2019). Pour le premier auteur, la culture scolaire est également

---

<sup>41</sup> Une des cinq biomes existants au Brésil, mais l'unique exclusivement du pays (la *Caatinga* n'est pas partagée avec l'autres pays comme est l'Amazonie, par exemple). Est localisée dans la région nord-est du Brésil, caractériser pour un climat semi-aride et riche en endémisme (condition d'existence exclusive des spécimens animaux et botanique).

<sup>42</sup> Pratique religieuse indigène où l'arbre *Jurema* [*Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.] est vénéré comme un lien de connexion avec les esprits des ancêtres.

<sup>43</sup> Musique et danse typique du nord-est brésilien.

constituée de sous-cultures, qui sont les disciplines, de même que les disciplines constituent également des dérivations sous-culturelles par leurs contenus disposés dans différents domaines et aires au sein d'une même culture disciplinaire.

La connaissance des sous-cultures favorise au minimum le franchissement des frontières culturelles dans l'apprentissage scolaire. En d'autres termes, l'intégration des sous-cultures scolaires implique l'exercice de « l'inter » et de la « transdisciplinarité ». La biochimie, par exemple, est naturellement interdisciplinaire, car elle constitue un double champ théorique, entre la biologie et la chimie ; mais elle est étroitement liée à d'autres domaines disciplinaires, ou à d'autres sous-cultures scolaires : Physique, Écologie, Nutrition, Géométrie et Logique non linéaire. Pour l'aborder, nous pourrions mentionner de nombreux autres domaines de la culture scolaire sans toutefois l'épuiser.

La complexité de la compréhension des concepts scientifiques en tant que tels augmentent lorsqu'ils sont intégrés, ce qui exige de la part de l'enseignant une pratique pédagogique non traditionnelle qui favorise la construction de la connaissance, dans laquelle la complexité augmente au fur et à mesure que ces concepts - issus des sous-cultures scolaires - sont mis en relation et s'enrichissent, notamment lorsque les concepts quotidiens issus de la culture extrascolaire sont pris en compte. A ce stade, nous réaffirmons l'importance du paradigme de la complexité dans la construction du savoir scolaire.

La section du questionnaire d'enquête interculturelle, qui porte sur la culture scolaire, est divisée en cinq catégories : préférences et goûts, soutien familial, contexte scolaire, habitudes d'étude et enseignement à distance. Les préférences et les goûts que les élèves ont à l'égard de l'école révèlent des essences émotionnelles par rapport à l'école et aux matières, ainsi que des motivations et des démotivations. Le soutien familial nous permet de comprendre les facteurs culturels qui, par exemple, ont un impact direct sur la culture des études et sur leur relation et celle de leur famille avec l'école. Le contexte scolaire révèle la relation entre l'école et la culture scolaire et la vie quotidienne du point de vue de l'élève, où la distance entre le domicile et l'école, ainsi que la réalité socio-économique, influencent directement la manière dont l'élève se pose par rapport à la culture scolaire. L'habitude d'étudier permet d'identifier la pratique de l'étude à l'école et en dehors de celle-ci. Et, étant donné que la réalité de l'enseignement à distance a été mise en œuvre avant l'application de ce questionnaire, nous cherchons à connaître son impact sur la culture scolaire qui a brusquement changé, quittant la base culturelle analogique pour celle numérique.



### 11.2.1. Préférences et goûts

Pour Woodward (2014), différentes significations sont produites par différents systèmes symboliques, mais ces significations sont contestées et modifiables et il est possible de comprendre pourquoi certaines significations sont préférées à d'autres. L'habitude se construit à partir de règles sociales déjà établies et est modulée par les goûts et les préférences dans des situations non déterminées par le groupe social. Les goûts et les préférences sont façonnés par l'expérience de l'individu, lorsque, à travers la mémoire affective que les sens lui ont permis d'expérimenter, il compare et opte pour un certain objet (nourriture, vêtements, musique, sports, environnements, formes d'interaction sociale, etc.)

Lorsqu'on les interroge sur les aspects qui font qu'ils aiment l'école, les relations sociales en constituent la principale raison. Par exemple, les aspects les plus choisis sont : les amitiés construites à l'école (57,0%), la joie de vivre à l'école (50,0%), la relation avec les professeurs (35,0%) et les installations d'étude et de loisirs de l'école, comme les terrains de sport, les bibliothèques et les laboratoires (21,0%). Même lorsqu'ils choisissent la structure comme responsable du fait d'aimer l'école, cela révèle l'importance accordée à la relation sociale scolaire et la façon dont celle-ci peut orienter la construction des connaissances. La préférence de l'élève va à un apprentissage centré sur la relation sociale avec les camarades de classe et les enseignants dans des environnements propices à la culture scolaire.

Ces réponses sont également le résultat de l'influence de la période d'urgence éducative par la crise sanitaire mondiale Covid-19, pendant laquelle les élèves ont passé plus de six mois sans cours et, trois mois avant le début des cours à distance, ont répondu au questionnaire appliqué. La réalité de la culture scolaire analogique, matérialisée par la participation en face à face de ses acteurs et son remplacement totalitaire par une nouvelle culture scolaire immatérielle et numérique, a probablement influencé les goûts que les élèves ont mis en avant.

Dans cette relation avec le contexte scolaire, il est intéressant de noter que, en ce qui concerne les préférences, les élèves ont déclaré préférer les enseignants attentifs (64,0%), amicaux (42,0%), détendus (21,0%) et ceux qui sont utiles et motivants (14,0%), en plus d'autres caractéristiques personnelles/affectives qui ont été mentionnées éventuellement dans une moindre mesure : l'humilité, les enseignants qui considèrent les capacités individuelles des élèves, compréhensifs, intelligents, didactiques, engagés et patients.

Quelle est l'importance de révéler ces données sur les caractéristiques d'enseignement qu'ils apprécient le plus ? Ces observations font partie de la culture de l'école et sont appréciées par

les élèves. Ils dépeignent également une relation sociale affectée par l'enseignement à distance. L'importance du rôle social qui joue l'école dans la vie des élèves est renforcée et, bien que l'on soit là pour apprendre la culture scolaire, c'est la relation humaine qui est exaltée par les élèves. De ce point de vue, nous citons Santiago, Akkari et Marques (2013), sur l'action scolaire en faveur de l'éducation interculturelle :

**La transformation de l'espace scolaire en un environnement accueillant, qui permet l'apprentissage de tous à partir de situations de collaboration et d'expériences d'apprentissage partagées,** exige de la part de l'équipe pédagogique une responsabilité et un esprit de collectivité. (p. 47. C'est nous qui soulignons).

Les auteurs renforcent la valeur affective de l'école comme facteur de proposition interculturelle. Bien que nous reconnaissons l'importance de l'autonomie et du protagonisme nécessaire et requis à l'équipe pédagogique de l'école, il est important de guider la responsabilité de la gestion, en assurant le soutien à l'équipe pédagogique, la planification et la mise en œuvre des actions et des enseignants.

En ce qui concerne les matières qu'ils n'aiment pas, 78,0% des élèves ont mentionné la Chimie, 71,0% les Mathématiques, 64,0% se sont plaints de la Physique, 21,0% ont mentionné le Portugais et 7,0% la Géographie. Ces pourcentages ont été donnés en fonction du nombre de citations disciplinaires, tous les élèves ont cité au moins deux disciplines qu'ils n'aiment pas. Nous avons remarqué la prévalence de l'aversion pour les disciplines qui impliquent le calcul, comme la Chimie, les Mathématiques et la Physique, le Portugais étant l'une des disciplines indésirables et responsable de l'imprégnation de toutes les autres, notamment en tant que base linguistique dans la communication brésilienne.

D'autre part, la Biologie a été citée par 92,0% des élèves comme l'une de leurs matières préférées, suivie par les matières linguistiques (Portugais, Espagnol et Anglais), 21,0% ont mentionné la Chimie et les Mathématiques, 14,0% ont aimé la Physique et plus de la moitié (57,0%) ont aimé les matières techniques dans les domaines de la Zootechnie et de l'Agronomie. La Biologie et la Zootechnie présentent des sous-cultures scolaires potentielles à explorer dans le processus d'enseignement et d'apprentissage de la Biochimie, dont la moitié des élèves ne se souviennent pas du contenu. Mais ceux qui se souviennent d'avoir étudié le contenu de la biochimie dans les disciplines de la Biologie, de la Chimie et des disciplines techniques du

domaine de la Zootechnie et de l'Agronomie (nutrition animale, alimentation humaine et animale, santé des plantes, physiologie végétale, etc.), a donné des exemples de contenu biochimique dans la nutrition animale, la composition des aliments et la photosynthèse.

### **11.2.2. Support familiale**

Interrogés sur le suivi des études par les parents ou d'autres personnes responsables, 64,0% des élèves ont déclaré qu'il y avait un suivi, cependant, en parlant du type de suivi, nous avons constaté qu'il y avait un malentendu, car, en fait, les parents exigent seulement de leurs enfants de bonnes notes et l'approbation annuelle de l'école. Certains élèves ont déclaré n'avoir aucun type de suivi scolaire de la part de leurs parents (28,0%) ; selon eux, l'absence de suivi est le reflet d'une bonne performance et d'un bon comportement scolaire.

Pour 21,0% des élèves, l'accompagnement ou la demande des parents sert d'incitation à ne pas se reposer sur ses lauriers. Un autre moyen de motivation signalé est la condition de vie de la famille elle-même, puisque 42,0% des élèves ont déclaré se refléter dans les difficultés rencontrées par leurs parents (principalement les mères) pour se motiver à étudier, dans le but d'avoir une bonne éducation et un bon emploi. Pour 21,0% des élèves, la relation avec les difficultés socio-économiques de la famille sont des facteurs qui les démotivent des études et mobilisent l'envie de travailler pour aider à la maison. Pour 35,0% d'entre eux, une faible estime de soi, le découragement extérieur et le pessimisme sont des facteurs qui démotivent la poursuite de leurs études.

Un autre facteur lié au lieu de résidence des élèves a un impact considérable sur les élèves *sertanejo*, *quilombola* et indigènes qui habitent en milieu rural : la distance à parcourir pour se rendre à l'école. Ceux des villages *Truká*, dans la municipalité de Cabrobó, doivent parcourir environ soixante-dix kilomètres (70 km) pour atteindre l'école ; le territoire *Atikum* et *quilombola* de Conceição das Crioulas se trouve à environ quarante-cinq kilomètres (45 km) du campus de Salgueiro, et les élèves *sertanejo* résident dans des territoires allant de dix à trente kilomètres (10 à 30 km) de l'institution scolaire. Selon eux, ce facteur affecte les conditions d'étude, notamment par la fatigue, le coût du transport (certains territoires n'ont pas de service public de transport scolaire) et de l'alimentation (pour avoir quitté la maison très tôt, certains partent sans petit-déjeuner, de plus, les élèves *Trukás* de Cabrobó doivent attendre le transport de retour à la ville à la fin de la journée, ce qui nécessite un déjeuner. L'IFSertãoPE de Salgueiro ne dispose pas d'un restaurant scolaire ou d'une cafétéria). Les élèves urbains d'autres

municipalités voisines, comme Verdejante (27 km de Salgueiro) et Terra Nova (55 km), sont également confrontés à des problèmes d'absence ou d'irrégularité du transport scolaire.

Le contexte relationnel famille-école est complexe et contribue certainement aux performances des élèves : les abandons scolaires, car ils touchent des élèves fragilisés par le manque de culture scolaire des parents ; les difficultés socio-économiques qui rendent non viable le maintien de ces élèves à l'école ; le manque de politiques publiques municipales et institutionnelles efficaces qui garantissent le transport et la nourriture des élèves. En outre, la distance entre les localités et l'école indique des déplacements quotidiens domicile-école-domicile entre trente et cent quarante kilomètres (30 à 140 km/jour).

### 11.2.3. Contexte scolaire

L'IFSertãoPE essaie, avec les limitations budgétaires imposées aux politiques d'aide aux élèves de l'institution, de minimiser les difficultés sociales et économiques de la communauté d'élève dans le but de maintenir l'élève à l'école. Même si elles sont subtiles et qu'il n'est pas possible de fournir une aide complète à ceux qui en ont besoin, ces actions sont importantes et reconnues par eux.

Pour les élèves, le Campus Salgueiro est une école interculturelle, mais les justifications qu'ils donnent pour la caractériser sont basées sur la promotion d'événements interculturels, l'accueil des cultures et des politiques affirmatives comme les quotas<sup>44</sup>. Ces déclarations sont très importantes pour nous permettre de comprendre l'importance des politiques publiques dans le processus d'inclusion sociale, en plus d'attirer l'attention sur les cultures minoritaires qui participent à la communauté scolaire. Cette perception interculturelle qu'ont les élèves est centrée sur la visibilité des peuples, qui est promue par l'école à des dates spécifiques et par la politique des quotas. L'affirmation des droits et la résistance au racisme dans ses différentes formes de manifestations présupposent la reconnaissance des identités culturelles et la nécessité de transformations dans le scénario politique et éducatif brésilien (Santiago, Akkari & Marques, 2013).

Cependant, un fait intéressant a été vérifié dans le discours de deux élèves urbains : pour eux, les élèves indigènes et *quilombolas* ont plus de difficultés à apprendre en raison du manque d'accès à l'éducation. Cela montre une vision biaisée par la culture colonialiste sur les cultures

---

<sup>44</sup> Au Brésil, depuis 2003 il y a la politique d'accès à l'universités et l'Instituts Fédéraux brésiliens à travers de la réservations de place d'étude aux peuples minoritaires comme des noirs et bruns, des indigènes, et le publique LGBTQIA+.

indigènes et *quilombolas*, sur le système éducatif spécial dans les territoires traditionnels et qui ignore les savoirs traditionnels de ces peuples, en se basant sur la référence exclusive des connaissances scientifiques scolaires. Ceci est un exemple de l'existence du racisme qui, pour Santiago, Akkari et Marques (2013), n'est pas perçu ou identifié à l'école.

Bien que la vision interculturelle de l'école soit défendue par la plupart des élèves, c'est à travers le discours de l'élève *Truká* (RIT1) - un jeune militant indigène - que nous percevons des exemples de racisme structurel et de méconnaissance des peuples traditionnels du Pernambuco, qui est le quatrième état avec la plus grande population indigène du Brésil et qui comprend treize peuples indigènes différents :

En fait, les deux institutions, les deux IF<sup>45</sup> de Pernambuco. Parce qu'aujourd'hui, ils ont **ces projets d'inclusion et ils fonctionnent. Il y a un regard plus vigoureux, disons-le oui, sur les minorités.** Je ne parle pas seulement des indigènes et des *quilombolas*, mais aussi des *sertanejos* qui font de la recherche, des LGBT, etc. [...] Et ce que j'ai le moins aimé, c'est quand je suis entré dans l'IF Sertão, parce que **des élèves qui étaient là depuis un moment m'ont demandé de faire la danse de la pluie et ainsi de suite, si j'étais vraiment Indigène pour le faire... J'étais comme un vieil homme... mais ensuite je me suis contrôlé et j'ai expliqué que la danse de la pluie ne correspond pas à notre culture mais à la culture amérindienne des Indigènes d'Amérique du Nord et pas à la nôtre.** [...] Ainsi, en entrant dans ce système, nous brisons les paradigmes. [...] C'est donc aux deux institutions de s'adapter à cette réalité, non ? C'est aussi à l'université de s'adapter à certaines choses car il ne sert à rien de venir d'un seul côté, n'est-ce pas ? Il faut que ça vienne des deux côtés... (Transcription RIT1, Pos. 42).

La présence d'élèves indigènes et *quilombolas* contribue au contexte scolaire multiculturel, notamment parce qu'ils sont confrontés à des relations multiculturelles distinctes et peuvent moduler la formation humaine interculturelle par l'exposition de la coexistence. L'école doit s'appropriier la question du multiculturalisme, ainsi que connaître les identités et les différences culturelles de sa communauté des élèves et des enseignants pour ainsi fournir une éducation

---

<sup>45</sup> En état de Pernambuco il y a deux Instituts Fédéraux, l'Institut Fédéral Pernambuco (IFPE) et l'Institut Fédéral du Sertão Pernambucano (IFSertãoPE).

guidée par des principes démocratiques, décoloniaux et interculturels, contribuant à la formation du citoyen brésilien à Salgueiro.

#### **11.2.4. Enseignement à distance**

L'ère numérique scolaire, imposée par le syndémie de la Covid-19, a entraîné des impacts pratiques, culturels, interactionnels, comportementaux, émotionnels et psychologiques sur toute la communauté scolaire. Ces problèmes peuvent être vérifiés dans l'opinion des élèves. Pour 42,0% des élèves, la planification de l'enseignement à distance est défectueuse car elle ne considère pas les pratiques comme une classe, puisqu'il y a eu des substitutions de cours par la présentation de vidéos YouTube, par exemple. L'échec de la planification des activités - en termes de quantité, de délai et de planification conjointe des enseignants - a été signalé comme un problème par 35,0% des élèves. L'absence de suivi de l'apprentissage par les enseignants (qui ne sont pas disponibles pour résoudre les doutes et ne cherchent pas à connaître la compréhension des élèves) a été soulignée par 14,0% des eux.

L'excès d'activités dans l'enseignement à distance est principalement dû à la préoccupation de l'enseignant de répondre aux exigences légales du cours, à l'accomplissement du menu disciplinaire, à la caractérisation de la production scolaire, au manque de planification scolaire du point de vue de l'intégralité des pratiques dans un cours de lycée intégré à un cours professionnel et, enfin, à l'absence d'orientation adéquate comme reflet du manque de planification didactique-pédagogique intégrée. En fait, le modèle d'enseignement à distance a été prévu pour répondre aux exigences de l'éducation sous le biais traditionnel et le contrôle du travail des enseignants et des élèves pour assurer la présence au programme.

Selon Hayashi, Almeida et Arakaki (2021), en termes d'exercices et d'activités en classe, il existe l'approche traditionnelle, dans laquelle les élèves doivent résoudre et soumettre des devoirs à un dossier virtuel qui, par la suite, sera corrigé et renvoyé par l'enseignant. Dans l'IFSertãoPE, l'enseignement à distance est caractérisé par des activités synchrones, avec l'utilisation de Google Meet®, et asynchrones à travers Google Classroom®, la plateforme où l'enseignant fournit les activités que les élèves doivent faire et déposer sur la plateforme, de sorte que, ainsi, l'enseignant y a accès et l'évaluer.

Hayashi, Almeida et Arakaki (2021) ont constaté que, pendant les classes synchrones d'enseignement à distance, de nombreux élèves sont présents, mais silencieux, sans aucune interaction avec l'enseignant. Ribeiro, Cavalcanti et Ferreira (2021), en étudiant la

phénoménologie de l'enseignement à distance brésilien, ont signalé un fait typique de cette modalité :

Ainsi, « Ouvrez la caméra, s'il vous plaît » est une petite phrase, mais elle révèle les préoccupations d'un enseignant qui, pendant la réalisation d'un cours, doit essayer de maintenir un certain contact avec ceux qui regardent, dans un environnement qui présente parfois des écrans et des microphones fermés (p. 2).

Cette constatation des auteurs est en fait une réalité phénoménologique de l'enseignement à distance (Rondini, Pedro & Duarte, 2020 ; Ribeiro, Cavalcanti & Ferreira, 2021 ; Hayashi, Almeida & Arakaki, 2021), puisque tous les élèves ont déclaré qu'ils gardaient les caméras et les microphones éteints. Mais ce comportement répond à des facteurs profonds qui passent par le style de pratique d'enseignement (dans l'enseignement à distance, généralement, l'enseignant parle et l'élève écoute), la condition technologique de l'élève comme l'accès à l'internet et aux dispositifs appropriés, par le profil personnel du point de vue psychosocial de l'élève (sur la propre image et la propre voix), ou même l'exposition de l'environnement familial.

Les justifications pour ne pas activer la caméra dans les vidéoconférences révèlent la honte de soi ou de son propre domicile (57,0%) ; les problèmes techniques liés au blocage de la transmission de la vidéoconférence, en raison de la mauvaise qualité du signal Internet ou d'un défaut de l'appareil (21,0%) ; l'environnement de travail est un obstacle à l'activation de la caméra et du microphone au moment du cours (7,0%) ; les autres (22,0%) n'ont pas expliqué les raisons pour lesquelles ils n'ont pas allumé la caméra.

Hayashi, Almeida et Arakaki (2021) soutiennent que l'enseignement à distance renforce un type différent de distance interpersonnelle, qui est la distance transactionnelle, d'ordre psychologique, entre l'élève et l'enseignant. Pour ces auteurs, la distance transactionnelle se caractérise par une distance physique, temporelle et interactive. Cette perspective de distance affecte le domaine psychologique et, par nature, repose sur la perspective de la complexité, en tant que paradigme et quant à la réalité immergée dans une situation syndémique. La distance physique fait référence à la distance spatiale ou géographique. La distance temporelle représente le temps nécessaire à l'échange d'informations entre les élèves et les enseignants. La distance interactive, par contre, est due aux relations interactionnelles entre les sujets qui peuvent être comprises, dans le cas de l'enseignement à distance, par l'antagonisme d'être

connectés en direct, en contact à travers la rencontre numérique entre eux qui occupent d'autres lieux, mais qui n'interagissent pas correctement entre eux dans la vidéoconférence.

Tous les élèves ont déclaré qu'ils n'aimaient pas l'enseignement à distance et que l'interaction sociale en face à face à l'école leur manquait vraiment. Pour 28,0% d'entre eux, la structure du foyer et les devoirs font obstacle à l'enseignement à distance et des problèmes tels que l'anxiété et la dépression ont été signalés par 14,0% d'entre eux.

Dans les perceptions des élèves, nous pouvons percevoir certains problèmes déjà identifiés par d'autres chercheurs. Rondini, Pedro et Duarte (2020) ont souligné que, du côté de l'enseignant, le fait d'incorporer uniquement les ressources technologiques ne transforme pas les processus éducatifs et que les élèves, en ce qui les concerne, sont confrontés à un système éducatif qui ne dispose pas d'une structure suffisante pour les soutenir. Ceci est renforcé par les discours qui caractérisent la difficulté d'apprentissage : « cours ennuyeux et monotones », « excès d'activités », « simple accomplissement de la charge de travail et du programme », « remplacement du cours par des vidéos YouTube® ». Ces problèmes sont des constats de la réalité, mais ne doivent pas servir à blâmer les enseignants qui ont été accusés de faire fonctionner le système à distance, mais la structure scolaire brésilienne qui a victimisé les enseignants et les élèves.

Lors de l'application du questionnaire, qui a eu lieu par le biais d'un entretien par vidéoconférence, nous avons pu mesurer les interférences lors de la conversation avec chaque élève. Nous avons classé ces interférences comme suit : environnementales (perturbations causées par des bruits qui ont interféré dans l'entretien) et technologiques (état du signal Internet, type et conditions des appareils utilisés au moment de l'entretien). Seuls deux élèves n'ont eu aucun problème. Nous avons constaté que 31,0% des occurrences étaient de type environnemental, dans lesquelles nous avons détecté les interférences suivantes : bruits de véhicules et de motos, chants d'oiseaux, aboiements de chiens, jeux d'enfants, plaintes des parents, bruits de casseroles, conversations de tiers partageant le même environnement que l'élève. Nous avons également constaté que la plupart des problèmes (69,0%) étaient dus à des éléments technologiques, principalement la qualité de la connexion internet.

Cette constatation était importante pour confronter les propos des élèves aux difficultés de l'apprentissage à distance, en signalant des problèmes de cette nature. Les *sertanejos* sont ceux qui ont présenté le plus de problèmes (67,0%), la plupart d'entre eux étant liés à des questions



technologiques, suivis des élèves urbains avec 17,0% de problèmes et des indigènes et *quilombolas* avec seulement 8% de problèmes.

Hayashi, Almeida et Arakaki (2021) ont indiqué que l'absence d'un environnement propice à l'étude est un facteur limitant l'apprentissage. Cette affirmation est vérifiée dans la réalité de Salgueiro, puisque seuls les élèves urbains présentent un lieu d'étude dans la chambre. Pendant les entretiens, certains élèves se sont positionnés dans la rue, devant leur maison, à cause du silence, rompu par le bruit des véhicules qui passent. La syndémie de Covid-19 a révélé une autre forme d'injustice sociale dans l'éducation qui va au-delà de l'accès aux appareils électroniques (*smartphones* et ordinateurs portables) et à un service Internet de qualité dans l'intérieur du Brésil, celle qui concerne la structure architecturale de la maison des enfants et des adolescents qui partagent une chambre et n'ont pas d'endroit adéquat pour étudier. De telles déclarations constituent la réalité de la classe moyenne inférieure et des Brésiliens pauvres, comme c'est le cas de la population rurale de Salgueiro.

Interrogés sur l'adaptation à l'enseignement à distance, 42,8% ont déclaré être adaptés ; 42,8% ont déclaré être encore en cours d'adaptation et 14,4% ne sont pas adaptés. Le pourcentage le plus élevé des élèves adaptés est urbain (75,0%) et 25,0% ne se sont pas encore adaptés. Parmi les *sertanejos*, 40,0% sont adaptés, 40,0% sont en cours d'adaptation et 20,0% ont déclaré qu'ils n'étaient pas adaptés. Parmi les indigènes et les *quilombolas*, 80,0% sont adaptés et 20,0% sont en cours d'adaptation.

Ce résultat reflète les conditions de vie des adolescents, alors que les urbains sont ceux qui présentent le plus grand soutien familial, une meilleure structure technologique et un meilleur accès à l'Internet, une meilleure infrastructure avec un minimum de place pour étudier dans la chambre et qui ne partagent pas les appareils électroniques pour étudier. Cette infrastructure et l'exposition aux technologies et à la culture numérique sont des facteurs qui prouvent le développement de la culture numérique, selon Aguilar et al. (2013) et, certainement, cela influencera le processus d'adaptation à l'apprentissage à distance.

Dans cet article, en raison du problème inattendu de la syndémie de Covid-19, nous n'avons pas étudié les conditions des enseignants pendant l'enseignement à distance. L'étape de recherche qui concernait l'investigation du profil multiculturel des enseignants (étape 1) a été appliquée avant la définition du retour des classes en modèle à distance. Lorsque cette définition s'est produite, nous avons dû modifier le projet pour une telle réalité, en incluant une nouvelle appréciation éthique dans le système CEP/CONEP, accusant l'adaptation du projet en fonction

de l'enseignement à distance. L'idéal serait de pouvoir étudier la réalité de l'enseignement à distance, également du point de vue de l'enseignant ; d'avoir une vue complète, ainsi que le point de vue de l'élève.

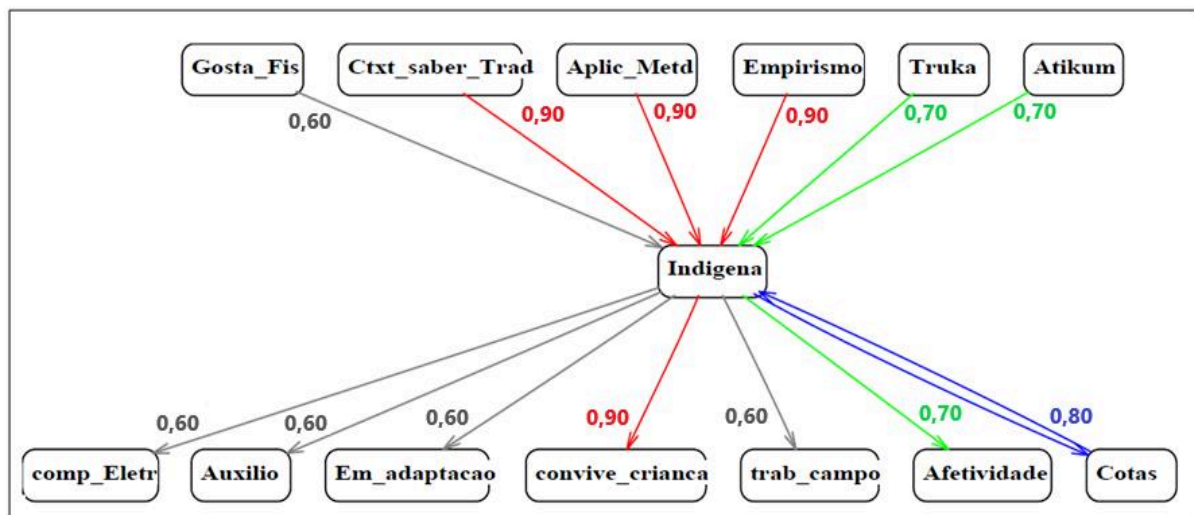
### 11.2.5. Compréhension intégrée des cultures scolaires et extra-scolaires

Dans cette session, nous cherchons à comprendre les caractéristiques de chaque type ethnoculturel des élèves, guidés par la triade d'investigation interculturelle (environnement social familial, environnement social communautaire et indigénisme, et environnement scolaire) à travers l'analyse statistique implicite (ASI).

Le graphe implicatif présente les principales relations implicatives entre les cultures et les variables identifiées et catégorisées dans les entretiens où la triade informative interculturelle de Kidman, Yen et Abrams (2013) a été appliquée. Dans le Graphe implicatif 5, nous visualisons les caractéristiques des élèves indigènes. Dans la description des graphes implicatifs, les variables seront décrites et mentionnées entre parenthèses. La lecture se fera de haut en bas, de gauche à droite (première variable en haut à gauche vers la dernière variable en haut à droite ; puis la première variable en bas à gauche vers la dernière variable en bas à droite).

#### Graphe implicatif 5

Principales caractéristiques des élèves indigènes



Source : Logiciel CHIC 7.0 (2014).

Les élèves aimant le sujet de la Physique (Gosta\_Fis) impliquent les populations indigènes. Les connaissances traditionnelles sont une caractéristique contextuelle (Ctxt\_saber\_Trad), caractéristique des indigènes, ces connaissances traditionnelles sont caractérisées par des

connaissances méthodologiques (Aplic-Metd) ; par exemple, comment construire un creux, comment préparer une boisson, comment effectuer la pêche du *cari*<sup>46</sup>. L'empirisme (Empirismo) est une caractéristique du savoir indigène, il se construit par l'observation de la nature et par des pratiques d'essais et d'erreurs, en utilisant des éléments de l'environnement, par exemple, pour utiliser une plante comme médicament ou comme insectifuge, ou encore, pour préparer la fève comme aliment qui avait la technique décrite par un élève *Atikum*.

Par les indigènes, on entend des élèves qui partagent des appareils électroniques (téléphones portables et ordinateurs portables) pour pouvoir étudier pendant l'enseignement à distance. Ce sont ceux qui reçoivent une sorte d'aide (Auxílio) pour étudier. Ils sont en cours d'adaptation à l'apprentissage à distance (Em\_Adaptação). Les Indigènes impliquent de vivre avec des enfants à la maison (Convive\_Criança) et de travailler dans l'agriculture et l'élevage (Trab\_Campo). En outre, ce sont lesquels qui valorisent les valeurs affectives (Afetividade) telles que le respect, la solidarité, l'estime des professeurs attentionnés, etc. et ce sont des élèves qui entrent par le biais de quotas raciaux (Cotas).

D'un point de vue scientifique, nous voyons dans le graphe implicatif que l'élève indigène présente des connaissances traditionnelles, liées à sa propre culture, qui peuvent être utilisées comme connaissances préalables pour médiatiser les connaissances scolaires. Cette prise en compte des savoirs traditionnels est très importante dans la médiation des contenus scolaires. Pour cela, l'enseignant doit s'intéresser à la culture des élèves, c'est-à-dire identifier et connaître les situations dans lesquelles les concepts scientifiques peuvent être utilisés.

À ce sujet, nous pouvons citer quatre leçons que Vergnaud (2008) a soulignées concernant la prise en compte de la culture et des connaissances quotidiennes qui en font partie dans le processus de conceptualisation :

La première leçon me paraît être que l'idée de culture demande à la fois **la différenciation entre des cultures distincte, qui relèvent de communautés distinctes, et en même temps la recherche de ponts entre elles.** [...]

La seconde leçon à mes yeux est que les exemples intéressants à retenir pour enrichir la base de situations empiriques susceptibles **d'être introduites avec profit**

---

<sup>46</sup> Le *cari* ou *acari* (*Rhinelepis aspera* Spix & Agassiz, 1829) est un poisson coquin noir, un type de poisson-chat, qui habite le fleuve São Francisco et qui est très apprécié par la communauté riveraine. Les indigènes ont leur propre technique pour attraper le *cari* dans les *locas* (abris rocheux) au fond de la rivière en apnée (plongée sans respirer) et en capturant le poisson avec les mains.

**dans la classe, devrait être élargie à des références et pratiques différentes, éventuellement très éloignées des références habituelles des enseignants et des responsables de l'éducation d'aujourd'hui. [...]**

La troisième leçon à retenir concerne la question, proprement pédagogique, du rapport entre les situations empruntées à une culture réputée non scolaire et leur transposition en classe ; entre les questionnements des élèves en situation, et les propositions de solution et de représentation apportées par l'enseignant. Le maître, dans son rôle de médiateur, n'apporte pas que des occasions de réfléchir, d'agir, et de construire ; il apporte aussi des solutions, celles élaborées par d'autres que lui, et les siennes propres, issues de son expérience et de sa capacité à innover en situation. Les formulations qu'il utilise font poids, ainsi que les représentations symboliques, lesquelles font ressortir, éventuellement mieux que les représentations langagières, la structure conceptuelle des relations en jeu et les points d'impact des opérations du sujet en situation. [...]

Enfin une dernière leçon concerne la relation entre la conceptualisation qui intervient dans l'action sans être nécessairement formulée, et le travail dans le langage et sur le langage qui permet de donner une forme communicable à cette conceptualisation. (Vergnaud, 2008, p. 96-97).

La prise en compte des savoirs quotidiens des élèves est très importante pour établir des ponts entre eux et les savoirs scientifiques, mais, comme le dit Vergnaud (2008) dans la deuxième leçon, les situations empiriques empruntées à la culture quotidienne des élèves sont retirées des références des enseignants. Faire un tel travail exige, avant tout, la sensibilité de l'enseignant pour être motivé à connaître les aspects de la culture extra-scolaire des élèves et à chercher en eux des éléments qui unissent les deux mondes, c'est-à-dire créer des ponts qui relient et permettent l'accès mutuel aux deux cultures, favorisant le franchissement des frontières culturelles dans le processus de conceptualisation.

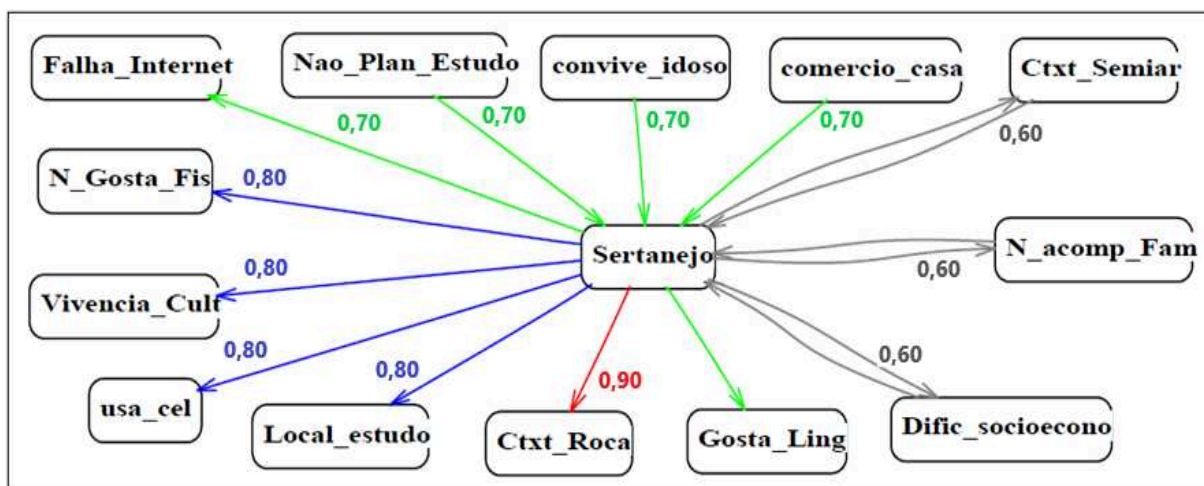
Un autre aspect du graphe implicatif indigène concerne les caractéristiques inhérentes du sujet quant à l'essence humaine, liées à la valorisation de l'affectivité et à l'accès aux ressources nécessaires à l'apprentissage à distance. Ces caractéristiques sont liées à la condition socio-économique de ces élèves qui dépendent de politiques publiques affirmatives - comme les quotas et les aides aux élèves - justifiant la valorisation des éléments affectifs pour un public marginalisé dans la société brésilienne et exclu à l'école par le système d'évaluation.

Le partage de *smartphone* pour étudier, par exemple, représente une vulnérabilité socio-économique implicite dans le modèle éducatif de l'apprentissage à distance. L'étude par téléphone mobile, au sens large (lire, regarder des cours, accéder à des systèmes interactifs tels que Google Classroom®, rechercher et taper des devoirs et des activités sur le téléphone mobile) sur un appareil partagé (qui n'est pas disponible tout le temps avec l'élève) représente une précarité et une difficulté matérialisée par la faible adaptabilité à ce nouveau système scolaire et à une nouvelle culture, celle du numérique.

Dans le Graphe implicatif 6, nous vérifions les principales caractéristiques des élèves *sertanejos*. En décrivant le graphe dans le sens des aiguilles d'une montre, on remarque que les élèves qui ont présenté des échecs sur Internet (Falha\_Internet) impliquent dans les élèves *sertanejos*, variable au centre du graphique (Sertanejo). L'absence de l'habitude d'étudier à la maison (Nao\_Plan\_Estudo) est une caractéristique du groupe, ainsi que le fait de vivre avec une personne âgée (Convive\_Idoso) et de travailler dans le commerce domestique<sup>47</sup> (Comercio\_Casa).

### Graphe implicatif 6

Principales caractéristiques des élèves *sertanejos*



Source : logiciel 7.0 (2014).

Dans une série de relations à double implication avec un indice d'implication de 0,60, nous avons remarqué que les élèves qui valorisent le contexte semi-aride (Ctxt\_Semiar) ont tendance

<sup>47</sup> Dans les régions périphériques du nord-est du Brésil, il est courant que les familles créent de petites entreprises à domicile. Ils vendent généralement de la nourriture, des ustensiles et du matériel de ménage, et des boissons en général.

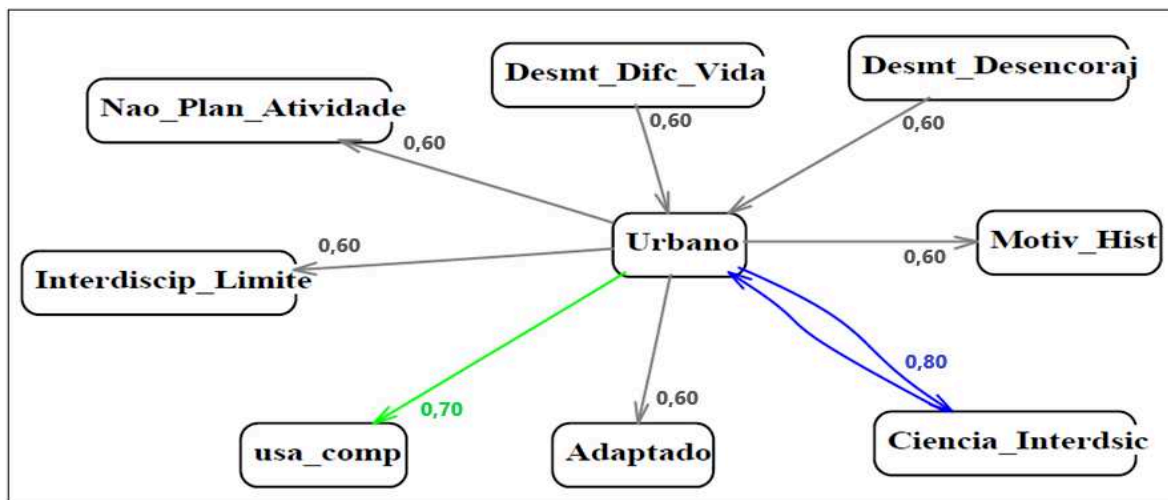
à être les *sertanejos*. Le non suivi de la famille dans les études (N\_acomp\_Fam) tend à être une caractéristique des *sertanejos*, en plus d'être des élèves qui présentent des difficultés socio-économiques (Dific\_socioecono). Les *sertanejos* (Sertanejo) impliquent un goût pour les matières linguistiques (Gosta\_Ling), comme le Portugais. Ils impliquent également une condition de vie agricole, en valorisant le contexte agraire et les travaux dans l'agriculture et l'élevage (Ctxt\_Roca). Les *sertanejos* ne disposent pas d'un endroit approprié pour étudier pendant la période d'apprentissage à distance (Local\_estudo) et sont des élèves qui ont tendance à avoir le téléphone portable comme seul moyen d'étude. L'expérience culturelle est également très marquante pour les *sertanejos* qui citent l'appréciation et la participation à des phénomènes culturels (Vivencia\_Cult), tels que la *pega de boi*, la *vaquejada*, la Messe du *Vaqueiro*, le *forró*, le *repente*, la poésie, etc. Ils impliquent également d'être des élèves qui aiment le sujet de la Physique.

Ces relations mettent en évidence les caractéristiques les plus marquantes des élèves *sertanejos* à partir de l'indice d'implication de 0,60. Il est remarquable que l'absence de conditions adéquates pour l'apprentissage à distance soit due à la vulnérabilité économique et, par conséquent, au manque d'infrastructures nécessaires à l'apprentissage à distance. L'absence de suivi des études des enfants est une caractéristique frappante, due à la performance de la famille dans les activités de travail au champ, les travaux domestiques, la commercialisation des produits alimentaires à domicile et le faible niveau d'éducation des parents, ce qui affecte la culture de l'étude.

Dans le Graphe implicatif 7 nous vérifions les principales caractéristiques des urbains (Urbano) à partir des relations avec l'indice d'implication à partir de 0,60, dans lesquelles les élèves croient que l'interdisciplinarité est limitée (Interdiscip\_Limit), ils voient, par exemple, que la contextualisation disciplinaire avec la culture serait fortement liée aux matières des Humanités, comme l'Histoire et la Sociologie, mais il ne serait pas possible d'enseigner sur la base des différentes cultures les matières du domaine scientifique, comme la Chimie et la Physique.

## Graphe implicatif 7

Principales caractéristiques des élèves urbains



Source : logiciel CHIC 7.0 (2014).

Les élèves urbains pensent que la plupart des enseignants ne planifient pas les activités scolaires pendant l'enseignement à distance (Nao\_Plan\_Atividade). Les difficultés de la vie, au niveau familial (Desmt\_Difc\_Vida) et les attitudes décourageantes de la famille et des enseignants (Desmt\_Desencoraj) sont des problèmes qui contribuent à la démotivation pour les études. En revanche, l'histoire familiale est une source de motivation (Motiv\_Hist), ils puisent dans l'histoire de leurs parents, les difficultés qu'ils ont subies comme éléments de motivation pour étudier et changer leur vie.

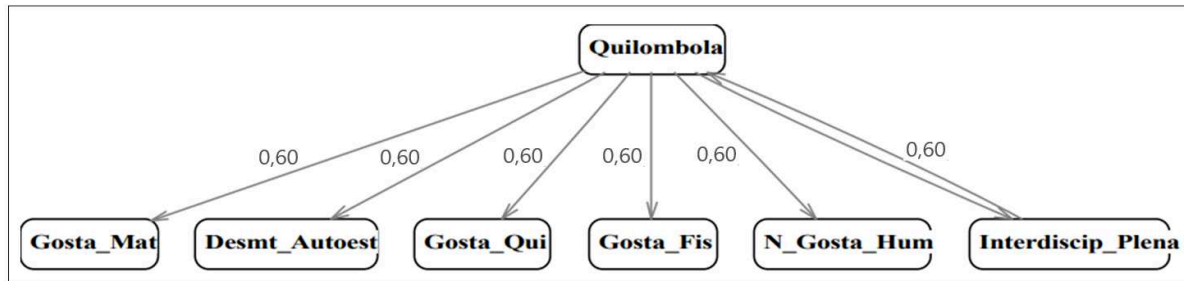
Dans une relation de double implication, les urbains croient en l'interdisciplinarité liée uniquement aux matières scientifiques (Cienc\_Interdisc), c'est-à-dire qu'il est possible de parler de Chimie avec la Physique et la Biologie, mais cette relation avec les matières humaines est plus difficile. Cette relation met en évidence la forte influence de la pensée cartésienne des élèves. Les urbains ont tendance à être ceux qui sont adaptés à l'apprentissage à distance (adapté) et sont ceux qui utilisent des ordinateurs (usa\_comp). Il faut considérer que, parallèlement à ces relations, les urbains ne partagent pas les téléphones portables et les ordinateurs avec les autres membres de la famille. Ces conditions contribuent à l'adaptation à l'apprentissage à distance.

En ce qui concerne l'élève *quilombola* (Quilombola), la seule participant de ce groupe ethnique-culturel, les relations présentées dans le Graphe implicatif 8 sont constituées sous l'indice d'implication de 0,60. La non-apparition de relations implicatives plus fortes (avec des indices

d'implications supérieures à 0,60) est due à la présence d'une seule élève *quilombola* dans l'étude.

### Graphe implicatif 8

Principales caractéristiques des élèves *quilombolas*



Source : logiciel CHIC 7.0 (2014).

Nous avons vérifié comme caractéristiques, à partir des implications, que l'élève *quilombola* aime les Mathématiques (Gosta\_Mat), la Chimie (Gosta\_Qui) et la Physique (Gosta\_Fis), mais n'aime pas les sujets des sciences humaines (N\_Gosta\_Hum). Que l'estime de soi est le principal facteur qui génère la démotivation (Desmt\_Autoest) et qu'elle croit en une interdisciplinarité totale, où non seulement les sujets peuvent être reliés, mais aussi les cultures.

Les résultats des élèves, qui révèlent des caractéristiques culturelles et liées aux cultures (scolaires et extrascolaires), doivent servir à planifier des actions didactiques et pédagogiques, tant au niveau politique et scolaire, où l'école doit utiliser ces informations pour planifier et orienter son fonctionnement du point de vue du groupe enseignant, qu'au niveau individuel, où chaque enseignant doit tenir compte de ces caractéristiques pour répondre aux demandes des élèves.

Dans une étude menée sur l'enseignement à distance, Saraiva, Traversini et Lockmann (2020) abordent les problèmes de la méthode d'enseignement d'urgence dans la syndémie par Covid-19, comme un moyen de répondre à la réalité de la société :

**Les écoles doivent répondre aux impératifs de la société d'apprentissage** et doivent inventer des stratégies permettant de transférer leur fonctionnement dans les foyers des élèves et des enseignants. Ainsi, les écoles devraient guider leurs enseignants pour qu'ils inventent ces stratégies, en gardant à l'esprit que, comme le montrent les données empiriques de cette recherche, la plupart des responsabilités



en la matière ont été déléguées aux enseignants de manière individualisée (Saraiva, Traversini & Lockmann, 2020, p. 17. C'est nous qui soulignons).

Ce que les auteurs déclarent est ce que nous avons pu vérifier dans nos études. Dans la pratique, le processus d'enseignement et d'apprentissage doit être étroitement lié à la réalité et aux exigences sociales. Les connaissances antérieures des élèves doivent être comprises, sur la base de l'ensemble des cultures scolaires et extrascolaires. C'est pourquoi la triade informative interculturelle de Kidman, Yen et Abrams (2013) a si bien fonctionné dans cette recherche, notamment comme base méthodologique pour structurer l'investigation de la réalité des élèves, en considérant les connaissances scolaires et extrascolaires antérieures.

L'application du questionnaire de la triade informative interculturelle était très importante pour nous permettre de connaître les caractéristiques culturelles de chaque apprenant qui, à leur tour, sont culturellement construites et qui influencent l'apprentissage scolaire, surtout dans le contexte de l'éducation numérique en situation interculturelle et interdisciplinaire, ce qui est notre proposition. À ce propos, Vygotsky (1991) a déclaré que l'histoire de la société dans laquelle l'enfant se développe et l'histoire personnelle de cet enfant sont des facteurs cruciaux qui détermineront sa façon de penser.

Sept ans avant le syndémie de Covid-19, Aguilar et al. (2013) étudiaient déjà l'impact de la culture numérique chez les élèves à l'école - génération culture numérique - par rapport aux enseignants qui appartiennent à la génération culture analogique. Cette relation culturelle qui connaissait une transition progressive dans notre société a connu une transition brutale, où du jour à la nuit, nos écoles ont dû utiliser des moyens numériques pour que l'éducation scolaire, déjà altérée par la crise sanitaire, puisse avoir lieu. Ainsi, l'enseignement à distance a été proposé au Brésil. Cependant, cette situation insère aussi un contexte multiculturel déjà caractéristique de la ville de Salgueiro, une autre relation, exactement celle étudiée par Aguilar et collaborateurs en 2013 en Espagne. La virtualisation de l'école s'impose comme une problématique en même temps elle peut être vue comme une opportunité, dans notre cas de considérer les cultures numériques et analogiques dans le processus d'investigation, comme une autre forme d'interculturalité.

La triade informative interculturelle a permis de relier les cultures associées à la demande émergente d'enseignement à distance. Elle sert à l'enseignant comme moyen de rechercher les connaissances antérieures des élèves, qui ne sont pas seulement centrées sur le contexte

scolaire, mais qui examinent et prennent en compte les concepts extrascolaires dont ils sont porteurs. Dans notre cas, en particulier, elle nous a permis de comprendre comment ces élèves interagissaient avec une nouvelle école, l'école numérique. Elle nous a donc permis de retracer, au-delà des plans conceptuels scientifiques et quotidiens, quelles ressources qui constituent les moyens d'enseignement à distance ces élèves possèdent et comment ils les opérationnalisent.

La réalité des élèves doit être connue et reconnue par l'école et les enseignants, non seulement leurs connaissances scolaires antérieures, mais aussi leurs connaissances socioculturelles et les facteurs qui ont un impact sur l'éducation numérique. La nouvelle modalité d'enseignement à distance requiert de la part de l'enseignant de nouvelles pratiques pédagogiques basées sur ce que Rabardel (1995) appelle le modèle tripolaire, dans ses travaux sur les instruments pédagogiques et l'instrumentalisation, lors de l'étude de l'informatique à l'école. Il existe un moyen de production de la connaissance que non seulement l'enseignant doit posséder et maîtriser, mais aussi l'élève.

Rondini, Pedro et Duarte (2020) soulignent l'importance pour l'enseignant de mener une réflexion critique sur la réalité des élèves, leurs connaissances préalables et la relation entre les TIC et les objectifs d'apprentissage. Sur la base de ces considérations, nous avons cherché à utiliser les connaissances des élèves pour guider l'intervention didactique-pédagogique pour l'investigation de la construction des concepts scientifiques, qui constitue notre quatrième étape d'investigation, en plus de l'intégrer aux autres étapes de la recherche.

## **12. Étape 4 : Construction des concepts scientifiques**

Après l'exécution de la troisième étape de la recherche, les informations recueillies dans le questionnaire - basé sur la triade informative interculturelle - nous ont servi à planifier l'intervention pédagogique didactique. Comme déjà exprimé dans d'autres moments de cette thèse, cette étape de recherche a subi une grande transformation face aux défis que le syndémie de Covid-19 nous a obligés à faire. Changer un plan d'intervention didactique-pédagogique en face à face, basé exclusivement sur le MoMuP-PE, pour une nouvelle proposition qui s'opposait à la réalité de l'enseignement à distance n'a pas été facile. Nous avons dû extrapoler les références théoriques et méthodologiques pour répondre aux nouveaux désirs, comme la reconnaissance et l'inclusion de deux nouvelles cultures en plus des cultures extra-scolaire et scolaire déjà prévues : la culture numérique est entrée en scène et ne pouvait être considérée sans la culture analogique.

Le MoMuP-PE a été important pour la création et la planification du dispositif « Sur la Route du Lait », parce que nous cherchons, à partir de lui, la structuration d'une demande importante à l'éducation multiculturelle qui est la flexibilité cognitive pour la construction de concepts scientifiques centrés, surtout, dans une proposition complexe par la présence remarquable de l'interculturalité et de l'interdisciplinarité.

Ce sujet sera décrit en deux parties : dans la première, nous cherchons à expliquer la conception du dispositif « Sur la Route du Lait », en guidant le lecteur de manière procédurale, selon l'idéalisation et la base théorico-méthodologique utilisée et une analyse du dispositif guidée par le MoMuP-PE (Brayner-Lopes, 2015 ; Sá, 2017), la théorie des frontières culturelles (Aikenhead, 1996), la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990) et les concepts d'instrument et d'instrumentalisation (Rabardel, 1995) ; dans la deuxième partie, nous présentons une analyse de la construction des concepts, basée sur la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990) et sa relation interculturelle (Acioly-Régnier, 2019).

### 12.1. Le dispositif pédagogique numérique « Sur la Route du Lait »

Le dispositif « Sur la Route du Lait » a été conçu selon le MoMuP-PE qui a servi de guide méthodologique pour penser le dispositif numérique didactique-pédagogique, à partir de la problématisation d'un cas sur le thème de la « consommation de lait », après que le « lait » ait été identifié comme un objet thématique transversal potentiel entre les cultures extra-scolaire et scolaire. Ainsi, nous présentons dans le Tableau 11, ci-dessous, la structure de planification initiale du MoMuP-PE :

**Tableau 11**

Planification selon le Modèle des Perspectives Multiples - Pernambuco - MoMuP-PE

MOMUP-PE	DESCRIPTION	OBJECTIF	PLANIFICATION MÉTHODOLOGIQUE NUMÉRIQUE
Cas	Le lait est-il mauvais pour la santé ?	Connaître la biochimie des glucides du lait qui permet d'appliquer le contenu scientifique dans la vie quotidienne.	1. Présentation du thème du cours « Consommation de lait ». <a href="https://youtu.be/7UNNdbaBdfo">https://youtu.be/7UNNdbaBdfo</a> 2. Présentation du cas par une animation graphique et mise à disposition sur le groupe WhatsApp du cours. <a href="https://youtu.be/cbDpZiz3hZQ">https://youtu.be/cbDpZiz3hZQ</a>

<p>Traversées Thématiques</p>	<p>Hyperliens qui permettent d'accéder à des vidéos, des documents vidéographiques et textuels, des animations et des images ;</p> <p>Des leçons synchronisées, thématiques et appliquées aux réalités socioculturelles ;</p> <p>Interactions sociales sur l'appareil et dans les classes synchrones</p>	<p>Présenter le contenu scientifique biochimique du lait sous différentes perspectives biochimiques, génétiques, écologiques, géographiques, historiques, culturelles, zootechniques, nutritionnelles, économiques et dans différents systèmes symboliques au-delà des mots tels que des images, des schémas, des animations, des vidéos, des cartes, des dessins, etc.</p>	<p>1. Hyperliens de différents types placés stratégiquement le long de la route du lait :  Médiation asynchrone (MA)  Matière écrite (ME)  Exposition artistique (EA)  Matière vidéo (MV)  Matériel synchrone (MS)  Videobook (VB)  Auto-évaluation (AE)</p> <p>2. Des cours interdisciplinaires et interculturels synchronisés appelés Tracks :  1ère piste : Qu'est-ce que le lait ?  2ème piste : Biochimie du lait  3ème piste : Synthèse du lait  4ème piste : l'écologie du lait  5ème piste : Transformation dans le <i>matulão</i><sup>48</sup> - le fromage blanc  Fichiers PDF accessibles par le lien ci-dessous :  <a href="https://drive.google.com/drive/folders/1VQaP4TZ_Pf4Br-df4J1vhnEvu14ZFnQ2?usp=sharing">https://drive.google.com/drive/folders/1VQaP4TZ_Pf4Br-df4J1vhnEvu14ZFnQ2?usp=sharing</a></p> <p>3. Interactions sociales synchrones et asynchrones</p>
<p>Mini-cas</p>	<p>Mini-cas 1 : L'allaitement interspécifique est-il possible pour un <i>sertanejo</i> intolérant ?</p> <p>Mini-cas 2 : Pourquoi les Indigènes souffrent-ils d'intolérance au lactose ?</p> <p>Mini-cas 3 : Pourquoi la supplémentation en lactase n'a-t-elle pas fonctionné pour le <i>quilombola</i> ?</p> <p>Mini-cas 4 : Pourquoi le fromage affiné est-il moins nocif pour</p>	<p>Fournir une réflexion visant l'articulation des concepts dans des problématiques réelles et contextualisées, et la re-signification conceptuelle dans le processus de conceptualisation.</p>	<p>Problèmes contextualisés par le biais d'animations :</p> <p>Mini-cas 1 :  <a href="https://youtu.be/3NdJSqhxfew">https://youtu.be/3NdJSqhxfew</a></p> <p>Mini-cas 2 :  <a href="https://youtu.be/puO6uYD_c-k">https://youtu.be/puO6uYD_c-k</a></p> <p>Mini-cas 3 :  <a href="https://youtu.be/sjWJgMYzSAk">https://youtu.be/sjWJgMYzSAk</a></p> <p>Mini-cas 4 :  <a href="https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw">https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw</a></p>

<sup>48</sup> Le *matulão* est un sac en cuir rustique. Aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles, elle était fabriquée à partir de la peau de l'estomac des veaux pour sa souplesse et sa qualité. Dans le Nord-est brésilien, les vachers utilisaient le *matulão* pour stocker des provisions (farine de manioc, viande séchée, *rapadura* - sucre brut extrait de la canne à sucre - et lait) lorsqu'ils allaient sauver des génisses égarées dans la forêt de Caatinga (biome typique de la région semi-aride du Nord-est). Le sauvetage durerait des jours et le vacher devrait s'approvisionner bien pour le dangereux travail. Le fromage *coalho*, le premier fromage brésilien, a été créé en stockant le lait dans un grand *matulão* fait d'estomac de veau et rempli d'enzymes qui a agi dans la transformation du lait en fromage.

	les personnes intolérantes au lactose ?		
Démission du cas	Chaque croisement thématique fournira des processus de re-signification ; Des mini-cas problématiques à la fin du cours ; L'auto-évaluation de l'élève est indirectement liée à l'objectif du cours.	Assister à la conceptualisation à partir de la construction de concepts basés sur les systèmes symboliques scolaires et extra-scolaires.	La re-signification du cas se fera à travers des processus dynamiques de conceptualisation où le développement des connaissances se fera dans des moments individuels par l'interaction avec le dispositif et dans des moments d'interactions sociales pendant le cours et à la fin avec la présentation des mini-cas.

Source : auteur.

Après la présentation de la structure du parcours, selon MoMuP-PE, nous signalons que le dispositif comporte cinquante-trois (53) hyperliens, dans lesquels ses éléments actifs sont distribués dans différentes catégories typologiques et dans différents systèmes symboliques, comme il est possible de l'observer dans le Tableau 12 :

**Tableau 12**

Catégorisation et description quantitative des éléments actifs du dispositif

TYPE	ÉLÉMENT	N°
Informatif textuel	Matière écrite (ME) : matière journalistique ou éducative à prédominance textuelle.	16
Informatif vidéographique	Article vidéo (MV) : article journalistique ou éducatif sur vidéo.	10
Informatif multilittéraire	Exposition artistique (EA) : exposition virtuelle de peintures, d'histoire et de culture de la production fromagère italienne disponible sur Google Art® et mêlant des éléments textuels et non textuels : l'imagerie.	5
	Matériel synchrone (MS) : fichier PDF des diapositives du cours en PowerPoint® qui combine des représentations textuelles et non textuelles d'images, de schémas, de figures, de photographies, de microscopie, de modélisation biochimique et biologique microscopique (organelles, cellules, tissus et systèmes physiologiques). Matériel utilisé dans la médiation synchrone.	5
	Videobook (VB) : vidéo sérialisée (quatre épisodes) construite à partir de vidéos et d'animations tridimensionnelles, procédurales et éducatives disponibles sur YouTube® et libres pour modification à proposition d'utilisation éducatif, selon le droit flexible d'utilisation vidéographique et selon la licence d'utilisation et de modification instruite par <i>Creative Commons License</i> .	4
Médiation	Médiation asynchrone (MA) : processus de médiation induits dans le dispositif qui guident les élèves quant aux activités à développer dans le dispositif, sans l'action directe de l'enseignant. Ils sont agencés par des textes, des schémas, des systèmes symboliques par des couleurs et des figures distribuées dans le dispositif ne sont pas des hyperliens.	9

Métacognitive	Auto-évaluation (AE) : processus d'induction à la prise de conscience par une autoréflexion sur sa propre performance pendant le cours et sur la méthodologie du cours qui a été planifiée et appliquée.	2
Matérialisation	Vérification de l'apprentissage (VA) : matérialisation de la conceptualisation à travers différents modes de production (textuel, dessin, schéma, audio et figures) en tenant compte des possibles différences culturelles de production de connaissances entre les indigènes, les populations de <i>sertanejos</i> , les <i>quilombolas</i> et les urbains. Il est distribué en association avec des classes synchrones, des livres vidéo et comme activité finale à travers des mini-cas contextualisés aux cultures.	11
Interactionnisme	Processus interactionnels (PI) : interaction numérique interpersonnelle dans le dispositif grâce aux ballons qui fournissent des hyperliens interdisciplinaires et interculturels. Chaque ballon fonctionne comme un petit blog dans lequel les élèves interagissent entre eux et exposent leurs impressions et leur compréhension du contenu.	29

Source : auteur.

Dans le Tableau 13, l'inventaire du dispositif « Sur la Route du Lait » avec la description des éléments actifs et de leurs hyperliens, en fonction de l'emplacement de chaque dans la séquence didactique-pédagogique. La description suit la séquence didactique prévue pour le cours dans le dispositif.

**Tableau 13**

Inventaire des éléments actifs et localisation sur le dispositif « Sur la Route du Lait »

PARCOURS	CONTENU/HIPERLIEN (H)
Europe	<p>Présentation du cours (MA1) : vidéo d'introduction, plan du cours et directives générales.</p> <p>H1 :  <a href="https://www.dropbox.com/sh/hivjstlwh580gchd/AADEtnT1oIcuXISCsHJ-XIvTa?dl=0">https://www.dropbox.com/sh/hivjstlwh580gchd/AADEtnT1oIcuXISCsHJ-XIvTa?dl=0</a></p> <p>Formation pratique : exploration de ballons européens.</p> <p>Ballons :</p> <p>Récit journalistique écrit (ME1) : histoire de la consommation de lait à travers le tarte sur des dents fossilisées.</p> <p>H2 :  <a href="https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2021/09/amp/4949752-idade-do-bronze-grande-imigracao-e-ligada-a-ingestao-de-leite.html">https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2021/09/amp/4949752-idade-do-bronze-grande-imigracao-e-ligada-a-ingestao-de-leite.html</a></p> <p>Exposition artistique (EA1) : l'histoire, la production et les caractéristiques du fromage italien Quattrolo Lombardo.</p> <p>H3 :  <a href="https://artsandculture.google.com/exhibit/quattrolo-lombardo/gOezdvpq?hl=pt-BR">https://artsandculture.google.com/exhibit/quattrolo-lombardo/gOezdvpq?hl=pt-BR</a></p> <p>Exposition artistique (EA2) : l'histoire, la production et les caractéristiques du fromage italien Mozzarella di Bufala.</p> <p>H4 :</p>

	<p><a href="https://artsandculture.google.com/exhibit/mozzarella-di-bufala-campana/gOenNbRj?hl=pt-BR">https://artsandculture.google.com/exhibit/mozzarella-di-bufala-campana/gOenNbRj?hl=pt-BR</a></p> <p>Exposition artistique (EA3) : l'histoire, la production et les caractéristiques du fromage mixte italien Robiola di Roccaverano. H5 : <a href="https://artsandculture.google.com/exhibit/robiola-di-roccaverano/gQd_e2gM?hl=pt-BR">https://artsandculture.google.com/exhibit/robiola-di-roccaverano/gQd_e2gM?hl=pt-BR</a></p> <p>Exposition artistique (EA4) : l'histoire, la production et les caractéristiques du fromage de brebis italien Pecorino Romano. H6 : <a href="https://artsandculture.google.com/exhibit/pecorino-romano/gOe-L-BB?hl=pt-BR">https://artsandculture.google.com/exhibit/pecorino-romano/gOe-L-BB?hl=pt-BR</a></p> <p>Exposition artistique (EA5) : peintures sur l'agriculture européenne du XVe au XXe siècle. H7 : <a href="https://artsandculture.google.com/usergallery/dgLCDlCmDzc7JA?hl=pt-BR">https://artsandculture.google.com/usergallery/dgLCDlCmDzc7JA?hl=pt-BR</a></p> <p>Matière écrite (ME2) : Quel animal a le lait le plus nutritif. H8 : <a href="https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-animal-tem-o-leite-mais-nutritivo/">https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-animal-tem-o-leite-mais-nutritivo/</a></p> <p>Vidéo éducative (VE1) : L'histoire de la consommation de lait. H9 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4pLKBaLUWLI">https://www.youtube.com/watch?v=4pLKBaLUWLI</a></p>
Maison 1	<p>Matériel pédagogique (diapositives Powerpoint®) (MD1) : 1er Piste - Qu'est-ce que le lait ? H10 : <a href="https://www.dropbox.com/s/4va3fju8hgnyr1q/NA%20TRILHA%20DO%20LEITE%20-%201a%20Pista%20-%200%20que%20%C3%A9%20o%20leite.pptx?dl=0">https://www.dropbox.com/s/4va3fju8hgnyr1q/NA%20TRILHA%20DO%20LEITE%20-%201a%20Pista%20-%200%20que%20%C3%A9%20o%20leite.pptx?dl=0</a></p> <p>Activité de vérification de l'apprentissage (VA1) : exercice comportant dix questions à choix multiple dans Kahoot®. H11 : <a href="https://kahoot.it/challenge/03946530?challenge-id=1557b782-f1f4-41f5-85fd-7e1e8d2a39f7_1640794159265">https://kahoot.it/challenge/03946530?challenge-id=1557b782-f1f4-41f5-85fd-7e1e8d2a39f7_1640794159265</a></p>
Maisons 2 à 5	<p><b>MAISON 2</b> Orientations pour l'accès aux ballons d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient Matière écrite éducative (ME3) : la géographie et la biologie du désert du Sahara. H12 : <a href="https://www.todamateria.com.br/deserto-do-saara/">https://www.todamateria.com.br/deserto-do-saara/</a></p> <p>Vidéo pédagogique (VE1) : l'histoire et la culture des peuples d'Afrique du Nord. H13 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2vyV5dOEryg">https://www.youtube.com/watch?v=2vyV5dOEryg</a></p> <p>Matière écrite éducative (ME4) : la géographie, l'histoire et la culture du Moyen-Orient. H14 : <a href="https://brasilecola.uol.com.br/geografia/oriente-medio.htm">https://brasilecola.uol.com.br/geografia/oriente-medio.htm</a></p> <p><b>MAISON 3</b> Videobook « Sur la Route du Lait » (VB1) : premier épisode - Photosynthèse - le lait commence dans la plante. H15 : <a href="https://youtu.be/cx31Y47Efxw">https://youtu.be/cx31Y47Efxw</a></p> <p>Activité de vérification de l'apprentissage (VA2) : sur le videobook avec production libre (texte, schéma, dessin, audio, etc.) mis à disposition sur le groupe WhatsApp®.</p>

	<p><b>MAISON 4</b> Orientation (MA2) pour accéder aux ballons du continent africain de la région centrale à la région sud.</p> <p>Reportage vidéo (MV1) : Production de lait au Kenya. H16 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=-OPvqi-fBBw">https://www.youtube.com/watch?v=-OPvqi-fBBw</a></p> <p>Matière écrite éducative (ME5) : la forêt équatoriale africaine au Congo. H17 : <a href="https://www.todamateria.com.br/floresta-equatorial/">https://www.todamateria.com.br/floresta-equatorial/</a></p> <p>Reportage vidéo journalistique (MV2) : la forêt équatoriale du Congo, sa biologie et ses aspects socioculturels (vidéo). H18 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=8sU8N5m3220">https://www.youtube.com/watch?v=8sU8N5m3220</a></p> <p>Article d'actualité textuelle (ME6) : l'histoire de la culture de la consommation de lait en Afrique centrale H19 : <a href="https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/historia-hoje/africanos-ja-bebiam-leite-ha-5-mil-anos-revela-estudo.phtml">https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/historia-hoje/africanos-ja-bebiam-leite-ha-5-mil-anos-revela-estudo.phtml</a></p> <p>Reportage journalistique écrit (ME7) : le marché du lait d'ânesse. H20 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=DxA7Z0cRnpQ&amp;t=7s">https://www.youtube.com/watch?v=DxA7Z0cRnpQ&amp;t=7s</a></p> <p>Reportage écrit (ME8) : Le marché du lait de vache en Afrique. H21 : <a href="https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/africa-entra-no-mapa-das-multinacionais-de-lacteos-102653n.aspx">https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/africa-entra-no-mapa-das-multinacionais-de-lacteos-102653n.aspx</a></p> <p>Vidéo éducative (VE2) : les savanes africaines. H22 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IglfnoUjsF0">https://www.youtube.com/watch?v=IglfnoUjsF0</a></p> <p><b>MAISON 5</b> Orientation vers l'auto-évaluation et l'évaluation des cours (MA3). Auto-évaluation et évaluation du cours (AA1). H23 : <a href="https://forms.gle/UWWuciJCEovj39jXA">https://forms.gle/UWWuciJCEovj39jXA</a></p>
Maisons 6 à 8	<p><b>MAISON 6</b> Matériel didactique (diapositives Powerpoint®) (MD2) : 2ème Piste - Biochimie du lait H24 : <a href="https://www.dropbox.com/s/ksr959w1zb7x92d/2%C2%AA%20pista%20-%20Bioqu%C3%ADmica%20do%20leite.pdf?dl=0">https://www.dropbox.com/s/ksr959w1zb7x92d/2%C2%AA%20pista%20-%20Bioqu%C3%ADmica%20do%20leite.pdf?dl=0</a></p> <p>Activité de vérification de l'apprentissage (VA3) : dix questions à choix multiples sur la biochimie du lait avec Kahoot®. H25 : <a href="https://kahoot.it/challenge/0692075">https://kahoot.it/challenge/0692075</a></p> <p><b>MAISON 7</b> Orientation (MA4) pour accéder aux ballons disposés dans l'océan. Article journalistique écrit (ME9) : l'histoire du bœuf volant à Recife. H26 : <a href="https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2020/03/5602045-o-boi-voador-volta-aos-ceus-no-aniversario-do-recife--no-domingo--15.html">https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2020/03/5602045-o-boi-voador-volta-aos-ceus-no-aniversario-do-recife--no-domingo--15.html</a></p> <p>Vidéo éducative (VE3) : extrait du film la Batalha dos Guararapes où Maurício de Nassau planifie le Bœuf Volant. H27 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=eVZJqts9iG0">https://www.youtube.com/watch?v=eVZJqts9iG0</a></p> <p>Matière écrite (ME10) : un cargo coule avec 5 800 vaches. H28 :</p>



	<p><a href="https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/boi/267879-nova-zelandia-navio-com-5800-bovinos-afunda-por-mau-tempo-pais-interrompe-embarque-de-gado-vivo.html#.YERuu2hKjIU">https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/boi/267879-nova-zelandia-navio-com-5800-bovinos-afunda-por-mau-tempo-pais-interrompe-embarque-de-gado-vivo.html#.YERuu2hKjIU</a></p> <p>Reportage vidéo (MV3) : un cargo fait naufrage avec 5 800 vaches. H29 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VRqV8MJK4r8">https://www.youtube.com/watch?v=VRqV8MJK4r8</a></p> <p>Vidéo éducative (VE4) : la colonisation de l'Ouest nord-américain. H30 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ATD0AYGUxuM">https://www.youtube.com/watch?v=ATD0AYGUxuM</a></p> <p>Sujet éducatif écrit (ME11) : la forêt tropicale d'Amérique centrale. H31 : <a href="https://www.todamateria.com.br/floresta-tropical/">https://www.todamateria.com.br/floresta-tropical/</a></p> <p>Matière pédagogique écrite (ME12) : la forêt amazonienne. H32 : <a href="https://www.todamateria.com.br/floresta-amazonica/">https://www.todamateria.com.br/floresta-amazonica/</a></p> <p>Reportage journalistique écrit (ME13) : la plus grande population de bubalines au Brésil et la différence entre le lait de vache et le lait de bufflonne. H33 : <a href="https://tecnologianocampo.com.br/bufalos/">https://tecnologianocampo.com.br/bufalos/</a></p> <p>Sujet éducatif écrit (ME14) : la domestication du lama et la consommation de lait de lama dans les Andes. H34 : <a href="https://brasilecola.uol.com.br/animais/lhama.htm">https://brasilecola.uol.com.br/animais/lhama.htm</a></p> <p>Sujet d'enseignement écrit (ME15) : les races de chèvres du Nord-Est du Brésil. H35 : <a href="https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckh7u3u02wx5eo0a2ndxyt4usmh5.html">https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckh7u3u02wx5eo0a2ndxyt4usmh5.html</a></p> <p>Vidéo éducative (VE5) : le désert d'Atacama au Chili. H36 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=AJCfb2SRsq8">https://www.youtube.com/watch?v=AJCfb2SRsq8</a></p> <p>Reportage journalistique écrit (ME16) : le Cerrado et son importance biologique et socio-culturelle en Amérique du Sud. H37 : <a href="https://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/meioambiente/2019-09-11/cerrado-segundo-maior-bioma-da-america-do-sul-ainda-e-pouco-preservado.html">https://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/meioambiente/2019-09-11/cerrado-segundo-maior-bioma-da-america-do-sul-ainda-e-pouco-preservado.html</a></p> <p>Vidéo pédagogique (VE6) : Les camélidés des Andes. H38 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ir7vfVAMRME">https://www.youtube.com/watch?v=Ir7vfVAMRME</a></p> <p>Vidéo éducative (VE7) : caractéristiques géographiques et culturelles de la Terre de Feu à l'extrême sud de l'Amérique du Sud. H39 : <a href="https://www.youtube.com/watch?v=HtTMqCAFeTM&amp;list=RDCMUCDFmSEv9bygLIJ_4X1HtVWA&amp;start_radio=1&amp;rv=HtTMqCAFeTM&amp;t=49">https://www.youtube.com/watch?v=HtTMqCAFeTM&amp;list=RDCMUCDFmSEv9bygLIJ_4X1HtVWA&amp;start_radio=1&amp;rv=HtTMqCAFeTM&amp;t=49</a></p> <p><b>MAISON 8</b> Videobook « Sur la Route du Lait » épisode 2 (VB2) : 2ème épisode - Digestion. H40 : <a href="https://youtu.be/tlgb5Efzj4M">https://youtu.be/tlgb5Efzj4M</a></p> <p>Contrôle de l'apprentissage (VA4) : dix questions à choix multiples avec kahoot® sur le deuxième épisode du livre vidéo qui traite de la digestion de la plante dans le pré-estomac de la vache. H41 : <a href="https://kahoot.it/challenge/008460088">https://kahoot.it/challenge/008460088</a></p>
Maisons 9 et 10	<p><b>MAISON 9</b> Matériel didactique (diapositives Powerpoint®) (MD3) : 3ème Piste - Synthèse du lait dans la glande mammaire H42 : <a href="https://www.dropbox.com/s/8bq2sk5b99z9068/3%C2%AA%20pista%20-%20S%C3%ADntese%20do%20leite.pdf?dl=0">https://www.dropbox.com/s/8bq2sk5b99z9068/3%C2%AA%20pista%20-%20S%C3%ADntese%20do%20leite.pdf?dl=0</a></p>

	<p><b>MAISON 10</b> Videobook « Sur la Route du Lait » épisode 3 (VB3) : 3ème épisode – Digestion et absorption. H43 : <a href="https://youtu.be/KHLNebWpn1I">https://youtu.be/KHLNebWpn1I</a></p>
Maisons 11 et 12	<p><b>MAISON 11</b> Matériel didactique (diapositives Powerpoint®) (MD4) : 4ème Piste - Écologie laitière. H44 : <a href="https://www.dropbox.com/s/rwpz12wyd4hm55y/4%C2%AA%20Pista%20-%20A%20ecologia%20I%C3%A1ctea.pdf?dl=0">https://www.dropbox.com/s/rwpz12wyd4hm55y/4%C2%AA%20Pista%20-%20A%20ecologia%20I%C3%A1ctea.pdf?dl=0</a></p> <p>Contrôle de l'apprentissage (VA5) : production d'une réponse aux questions écologiques sur le thème « Quelle relation peut-on établir entre l'écologie, le lait et la biochimie ? » avec production libre (audio, écriture, dessin, schéma, etc.) sur Padlet®. H45 : <a href="https://padlet.com/faelaquino/c0fddhzu1005ndxp">https://padlet.com/faelaquino/c0fddhzu1005ndxp</a></p> <p><b>MAISON 12</b> Videobook « Sur la Route du Lait » épisode 4 (VB4) : 4ème épisode – Synthèse du lait. Contrôle de connaissances (VA6) : dix questions à choix multiples sur la synthèse du lait dans la glande mammaire de la vache avec Kahoot®. H46 : <a href="https://kahoot.it/challenge/004045675">https://kahoot.it/challenge/004045675</a></p>
Maison 13	<p>Matériel didactique (diapositives Powerpoint®) (MD5) : Piste 5 - La transformation du lait dans l'atelier d'affinage : le fromage de <i>coalho</i>. H47 : <a href="https://www.dropbox.com/s/5z40yklu2ih8rq/5%C2%AA%20Pista%20-%20Tecnologia%20Bioqu%C3%ADmica%20-%20o%20queijo.pdf?dl=0">https://www.dropbox.com/s/5z40yklu2ih8rq/5%C2%AA%20Pista%20-%20Tecnologia%20Bioqu%C3%ADmica%20-%20o%20queijo.pdf?dl=0</a></p> <p>Contrôle de connaissances (VA7) : répondre à la question « Qu'est-ce qui différencie la muzzarella de bufflonne d'Italie du fromage blanc <i>coalho</i> brésilien si tous deux sont fabriqués avec du lait et sont le résultat d'un processus de coagulation, de mélange, de pressage et de maturation ? » Réponse de production libre (audio, textuel, dessin, schéma, etc.) sur Padlet®. H48 : <a href="https://padlet.com/faelaquino/ix1n1mjpk56115r">https://padlet.com/faelaquino/ix1n1mjpk56115r</a></p>
Nord-est du Brésil	<p>Orientation (MA5) : réflexion pour répondre à l'auto-évaluation et à l'évaluation du cours. Auto-évaluation et évaluation du cours (AA2). H49 : <a href="https://forms.gle/3gcNXFWu568Zcg2S9">https://forms.gle/3gcNXFWu568Zcg2S9</a></p> <p>Vérification de l'apprentissage (VA8) : vérification de l'apprentissage final dans les mini-cases</p> <p>Mini-cas 1 : L'allaitement interspécifique est-il possible pour un <i>sertanejo</i> intolérant ? H50 : <a href="https://youtu.be/3NdJSqhxfew">https://youtu.be/3NdJSqhxfew</a></p> <p>Mini-cas 2 : Pourquoi les Indigènes souffrent-ils d'intolérance au lactose ? H51 : <a href="https://youtu.be/puO6uYD_c-k">https://youtu.be/puO6uYD_c-k</a></p> <p>Mini-cas 3 : Pourquoi la supplémentation en lactase n'a-t-elle pas fonctionné pour le <i>quilombola</i> ? H52 : <a href="https://youtu.be/sjWJgMYzSAk">https://youtu.be/sjWJgMYzSAk</a></p> <p>Mini-cas 4 : Pourquoi le fromage affiné est-il moins nocif pour les personnes intolérantes au lactose ? H53 : <a href="https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw">https://youtu.be/-fv7wpU5Dpw</a></p>

Source : auteur.

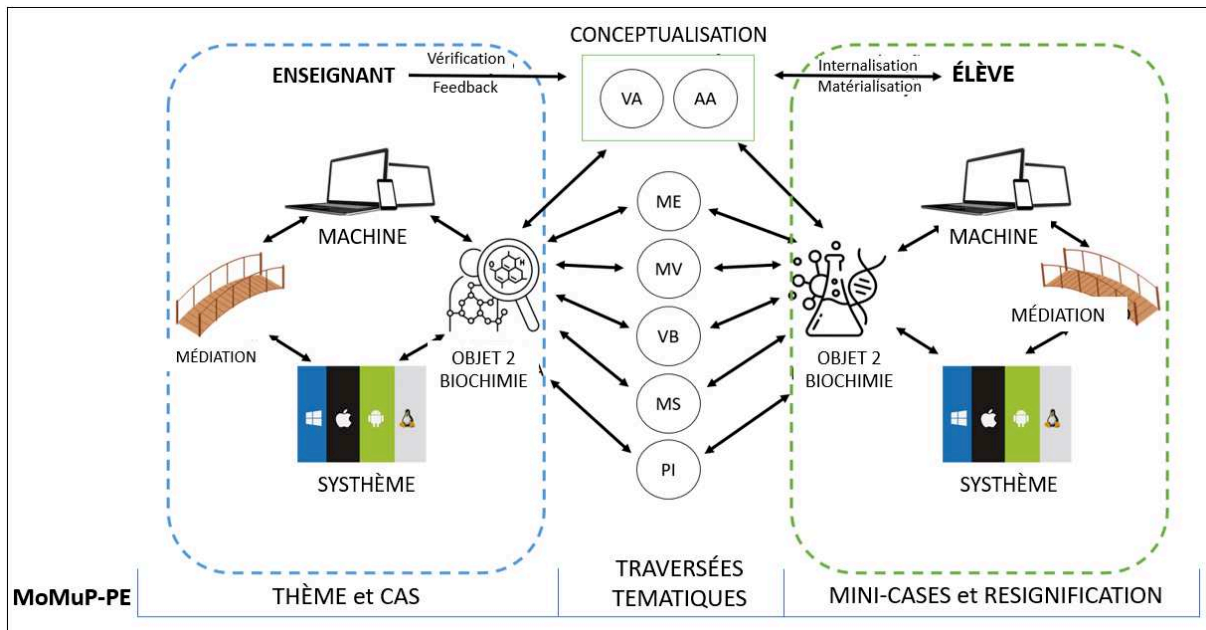
Le dispositif, comme déjà décrit dans la méthodologie, fonctionne sur une application de base, le Miro®, dans laquelle nous déposons l'illustration cartographique de la route du lait et sur laquelle nous installons les éléments actifs par le biais de ballons colorés. À propos de cette application, Hayashi, Almeida et Arakaki (2021) indiquent qu'elle a été développée en 2017 et que les travaux sur l'utilisation de cet outil l'ont cité comme un outil méthodologique, limité à la description de l'utilisation dans des expériences et des ateliers.

Cependant, d'autres auteurs ont vérifié le potentiel d'apprentissage collaboratif que permet Miro® ; par exemple, Rojanarata (2020), Wong-Villacres et al. (2020), dans des travaux antérieurs à la crise sanitaire mondiale et Brandão et al. (2021), Hayashi, Almeida et Arakaki (2021) et Min-Ng et al. (2021) qui ont vérifié les potentialités de Miro® dans l'éducation collaborative pendant la pandémie Covid-19. Tous les auteurs soulignent les contributions majeures à l'éducation numérique collaborative que l'application permet : l'engagement numérique et la fonction de motivation en proposant des défis ; l'interaction sociale différenciée avec des expériences numériques synchrones et asynchrones ; l'absence d'identification personnelle par la possibilité d'utiliser des avatars et d'autres représentations imagées, ce qui favorise le respect de la vie privée des élèves.

Dans le Schéma 8, nous présentons la structure de fonctionnement du dispositif didactique-pédagogique numérique « Sur la Route du Lait » lié à MoMuP-PE.

## Schéma 8

Structure didactique-pédagogique du dispositif « Sur la Route du Lait » en relation avec MoMuP-PE



Source : auteur.

Dans le schéma ci-dessous, nous voyons la description du processus d'éducation numérique rendu possible par le dispositif. Nous identifions dans le champ pointillé bleu, à gauche, la représentation de l'action de l'enseignant dans ce processus, au centre, les éléments didactiques-pédagogiques prévus et présents dans la proposition éducative et, enfin, à droite, nous voyons le champ pointillé vert qui représente l'action de l'élève.

L'enseignant propose l'action didactique du cours, sous l'interaction avec la machine (ordinateur portable, téléphone mobile ou tablette) et cherche la médiation de l'objet 1, qui est une certaine conceptualisation biochimique. Cette médiation se fait via le système d'exploitation, les applications pédagogiques (Miro® et autres) et l'Internet, sous la commande initiale de l'enseignant.

Les éléments pédagogiques didactiques - représentés par les cercles identifiés par des acronymes dans la région centrale de la figure - agissent en unissant l'enseignant et l'élève, en étant opérés par une médiation synchrone, avec une action directe de l'enseignant, et asynchrone, par une action de l'élève sur le système d'exploitation et la machine. En raison de la médiation synchrone et asynchrone, elle est représentée dans le processus interactionnel entre l'être humain, la machine et l'objet scientifique dans les deux domaines de l'action humaine : l'enseignant et l'élève.

C'est dans le champ de l'interaction Homme-enseignant que se situera l'exposition du thème et aussi du cas avec la médiation réflexive positionnée sur les systèmes conceptuels déjà construits par les élèves. Cette action réflexive sur le thème et le cas se fait à travers la médiation de l'enseignant qui guide - via le dispositif numérique éducatif - la conceptualisation scolaire en considérant les systèmes conceptuels quotidiens des élèves.

Mais les éléments didactiques-pédagogiques proposés joueront un rôle important dans la diversification des champs conceptuels, de leurs représentations et des systèmes symboliques. Cette diversification est pour MoMuP-PE le croisement thématique. Il permettra aux élèves d'élargir les champs conceptuels et de reconstruire le concept scientifique. Cette reconstruction d'un concept scientifique antérieur, dans le MoMuP-PE, se fait par des problématisations dérivées du cas, appelées mini-cas et qui sont responsables de la pluri-signification du concept initial problématisé dans le cas.

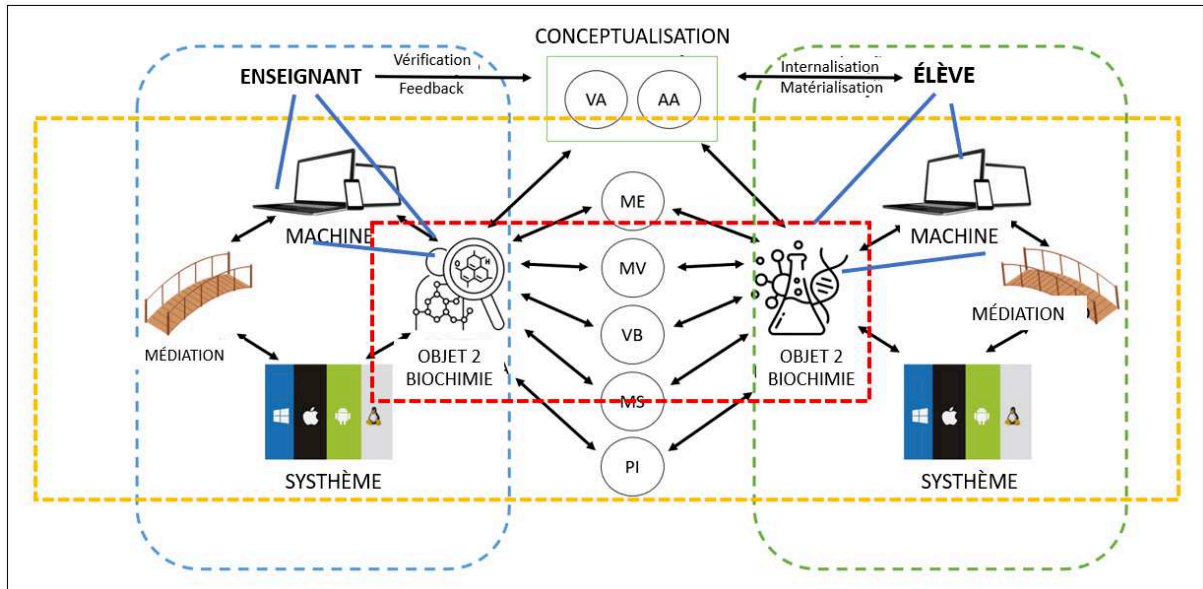
Dans la partie supérieure du schéma, il y a des flèches entre l'élève, les éléments de conceptualisation et l'enseignant. Cette relation présente le processus de conceptualisation à partir de l'intériorisation des symboles et des signifiants qui promeuvent de nouvelles significations, construisant les processus d'autoréflexion au sens métacognitif proposé dans le dispositif. La connaissance au niveau psychologique est construite par l'interaction interpersonnelle des élèves, à travers le dispositif et l'accès à d'autres éléments didactiques-pédagogiques qui présentent de nouvelles perspectives de connaissance du concept biochimique, c'est-à-dire, à travers le lait favorisent la matérialisation de la connaissance construite et présentée dans les contrôles d'apprentissage.

Les vérifications de l'apprentissage fournissent à l'enseignant des éléments d'analyse de la construction des connaissances, permettant la médiation de la conceptualisation à travers des feedbacks asynchrones (quand il répond aux élèves dans les ballons) ou synchrones (quand à partir des vérifications l'enseignant rapporte directement à l'élève en classe synchrone ou à travers le groupe WhatsApp® du cours). Dans le schéma 8, nous pouvons observer que les objets scientifiques de la biochimie sont différenciés en Objet 1 et Objet 2, dans lesquels les représentations symboliques et imagées sont également différentes et représentent la reconstruction conceptuelle par les élèves, comme une influence des différents croisements thématiques (MoMuP-PE) ou, aussi, suite à la contribution des champs conceptuels la conceptualisation induite par les relations avec différents systèmes symboliques et leurs signifiants.

Étant donné que la proposition est une organisation d'éducation numérique, une analyse basée sur les instruments et l'instrumentalisation de Rabardel (1995) et sur la relation du modèle tripolaire est obligatoire. Par conséquent, nous identifions, dans la structure du dispositif, les relations avec Rabardel (1995) qui sont présentées dans le Schéma 9.

### Schéma 9

Relations du dispositif avec Rabardel (1995)



Source : auteur.

Rabardel (1995) - lorsqu'il étudie l'instrument et l'instrumentalisation dans les activités humaines, dont l'éducation et la psychologie se distinguent - défend une vision anthropocentrique, plutôt que technocentrique, car les instruments et leurs instrumentalisation tirent leur fonctionnalité et leur sens de l'être humain et de ses activités et non de la machine elle-même. Le dispositif présente une structuration transformatrice qui a un but et une intentionnalité didactique et sociale.

La vision de Rabardel traverse la structure du système de manière transversale dans différentes perspectives analytiques. Dans le rectangle jaune, nous voyons la structure du modèle tripolaire être humain-machine-objet, qui est identifié par les lignes triangulaires bleues. La machine, également appelée instrument par Rabardel (1995), est le moyen qui permet les interactions sujet-objet, dans lesquelles nous pouvons vérifier les représentations des médiations du processus d'enseignement-apprentissage faites par la machine dans le moment asynchrone. Le rectangle rouge du schéma met en évidence le processus de résinification ou de transformation

de l'objet (contenu scientifique) en tant qu'action proposée par l'instrumentalisation de l'action éducative, à travers l'utilisation stratégique des instruments ou artefacts (cahiers, smartphones, Internet, applications et sites) en faveur d'un objectif. La structuration du dispositif se fait à partir du regroupement d'artefacts, composant des schémas dans une organisation plus complexe que le dispositif « Sur la Route du Lait ». Rabardel (1995) affirme qu'un instrument peut comporter deux perspectives :

Un artefact matériel ou symbolique produit par l'utilisateur ou par d'autres ; un ou plusieurs schémas d'utilisation associés résultant de sa propre construction ou de l'appropriation de schémas sociaux préexistants. Sur cette conceptualisation, ce n'est pas seulement l'artefact qui est associé, et associable, par le sujet à son action à travers l'exécution de la tâche, ce sont aussi les schémas d'utilisation. Ensemble, artefacts et schémas, constituent l'instrument qui peut être inséré par le sujet dans sa propre action en tant que composante fonctionnelle d'une action donnée. (Rabardel, 1995, p. 4).

Ainsi, le dispositif « Sur la Route du Lait » s'inscrit comme un instrument composé d'artefacts associés à des schémas d'utilisation qui, de manière complexe, associent des applications, des hyperliens vers des vidéos, des textes, des animations, des expositions d'art et des activités scolaires qui, à leur tour, sous-tendent les activités scolaires de l'enseignant et des élèves dans le processus d'enseignement et d'apprentissage. La production instrumentale est, selon Rabardel (1995, p. 5), le résultat de deux processus :

les processus d'instrumentalisation qui sont dirigés à travers l'artefact : sélection, regroupement et institutions de fonctions, déviations, attributions de propriétés, transformation de l'artefact, de sa structure, de son fonctionnement, etc. jusqu'à la production intégrale de l'artefact par le sujet ; les processus d'instrumentation sont relatifs au sujet : l'émergence et l'évolution des schémas d'utilisation et de l'action instrumentée : leur constitution, leur évolution vers l'accommodation, la coordination et l'assimilation réciproque, l'assimilation des nouveaux artefacts aux schémas déjà constitués etc. (p. 5).

Ces processus ont été appliqués dans le développement du dispositif « Sur la Route du Lait » qui peut, en outre, être défini comme de structuration active, puisqu'il dispose, dans ce cas, de la connaissance d'opérateur et vise à modifier la connaissance du sujet-opérateur (élève), en influençant son activité, jusqu'à transformer l'homme lui-même (Rabardel, 1995, p. 6).

Parmi les concepts intéressants mis en évidence par Rabardel (1995, p. 20), on observe les cinq caractéristiques principales de l'approche anthropocentrique des technologies de production : (1) le fait qu'elle se base sur les compétences existantes des utilisateurs et cherche à les développer ; (2) cherche à augmenter le degré de liberté en laissant les opérateurs libres de définir leur propre objectif et leurs activités de travail ; (3) la recherche de la réduction de la division du travail ; (4) vise à faciliter la communication sociale (formelle et informelle) entre les opérateurs ; (5) et en général devrait viser à développer des environnements de travail plus compatibles avec la santé, la sécurité et l'efficacité du travail.

En réfléchissant à ces cinq points communs à l'approche technologique anthropocentrique, nous percevons des éléments intéressants et congruents avec notre objectif de recherche : (1) développer des compétences chez les élèves utilisateurs à partir de ce qu'ils possèdent déjà en relation avec l'apprentissage de la biochimie ; (2) promouvoir la flexibilité cognitive contribuant à la conceptualisation individualisée, basée sur l'expérience que chaque élève porte et, aussi, dans celle construite dans l'interaction avec le dispositif et avec la flexibilité opérationnelle, étant possible de réaliser les activités dans le temps propre à chaque élève (asynchrone) ; (3) il se base sur l'intégration des activités et des différents concepts, en s'opposant au réductionnisme et en s'approchant de la pensée complexe ; (4) il promeut l'engagement et l'interaction sociale à travers diverses expériences communicationnelles ; (5) la compatibilité avec la santé et la sécurité des activités semble avoir été une prédiction efficace sur le moment syndémique, et l'efficacité du travail peut être comprise par le souci d'égaliser les processus d'enseignement et d'apprentissage déformés dans l'enseignement à distance.

Ces considérations de Rabardel (1995) sur la vision technologique anthropocentrique se rapportent à d'autres principes théoriques adoptés par nous, par exemple, la flexibilité cognitive est une caractéristique de MoMuP-PE, ainsi que la transformation des connaissances par l'instrumentalisation pédagogique. Le dispositif pédagogique numérique répond aux préceptes de reconstruction réflexive et guidée du cas également dans MoMuP-PE qui, pour la théorie des champs conceptuels, serait le processus de conceptualisation à partir de signifiants, de significations et de situations distinctes. Tant la flexibilité opérationnelle et cognitive que



l'opposition à la pratique réductionniste positionnent la vision technologique anthropocentrique liée à la pensée complexe et au paradigme de la complexité (Morin, 2003).

Une autre perspective intéressante du dispositif didactique-pédagogique est l'application du multi-apprentissage qui enracine toute sa structure numérique jusqu'à la prise en compte de la littératie des capacités supérieures des élèves pendant les activités. Pour Rojo (2017), la multilittératie promeut un apprentissage enseigné par des projets de travail avec un objectif spécifique, souvent, collaboratif et avec l'essence transdisciplinaire.

La transdisciplinarité présente dans le dispositif est le résultat de la prise en compte du paradigme de la complexité. La multi littératie a contribué au cadre théorique de cette recherche, puisqu'elle est liée à l'émergence d'un enseignement numérique pendant la pandémie, à la théorie des champs conceptuels, en raison de l'ensemble des situations, des signifiants et des significations qui cherchent à favoriser la conceptualisation (l'apprentissage). Il constitue un langage multimodal, basé sur l'expérience d'une activité collaborative et expérientielle, liée à l'interculturalité du contexte scolaire.

Rojo (2017) définit la multilittératie dans une perspective numérique comme une « pédagogie du multi-apprentissage ». Cependant, Cope et Kalantzis (2006) définissent le terme comme une pédagogie par la conception, dans laquelle les élèves doivent s'approprier les conceptions numériques disponibles, avoir les connaissances pratiques et les compétences techniques pour être un « utilisateur fonctionnel ». Rojo (2017) soutient que les élèves doivent être préparés à être un lecteur critique de ces conceptions (textes, infographies, vidéos de différents types, schémas, images fixes, jeux, etc.).

Le dispositif a été pensé pour offrir cette diversité de littératies et décentraliser l'écrit dans la pratique scolaire. L'école doit comprendre les autres littératies d'aujourd'hui, des communautés et des sociétés qui la composent. Par exemple, l'enseignement à distance - généralement considéré comme une extension de la pratique traditionnelle sur l'écran de l'ordinateur via la vidéoconférence - ne tient pas compte des particularités du multilinguisme des élèves et n'est donc pas interculturel.

Si la pratique de la transmission des connaissances traditionnelles se fait essentiellement d'une génération à l'autre par l'oralité, il est fort possible que ce type d'alphabetisation soit plus développé en tant que compétence communicative et pour la production de connaissances par les *quilombolas* et les indigènes. Autant l'écriture et la lecture sont importantes, autant la prise en compte des littératies traditionnelles - déterminées culturellement par les élèves - doit être

envisagée par l'école. La multilittératie était importante pour nous en raison de cette représentation de la constitution d'une manière d'appliquer l'interculturalité à l'école.

La multi-littérature élargit les possibilités de communication en considérant et en utilisant différents symboles sémiotiques qui aident à la conceptualisation et à la compréhension des significations. Grando (2021) soutient que l'alphabétisation doit sortir de la formation de l'individu et être orientée vers l'implication du sujet dans la communauté, à travers les différents modes discursifs naturalisés et soutenus par celle-ci. Ainsi, nous soulignons que les discours sont multimodaux et que l'école ne doit pas rendre exclusive la littératie verbale, écrite et orale, mais aussi les autres formes de discours, comme les discours imagés, gestuels et numériques (Rojo, 2017 ; Grando, 2021).

Les études de Roxane Rojo (2017) et Roziane Grando (2021) peuvent être mises en relation avec l'enseignement de la biochimie, à travers plusieurs travaux comme celui de Silva et Carneiro-Leão (2019) qui, en appliquant la Grammaire du Design Visuel (GDV) dans l'interprétation des concepts de biochimie, ont mis en évidence l'importance d'une recherche qui se consacre à l'exploration des textes non verbaux, du champ sémiotique et de la littératie visuelle. Une autre recherche effectuée par Costa et Carneiro-Leão (2020), qui portait sur l'étude de la production de significations concernant des documents imprimés de lutte contre la transmission non vectorielle du virus Zika dans des classes de licenciés en biologie, préconise la littératie multimodale pour l'enseignement de la biologie.

La multilittératie n'est pas seulement importante pour notre étude par la condition de l'enseignement numérique à distance, mais aussi parce que l'effort d'abstraction que la biochimie exige nécessite différents types symboliques qui permettent la conceptualisation. Cette nécessité découle de changements paradigmatiques distincts : celui de la science et celui de la pratique de l'enseignement. Carneiro-Leão et al. (2009) ont déjà constaté qu'avec la fragmentation excessive des disciplines et l'isolement des contenus, il devient difficile de matérialiser une compréhension plus holistique des phénomènes organiques qui se produisent aux niveaux cellulaire et moléculaire. La multilittératie finit par être un moyen d'intégration disciplinaire, de niveaux d'interprétation de la réalité biochimique et qui rejoint la complexité en considérant les différents systèmes symboliques qui construisent le sens d'un discours.

Plusieurs recherches ont mis en évidence le souci de ne pas fragmenter les connaissances biochimiques, proposant ainsi des méthodologies didactiques-pédagogiques émergentes qui assurent l'enseignement de la biochimie et un apprentissage conceptuellement fonctionnel

(Carneiro-Leão, Mayer & Nogueira, 2009 ; Couto, Souza & Carneiro-Leão, 2015 ; Couto et al., 2016 ; Santos de Aquino et al, 2017 ; Sá et al., 2018 ; Andrade-Monteiro, Brayner-Lopes, & Carneiro-Leão, 2019 ; Moul, Sá & Carneiro-Leão, 2019 ; Sá, Jófili & Carneiro-Leão, 2019 ; Silva & Carneiro-Leão, 2019). Ces travaux s'opposent à la fragmentation excessive des connaissances, de sorte que les auteurs reconnaissent l'importance du paradigme cartésien, se positionnant contre sa domination exclusive dans les salles de classe, limitant l'apprentissage et la compréhension de la réalité.

Cette préoccupation a été la motivation principale pour le développement de MoMuP-PE, qui était basé non seulement sur la prise en compte de la flexibilité cognitive des élèves pour déconstruire et reconstruire un concept, mais aussi sur l'idée de guider méthodologiquement l'enseignant dans une approche didactique non traditionnelle. Dans le domaine de l'enseignement de la biochimie, cet aspect est très important car il contribue à la compréhension des concepts sous-microscopiques et microscopiques et de leurs relations avec le niveau macroscopique de la réalité.

Une relation importante entre le multilittératie et les théories constructivistes - notamment la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990) - est que la sémantique des systèmes linguistiques (non seulement écrits et parlés) est fondamentale pour les deux théories. Lorsque nous analysons une situation, un contexte, lorsque la communication se construit, elle devient effective grâce à la constitution de signifiants et de sens qui transmettent des informations, des connaissances. Le dispositif « Sur la Route du Lait » permet de valoriser des situations diverses autour du thème du « lait », dans lequel la biochimie intègre les situations de différentes manières. Cette diversité d'exposition et d'approche de la biochimie, à travers différentes situations, favorise la conceptualisation. La Figure 7 montre une représentation de la théorie des champs conceptuels appliquée au dispositif.



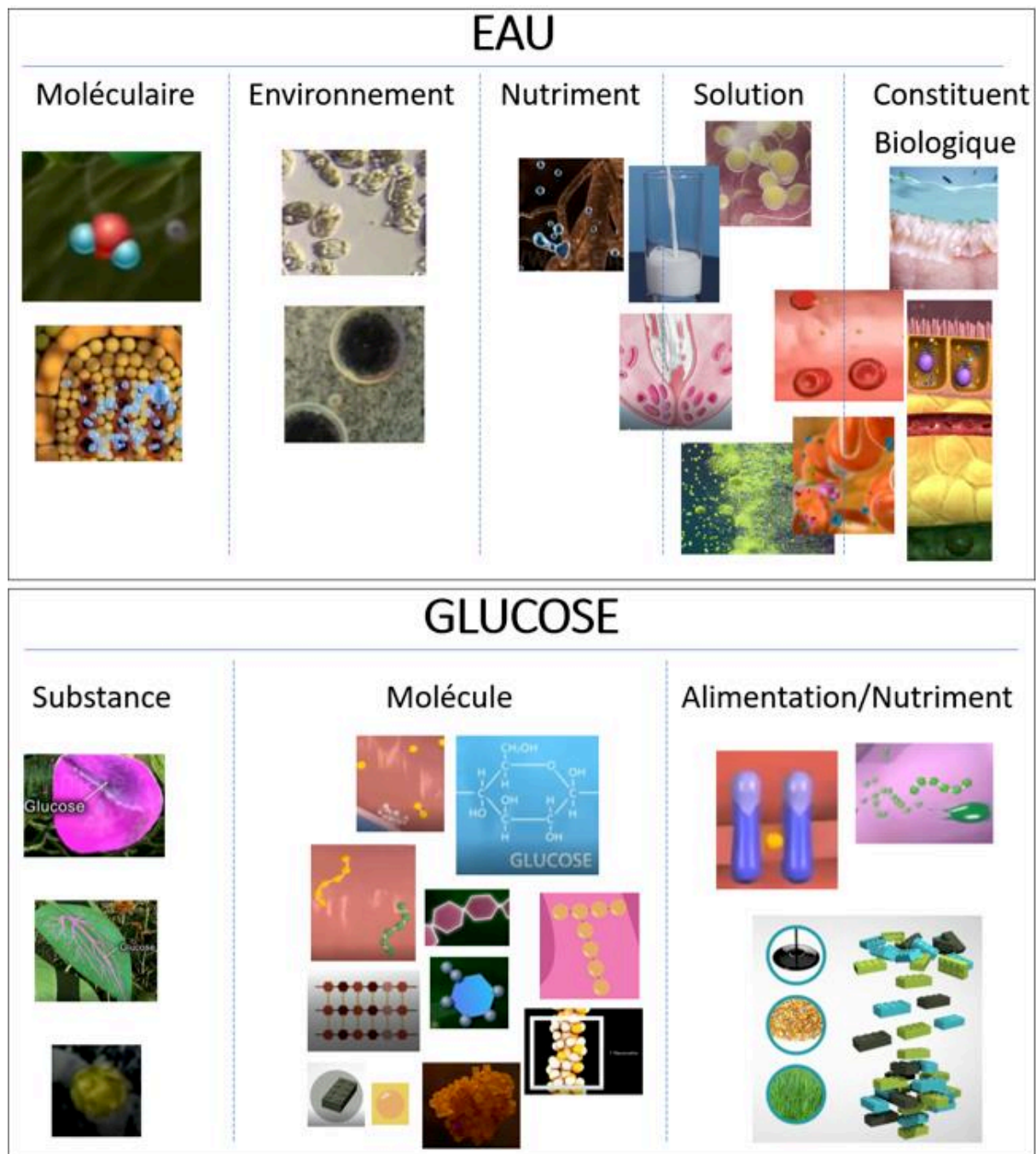
voir la relation entre la photosynthèse et le lait de vache dans laquelle, à travers la consommation de légumes (producteurs), l'animal acquiert les biomolécules nécessaires à la synthèse du lait. Et enfin, la situation 8 problématise d'autres aspects de la technologie alimentaire pour la production d'enzymes, leurs relations avec les micro-organismes et avec les produits sans lactose.

Le dispositif n'est pas limité à ces situations et ne se limitera pas non plus à ces descriptions sommaires de chaque situation. En fait, cette présentation sert d'illustration de l'approche complexe de l'enseignement de la biochimie et de l'importance de la théorie de la multilittératie et des champs conceptuels. La construction de la connaissance est renforcée par l'exposition à des situations qui favorisent une réflexion interrelationnelle complexe entre des concepts, issus de différents domaines ou disciplines, en plus de favoriser la compréhension de concepts qui nécessitent un haut degré d'abstraction, car ils se situent dans des domaines sous-microscopiques et microscopiques considérés comme non structurés.

Pour illustrer l'importance de la multilittératie et la manière dont il a été utilisé tout au long du cours à travers les différentes ressources numériques qui le constituaient, nous présentons dans la Figure 8 différents signifiants non textuels utilisés pour représenter l'eau et le glucose, alors que ces signifiants présentent des significations différentes selon les représentations principalement aux niveaux micro et sous-microscopique.

**Figure 8**

Signifiants non textuels de l'eau et du glucose



Source : auteur. Elaboré avec Paint 3D®.

Le signifiant eau est représenté avec des significations qui font référence à sa constitution chimique, en tant que milieu de vie d'êtres microscopiques tels que les protozoaires, à sa fonction de solvant, de nutriment et de constituant biologique. Les représentations de type

moléculaire suivent le modèle atomique sphérique et la représentation microscopique dans le tissu interne de la feuille de la plante.

En tant que milieu de vie de micro-organismes tels que les protozoaires qui vivent dans le liquide du rumen<sup>49</sup>, à l'intérieur du rumen de la vache et qui sont visualisés par microscopie. L'eau en tant que nutriment, lorsque la plante l'absorbe par ses racines ou lorsqu'elle entre dans la composition d'aliments tels que le lait. Également comme solvant universel en tant que composant du lait où il solubilise les biomolécules (protéines, lactose, vitamines et minéraux comme le calcium) ou en formant d'autres solutions biologiques comme dans le chyme<sup>50</sup>, où il sert de milieu pour l'équilibre acide-base<sup>51</sup> entre l'acide chlorhydrique (HCl) et les sels de bicarbonate, ou dans la composition des tissus sanguins et lymphatiques. Et en tant que constituant biologique à l'intérieur des cellules, des tissus et des organes.

Le signifiant glucose présente les significations d'une substance, une molécule et un nutriment. Représentations qui modifient le sens de la fonction, de l'action ou de l'origine de la molécule. La représentation du glucose en tant que substance est liée aux fluides végétaux, le rose, contenus dans le parenchyme de la feuille ou le vaisseau phloème, celui qui conduit la sève élaborée riche en biomolécules comme le glucose. Ou comme une substance provenant du processus de digestion ou de dégradation enzymatique dans l'intestin de l'animal, représentée sous forme de sphère jaune comme un élément dérivé de l'amidon de maïs, qui macroscopiquement est habituellement jaune, bien que le maïs soit coloré non pour l'amidon, mais pour une type protéique appelé xanthophylle.

Les représentations moléculaires du glucose sont réalisées à partir de l'utilisation des connaissances scolaires traditionnelles en chimie, avec l'indication des atomes aux représentations géométriques et tridimensionnelles. La représentation chimique est faite en

---

<sup>49</sup> Le rumen est un compartiment anatomique de fermentation pré-stomacale des animaux ruminants (ceux qui ruminent des aliments au cours du processus de mastication, d'ensalivation, de déglutition, de régurgitation, de remastigation, de reensalivation et de redéglutition) tels que les animaux domestique des espèces bovine, caprine, ovine et caméline. Le rumen contient des produits alimentaires à l'état physique gazeux, solide et liquide. Le liquide est appelé fluide du rumen et constitue le milieu de vie de micro-organismes tels que les bactéries, les protozoaires et les levures (un type de champignon) qui ont pour fonction de digérer les fibres végétales (les feuilles).

<sup>50</sup> Le chyme est la constitution du volume alimentaire avec les liquides gastrique, entérique (intestinal) et pancréatique ; il reçoit ce nom lorsqu'il atteint la première partie de l'intestin grêle, le duodénum. Avant l'intestin, dans l'estomac, ce volume d'aliments s'appelle le bolus.

<sup>51</sup> L'équilibre acide-base est l'équilibre du pH (potentiel hydrogène) qui se produit entre une substance acide comme le HCl (acide chlorhydrique) produit par l'estomac et une substance basique comme les sels de bicarbonate produits par le pancréas et déposés dans le duodénum.

identifiant les lettres relatives aux éléments chimiques selon le tableau périodique et les traces indiquant les liaisons atomiques covalentes.

Les représentations géométriques des molécules apparaissent sous forme de sphères qui, ensemble, forment des glucides complexes<sup>52</sup>. Ces sphères, qui représentent le glucose, sont colorées pour représenter leur origine : lorsqu'elles proviennent de l'amidon de maïs, elles sont jaunes, et le glucose provenant de la cellulose et de l'hémicellulose, les constituants des feuilles, est vert. Les représentations hexagonales font allusion au format symétrique de la molécule chimique. Le glucose, par exemple, est hexagonal, contrairement au fructose, qui est pentagonal. Il existe également une autre représentation graphique tridimensionnelle, qui montre un conglomerat de glucose : formant le maltose, une molécule résultant de la digestion de l'amidon et de couleur orange, indiquée par une représentation cristallisée de couleur ambre. Ainsi qu'une longue structure formée par des sphères jaunes et blanches, qui représentent la cellulose, mais il n'est pas possible de voir la molécule entière, mais des profils latéraux de sa représentation qui unis les uns aux autres forment la cellulose.

Ces signifiants sont présentés dans différentes situations qui expliquent de manière holistique la biochimie du lait à partir de l'origine des biomolécules chez les êtres autotrophes (plantes). Nous cherchons à élargir la perception des phénomènes biochimiques, notamment du point de vue du niveau cellulaire et moléculaire.

Avec une exposition aussi diverse de situations, de signifiants et de significations, nous ne nous attendons pas à ce que la conceptualisation soit maximisée par l'élève, mais que les conceptualisations qui, dans le domaine de la biochimie, sont configurées comme des processus de mémorisation soient rendues possibles. La biochimie a une application incommensurable dans la vie quotidienne de tous les êtres vivants et, par conséquent, ce travail vise à contribuer avec des abstractions qui relient des concepts de l'état de la matière ou des interactions (réactions biochimiques) non visibles aux relations du champ visible et avec les significations culturelles extrascolaires que les élèves ont.

Après cet exposé, nous soulignons l'affinité avec les autres contributions théoriques en relation avec la pensée critique, la construction de la connaissance, sa reconstruction (qui pour la multilittératie est appelée transformation) et, tout cela, associé à l'expérience de l'utilisateur et

---

<sup>52</sup> Les glucides sont constitués de monosaccharides, tels que le glucose et le fructose, qui sont également les unités de base pour la formation de molécules plus grandes et plus complexes telles que l'amidon et la cellulose, qui sont constitués de milliers de molécules de glucose reliées par des liaisons glycosidiques.



à ses activités. Ces mécanismes sont favorisés de manière différente chez chaque individu, en respectant leurs constitutions culturelles et les ponts que les médiations du dispositif et de l'enseignant construisent entre les cultures extra-scolaires et scolaires.

Ce qui est transformateur et créateur de sens dans le multilittératie, c'est la transformation de l'objet (la connaissance) pour Rabardel, 1995 ; le processus de reconstruction réflexive et guidée dans MoMuP-PE (Brayner-Lopes 2018 ; Sá, 2019) ; la conceptualisation favorisée par les situations et leurs systèmes de signifiants et de sens, à partir de la théorie des champs conceptuels dans différents contextes culturels (Vergnaud, 1990 ; Acioly-Régnier, 2019) ; ou encore les ponts entre l'école et la culture quotidienne de la théorie constructiviste du franchissement des frontières culturelles, guidée par le mouvement STSE (Science, Technologie, Société et Environnement) d'Aikenhead (1996, 1997).

Le développement des connaissances est un domaine scientifique complexe où s'entremêlent des perspectives différentes mais aussi complémentaires. Même s'ils sont antagonistes, hypothétiquement, ils contribueront à une meilleure compréhension d'une partie de la réalité. Le principal défi de la science est problématisé à l'école, par le biais de la pensée complexe qui doit être développée chez les élèves, notamment par l'exposition à la réalité complexe médiatisée par l'enseignant, par les artefacts multilittéraires, par l'interaction sociale collaborative, par la base culturelle et, oui, par la relation avec le travail et ses activités.

Dans le prochain sujet, nous présenterons les analyses de la construction des concepts scientifiques, en considérant les points d'analyse suivants : les relations interculturelles et leurs influences sur la construction des concepts quotidiens et scolaires (Candau, 2008 ; Silva, Hall & Woodward, 2014 ; Acioly-Régnier, 2019) ; la construction des concepts selon la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990 ; Acioly-Régnier, 2019) ; la conceptualisation spécifique de la biochimie (Couto et al, 2017) ; les identifications liées à la théorie du franchissement des frontières culturelles (Aikenhead, 1996, 1997 et 2001).

## **12.2. Favoriser la construction de concepts en situations interculturelles**

Après un an et quatre mois de gestation d'une nouvelle pratique qui a changé notre approche du face-à-face au numérique, l'intervention didactique et pédagogique a compté sur les quatorze élèves qui ont participé à la recherche interculturelle dans la troisième étape de recherche. Ainsi, le cours a été pensé pour ce public.

Le cours « Sur la Route du Lait » était prévu pour être inclus dans le programme disciplinaire Alimentation et Nutrition Animale, puis, en raison du retard pris dans la finalisation du

dispositif, il a été programmé pour être appliqué dans une autre discipline : Production des Animaux Ruminants. Malheureusement, les disciplines ont été complétées, certains élèves ont terminé les études dans le Lycée Agricole, sont allés travailler ou sont approuvés dans des cours supérieurs de Zootechnie, d'Agronomie et de Physiothérapie. D'autres ont échoué et ont continué dans l'IFSertãoPE.

Dans ce contexte, pour l'application de l'intervention didactique, il a été prévu d'offrir le cours d'extension : « Sur la Route du Lait », certifié par l'UFRPE. Cependant, l'achèvement du Lycée Agricole par les élèves a été un autre facteur problématique pour l'exécution de cette étape de la recherche, car il a affecté leur engagement. Dans cette conjoncture, nous avons commencé le cours le 25 janvier 2022 et nous pensions qu'il se terminerait le 28 mars 2022. Cependant, en raison de plusieurs difficultés dans les réunions synchrones - dues aux tâches des élèves (travail et études) et à des problèmes imprévus de santé et de technologie de l'enseignant - le cours n'a pu être terminé que le 21 mai 2022. Dix élèves ont suivi le cours jusqu'au bout, mais seuls quatre ont fait la dernière activité.

Le cours était structuré en huit rencontres synchrones (vidéoconférence) qui s'appuyaient sur huit cycles d'étude asynchrones (dispositif « Sur la Route du Lait »). Chaque réunion synchrone était liée au cycle conséquent d'activités asynchrones. Comme nous pouvons le voir dans le Tableau 13, ci-dessous :

**Tableau 13**

Structure du cours « Sur la Route du Lait »

<b>ORDRE</b>	<b>MOMENTS SYNCHRONE</b>	<b>MOMENTS ASYNCHRONE</b>
1 <sup>ère</sup>	Présentation de la proposition didactique-pédagogique : menu, tableau virtuel « Sur la Route du Lait », outils numériques : Miro®, Google Forms®, Google Art®, Kahoot®, Canva® et Padlet®.	Créer les comptes dans les applications concernées par le cours.
2 <sup>ème</sup>	Pratique sur le tableau « Sur la Route du Lait » : construction de l'avatar, accès aux ballons de couleur, positionnement géographique et exploration des ballons de l'Europe à la Maison 1, connaissances préalables « qu'est-ce que le lait ? »	Continuer l'exploration des ballons d'Europe.
3 <sup>ème</sup>	1 <sup>ère</sup> Piste - Qu'est-ce que le lait ? Définitions du lait du point de vue biologique, biochimique, nutritionnel, alimentaire, sanitaire et microbiologique, technologique.	Avancer de la maison 1 à la maison 4.

4 <sup>ème</sup>	2 <sup>ème</sup> Piste - La biochimie du lait : biomolécules présentes dans le lait, structure moléculaire des protéines, des lipides et des glucides, différences entre les laits de différentes espèces et races.	Avancement de la maison 4 à la maison 6.
5 <sup>ème</sup>	3 <sup>ème</sup> Piste - Synthèse du lait : anatomie et physiologie de la glande mammaire, physiologie de la synthèse du lait, biochimie systémique de la synthèse des biomolécules du lait.	Avancement de la maison 6 à la maison 9.
6 <sup>ème</sup>	4 <sup>ème</sup> Piste - Écologie du lait : la relation entre la biochimie du lait et l'écologie, ce qu'est l'écologie et comment elle influence les processus biochimiques de la production et de la consommation de lait, les relations intra et interspécifiques impliquant le lait, les adaptations génétiques résultant de la consommation de lait chez l'être humain, les problèmes de santé causés par la consommation de lait : intolérance au lactose et allergie aux protéines du lait.	Avancer de la maison 9 à la maison 11.
7 <sup>ème</sup>	5 <sup>ème</sup> Piste - Technologie biochimique : l'histoire du fromage à présure, l'enzyme lactase et la présure, les influences biologiques et environnementales, le processus de fabrication du fromage à présure et son influence sur la constitution biochimique du fromage, la production artificielle de lactase, le lait de type A2 non allergène.	Maison 11 jusqu'à la Maison 13.
8 <sup>ème</sup>	Point d'orgue du cours : production d'une carte conceptuelle collective sur le cas « Le lait est-il mauvais pour la santé ? ».	Mise à disposition des animations avec des mini-cas contextualisés pour aider à la réflexion et à la construction de la carte conceptuelle collective.

Source : auteur.

Les interactions interculturelles, dans les moments synchrones, ont été résumées aux actions de médiation du contenu scientifique, en particulier lorsque l'enseignant a mis en relation les connaissances scientifiques et les connaissances culturelles, favorisant ainsi les connexions interculturelles dans le processus d'enseignement. Dans la pratique, les relations interculturelles entre les élèves n'ont pas eu lieu du point de vue de la communication, puisque cette interaction s'est produite, à tout moment, entre l'enseignant et l'élève. Soit lorsque l'enseignant cherchait l'interaction par des problématisations généralisées ou spécifiques, en désignant l'élève plus timide et moins participatif ; soit lorsque la communication se faisait de l'élève vers l'enseignant, également par des problématisations pour résoudre les doutes.

Certains enseignements sont qualifiés d'interdisciplinaires et d'autres, notamment les troisième, sixième, septième et huitième, se situent entre interdisciplinarité et transdisciplinarité. Les leçons ont été planifiées pour répondre au paradigme de la complexité, qui rend justice aux relations interdisciplinaires et transdisciplinaires présentes.

Canosa et Ruano (2019) conceptualisent l'interdisciplinarité comme une organisation d'interdépendance séquentielle, coordonnée par une planification et des objectifs intersystémiques, à travers d'une méthodologie commune qui transcende l'interface épistémologique des différentes disciplines ; tandis que la transdisciplinarité est définie, par les mêmes auteurs, comme une interaction coordonnée entre les disciplines académiques et les connaissances produites par des sujets extérieurs à l'université (art, spiritualité, savoirs ancestraux, etc.), dans un processus d'apprentissage réciproque et sans hiérarchie pour la résolution de certains problèmes complexes.

Les perspectives de la biologie décrivent également la complexité en utilisant le cadre cartésien, en interconnectant ses parties entre le macroscopique, le microscopique et le sous-microscopique sans la valorisation exclusive du réductionnisme, où nous pourrions intégrer les visions de la réduction spécifique (macro-micro-submicro), suivie du mouvement inverse retournant à la généralisation (submicro-micro-macro). Ainsi que la relation entre les différents champs conceptuels scolaires et extra-scolaires.

### **12.2.1. Construction des concepts en biochimie**

La construction des concepts sera également analysée en considérant les productions liées aux moments asynchrones et synchrones.

#### *12.2.1.1. Activités asynchrones*

En ce qui concerne les activités développées, nous commencerons par décrire que Kahoot® était une activité nouvelle pour tous les élèves et qu'ils ne se sont pas adaptés à la méthode. Des critiques ont été émises sur la musique de fond, le temps très court pour répondre (alors que le temps maximum de 20 secondes est atteint pour les réponses objectives et jusqu'à 240 secondes pour les questions ouvertes). Kahoot® est une application en ligne destinée à la gamification basée sur la compétition, qui classe les élèves en fonction des bonnes réponses associées au temps de réponse le plus court. L'enseignant prépare un quiz et fournit le lien pour accéder au quiz gamifié. À la fin, il y a un rapport de résultats et l'enseignant peut donner son avis sur les réponses. Sur les quatorze élèves, seuls trois ont réussi à compléter deux activités Kahoot® disponibles sur la « Route du Lait », avec seulement 33% de bonnes réponses chacun.

Dans la maison (3) de la piste, où le premier épisode du videobook a été mis à disposition (Videobook Sur la Route du Lait - 1er épisode : photosynthèse<sup>53</sup>), une activité de production gratuite a été mise à la disposition des élèves pour illustrer comment expliquer la photosynthèse, comme première piste pour découvrir la route du lait. Les élèves pouvaient produire l'activité librement, soit par écrit, soit oralement, soit par des dessins et des schémas et, plus tard, ils devaient déposer les productions dans la « Route du Lait », mais ils ont préféré les déposer dans le groupe du cours sur WhatsApp®. La modalité textuelle était prédominante dans les productions des élèves (63%), suivie par les productions multimodales qui combinent texte et dessins, de type textes illustrés et schémas (37%). Dans le Tableau 14, nous avons vérifié les caractéristiques des productions concernant la modalité des productions (poésie, texte illustré, schéma et dessins), le niveau ou la perspective biologique (macroscopique, microscopique et sous-microscopique) et l'approche du contenu (superficielle, intermédiaire et profonde).

**Tableau 14**

Analyse des productions en ce qui concerne la modalité, le niveau biologique et l'approche du contenu.

ÉLÈVE	MODALITÉ DE PRODUCTION				NIVEAUX BIOLOGIQUE			APPROCHE DU CONTENU		
	P	T/I	S	D	Ma	Mi	Sm	Sup	Int	Pro
RU2										
RU4										
RS1										
RS2										
RS3										
RS4										
RS5										
RIA1										
RIA2										
RIT1										
RQ										

Source : auteur.

Notes : P : poésie ; T/I : texte illustré ; S : schéma ; D : dessin ; Ma : macroscopique ; Mi : microscopique ; Sm : submicroscopique ; Sup : superficiel ; Int : intermédiaire ; Pro : profond.

<sup>53</sup> Lien pour accéder le videobook sur photosynthèse : <https://youtu.be/cx31Y47Efxw>

Il est possible de vérifier que les productions textuelles de type poétique étaient limitées à la perspective biologique macroscopique et à l'approche superficielle de la photosynthèse. Les productions qui ont diversifié les modalités discursives en schémas, dessins et textes illustrés se sont déplacées entre les niveaux biologiques avec des approches conceptuelles intermédiaires et profondes.

La différence entre les perspectives de la biologie et les différentes approches conceptuelles sont influencées par la modalité de production des élèves, ce qui nécessite une compréhension multilittéraire de la part de l'enseignant. On constate une plus grande difficulté à aborder les perspectives microscopiques et sous-microscopiques (molécules et atomes) à travers le texte, notamment dans le genre poétique où les élèves sont limités à la structure métrique des strophes. L'utilisation de mots et d'images (dessins) dans les textes illustrés ou les schémas conceptuels a favorisée la conceptualisation articulée grâce à l'utilisation de signifiants textuels et non textuels (imagerie et processus).

#### *12.2.1.2. Construction des concepts dans les activités asynchrones*

L'analyse de la construction des concepts a pris en compte la théorie du franchissement des frontières culturelles (Aikenhead, 1996, 1997), la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990) et ses relations interculturelles (Acioly-Régnier, 2019) et l'analyse conceptuelle en biochimie (Carneiro-Leão et al. 2009 ; Couto et al. 2016). Les analyses sont appliquées à des productions scolaires<sup>54</sup> distinctes, appartenant au moment asynchrone et à une activité finale du moment synchrone. Les références utilisées se complètent et contribuent à l'analyse des concepts de la biochimie.

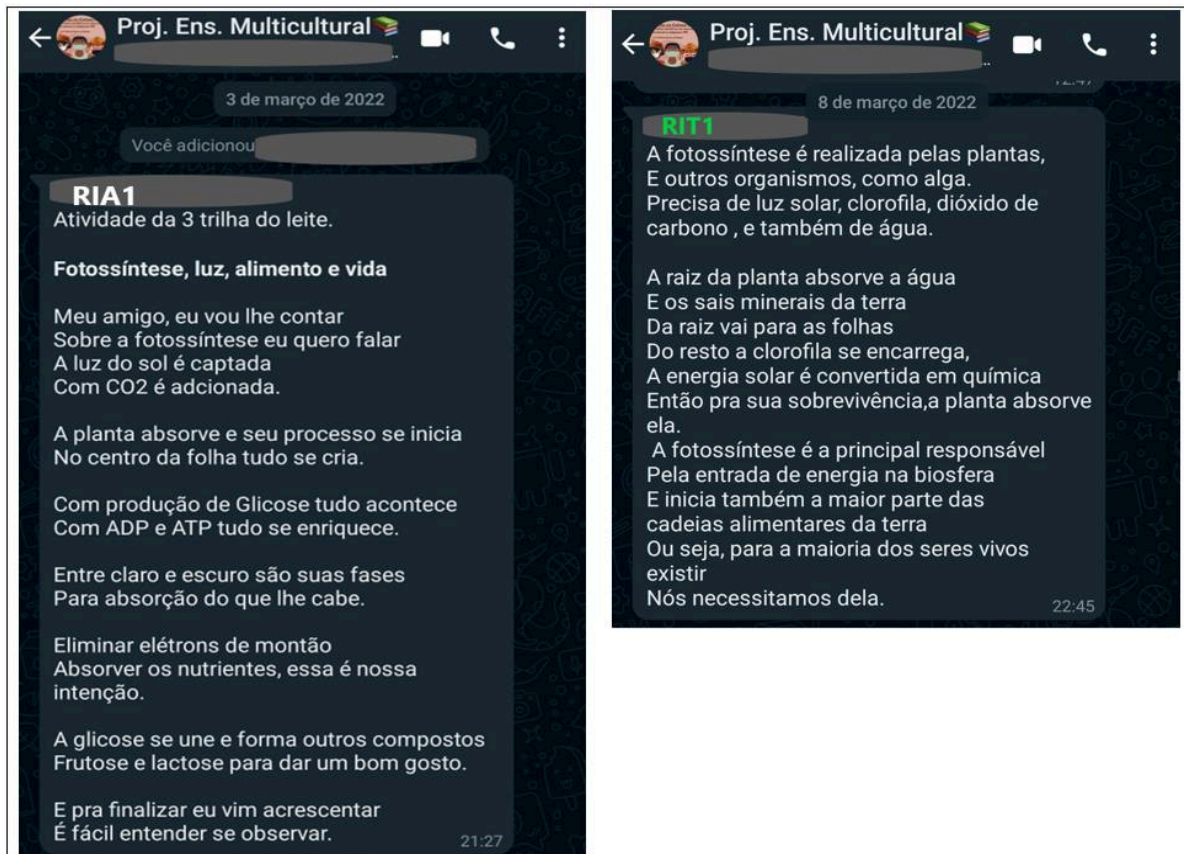
Dans la Figure 9, nous observons la poésie de deux indigènes, RIA1 et RIT 1. Il est intéressant de noter que ces activités correspondent à une strate du début du cours « Sur la Route du Lait » présent dans la Maison 3. Par conséquent, il présente une analyse de la construction des concepts qui est en cours de construction dans la planification du cours.

---

<sup>54</sup> Les productions scolaires ont été maintenues en portugais brésilien afin de conserver le sens original et interculturel des productions, notamment des poésies.

## Figure 9

Poésie des élèves indigènes (RIA1 et RIT1) sur la photosynthèse publiée sur le groupe WhatsApp®



Source : obtenu à travers du WhatsApp® et modifié avec le Paint 3D® pour préserver l'anonymat.

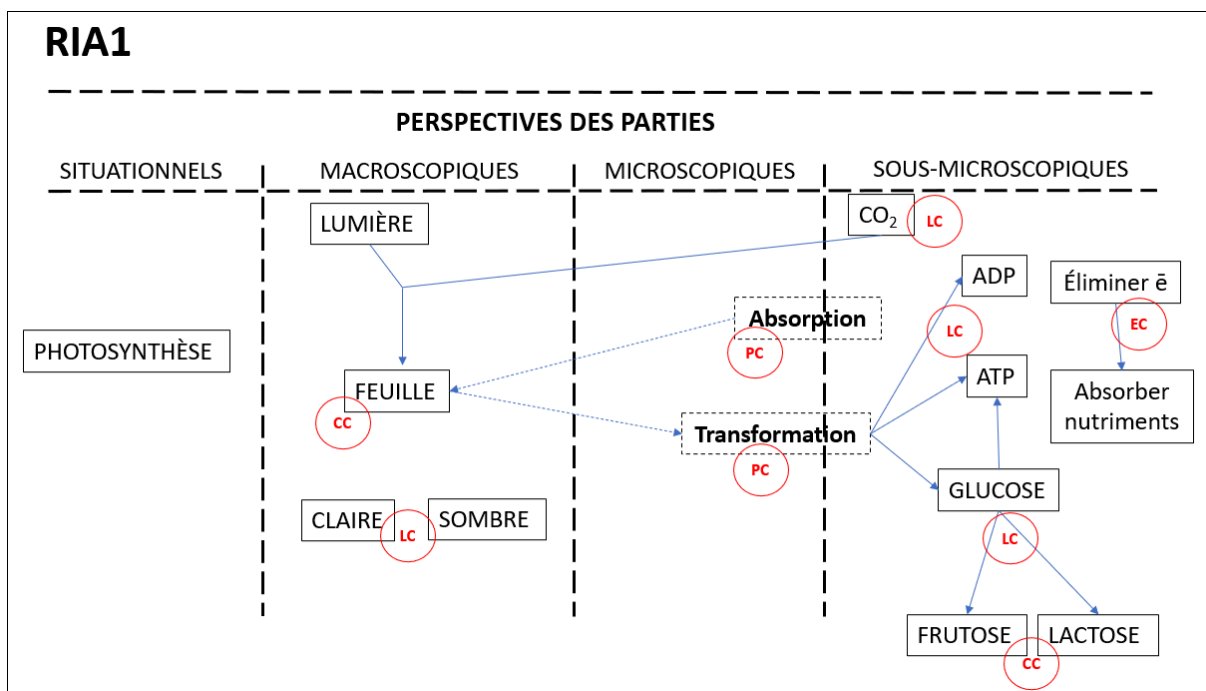
Dans la poésie de l'élève indigène *Atikum*, RIA1, on remarque l'exploration de deux perspectives de la biologie : la macroscopique, à partir des signifiants « Lumière », « CO<sub>2</sub> » et « Feuille » ; et la sous-microscopique qui abrite les signifiants « ADP », « ATP », « Glucose », « Élimination des électrons », « Absorption des nutriments », « Absorption et transformation ». Dans la perspective macroscopique, nous précisons que, bien que le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) ne soit pas visible, il est ressenti comme une masse d'air expiré (étape de libération de l'air dans le processus de respiration), il est donc considéré ici comme un composant macroscopique, bien que nous ne le voyions ni ne le ressentions dans le processus de photosynthèse. Les signifiants « Absorption », « Transformation », « Élimination des électrons » et « Absorption des nutriments » présentent des significations complexes liées aux processus biochimiques de la perspective située entre les perspectives microscopique et sous-microscopique et qui n'ont pas

été définies dans le poème. Le signifiant « Feuille » a pour signification l'organe morpho-physiologique végétal, généralement vert, qui est responsable du processus de photosynthèse, la photosynthèse étant la situation qui implique un système de signifiants et de signifiés à comprendre.

Dans le Schéma 10, nous présentons l'analyse conceptuelle de cette production de RIA1, dans laquelle nous pourrions comprendre le processus de construction du concept.

### Schéma 10

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève RIA1



Source : auteur. Élaboré avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.



La conceptualisation, dans ce cas, présente des signifiants qui sont interconnectés entre eux, mais qui peuvent également être considérés comme des signifiants isolés tels que « Lumière » et « Ombre ». Cet isolement peut être compris comme un écart caractérisé par l'absence de signifiants qui les relient aux autres signifiants de la construction du savoir.

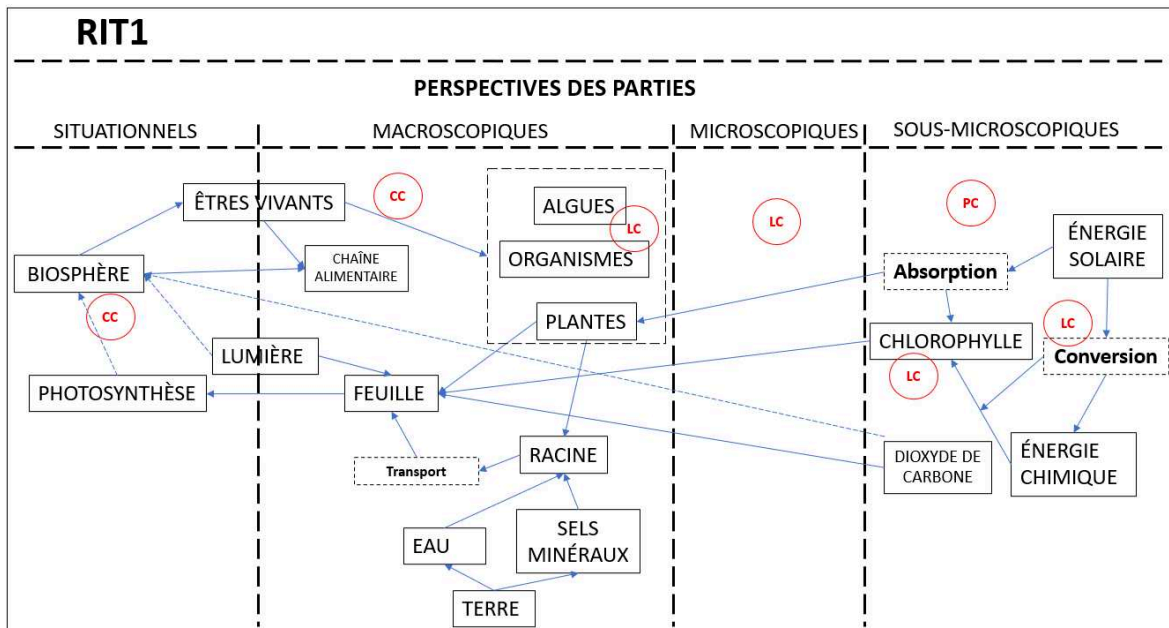
L'influence du paradigme cartésien est perçue dans la compréhension isolée de signifiants tels que « lumière » et « CO<sub>2</sub> » dans laquelle l'élève ne se réfère pas au contexte de ces concepts de manière isolée. Un autre point d'identification de l'influence du paradigme cartésien est l'absence d'un passage procédural entre les perspectives macroscopique et sous-microscopique qui fait abstraction de la perspective microscopique. Dans ce cas, la prise en compte de systèmes signifiants microscopiques tels que « stomate », « cellule végétale », « chloroplaste », « thylakoïde », « membrane », « photons », entre autres, est importante pour la construction conceptuelle sur la photosynthèse. Ceci nous fait réaliser l'imbrication entre les éléments de la théorie des champs conceptuels, dans laquelle la relation entre les signifiants, les significations et la situation influence directement le processus de construction conceptuelle.

En d'autres termes, l'identification des signifiants et des significations d'une situation à étudier permet à l'enseignant, lors du processus d'évaluation, d'identifier les raisons des échecs de la conceptualisation de l'élève (lacunes, idées fausses, conceptualisation partielle et conceptualisation cohérente), en percevant pourquoi les frontières culturelles n'ont pas été franchies. Cela permet à l'enseignant d'améliorer l'apprentissage par la médiation.

Dans le Schéma 11, ci-dessous, nous vérifions l'analyse de la conceptualisation de l'élève RIT1, dont la poésie apparaît également dans la figure 8.

## Schéma 11

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève RIT1



Source : auteur. Élaboré avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

L'élève RIT1 présente une pensée dans une perspective systémique-complexe en situant la photosynthèse comme faisant partie de la biosphère. Ainsi, il présente des points de relations conceptuelles liés à des concepts du domaine de l'écologie tels que « Biosphère », « Êtres Vivants », « Chaîne alimentaire », organismes qui se situent dans les perspectives situationnelles et macroscopiques. En outre, elle met en relation des concepts liés à l'énergie tels que l'énergie solaire et l'énergie chimique, qui sont des concepts également appliqués au domaine écologique.

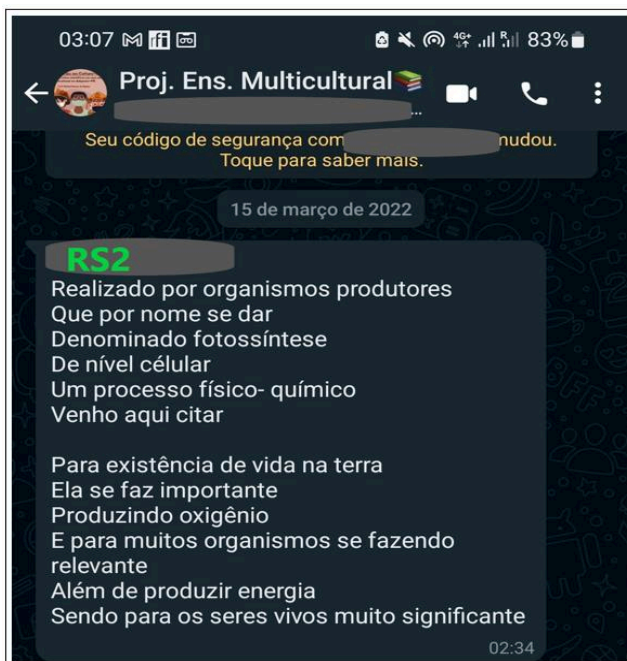
La construction du sens conceptuel sur la photosynthèse est presque entièrement structurée sur la perspective macroscopique, dans laquelle se trouvent les bases conceptuelles de l'élève avec des concepts bien établis. Les quelques signifiants de la perspective sous-microscopique

présentent des lacunes pour la compréhension des processus biochimiques établis par les signifiants « Absorption » et « Conversion ». En outre, les concepts d'énergie ne sont pas clairement établis, mais, bien qu'ils soient basés sur la perspective biochimique, ils partent d'une base macroscopique d'une grande influence cognitive. Des lacunes conceptuelles sont établies dans la perspective microscopique qui ne présentait pas de signifiants d'un quelconque système conceptuel appartenant à cette partie et également dans la perspective sous-microscopique qui ne présentait pas d'éléments conceptuels biochimiques.

Dans la Figure 10, nous visualisons la production textuelle de l'élève RS2 également de genre poétique.

### Figure 10

Poésie d'élève *sertanejo* (RS2) sur la photosynthèse postée sur le groupe WhatsApp®

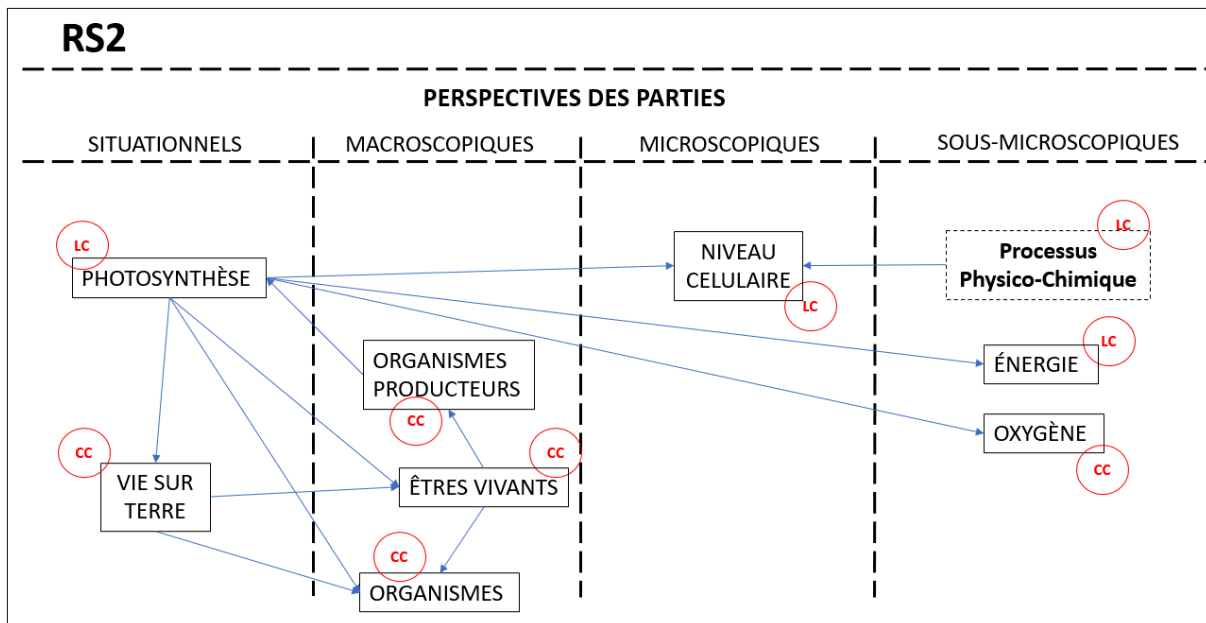


Source : obtenu par WhatsApp® et manipulé dans Paint3D® pour préserver l'anonymat.

La poésie de l'élève *sertanejo* RS2 s'explore et se structure dans une perspective macroscopique, avec une contribution théorique du domaine conceptuel de l'écologie pour expliquer la photosynthèse dans une perspective systématique, mais qui est dépourvue d'une compréhension profonde de la photosynthèse en tant que processus biochimique de la physiologie botanique. Dans le Schéma 12, nous analysons la conceptualisation de la photosynthèse dans la production de l'élève RS2.

## Schéma 12

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève RS2



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

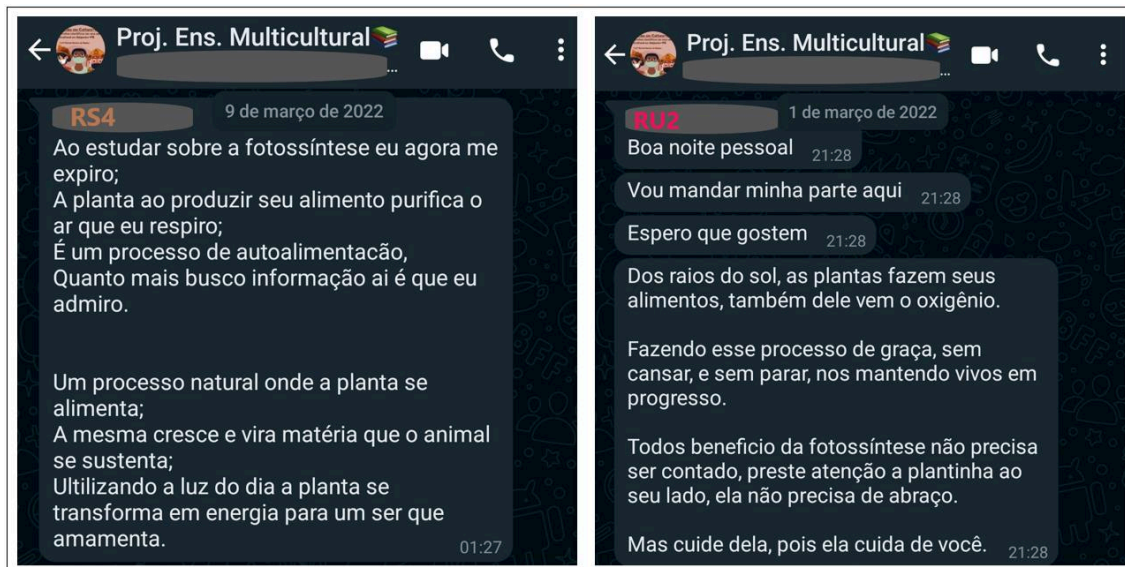
La conceptualisation de la photosynthèse par RS2 présente une plus grande structuration conceptuelle dans la perspective macroscopique, dans laquelle il utilise des concepts et des groupes respectifs de signifiants du domaine de l'écologie. Des lacunes conceptuelles sont établies dans les domaines peu structurés de la biologie (perspectives microscopique et sous-microscopique) par rapport à des concepts tels que « Niveau cellulaire » et « Énergie » qui ne sont pas approfondis dans la production, empêchant l'identification des conceptions que l'élève a à leur sujet, surtout en ce qui concerne les concepts procéduraux tels que le processus physico-chimique. En considérant le franchissement des frontières culturelles, nous percevons son compromis non pas à partir des relations interculturelles, comme les conflits et les désaccords, mais à partir du manque de signifiants et de significations des champs conceptuels

microscopiques et sous-microscopiques qui entravent la construction de la connaissance sur la photosynthèse.

Dans la Figure 11, nous observons les matérialisations de l'élève *sertanejo* RS4 et de l'élève urbain RU2. Nous soulignons une différence entre les deux poèmes : le premier, de RS4 expose des considérations exclusivement théoriques, tandis que RU2 illustre des éléments affectifs que le genre littéraire poétique permet.

### Figure 11

Poésie des élèves *sertanejo* (RS4) et urbain (RU2) sur la photosynthèse postée sur le groupe WhatsApp®

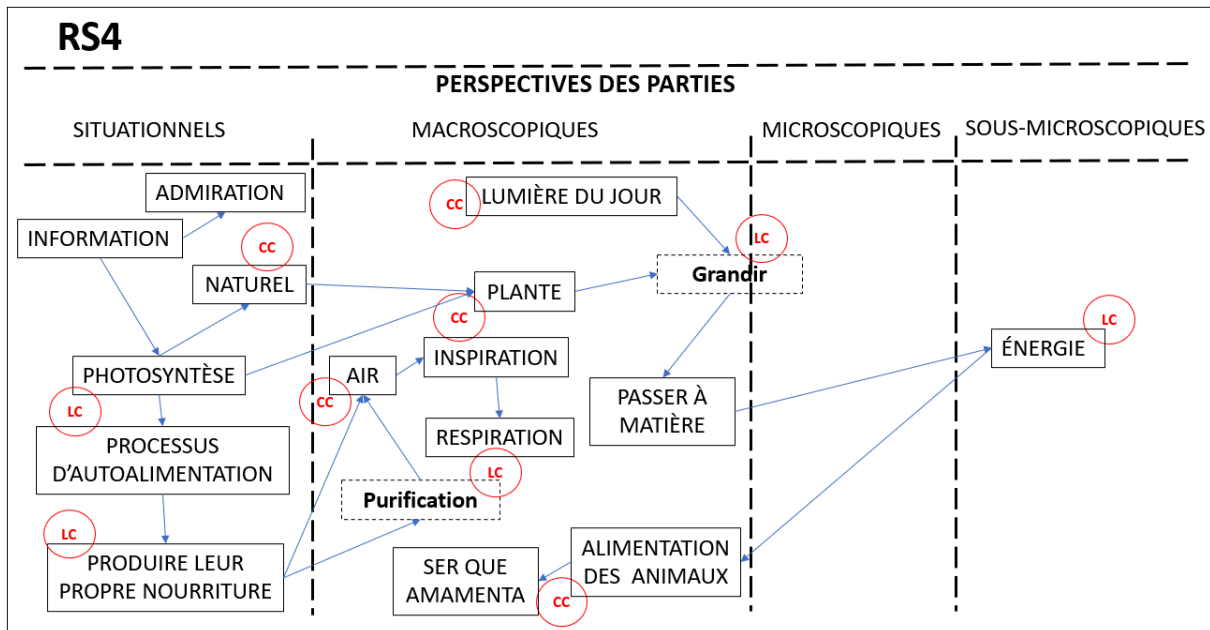


Source : obtenu par WhatsApp® et manipulé dans Paint3D® pour préserver l'anonymat.

L'élève RS4 présente un élément conceptuel qu'aucun autre élève n'a pu mettre en relation dans ses productions : la relation de la photosynthèse avec le lait. Cette relation est identifiée lorsque, dans une approche également écologique, il associe la plante à la source d'alimentation des animaux qui tètent, dans une relation indirecte avec le lait. L'analyse conceptuelle de la production de RS4 est présentée dans le Schéma 13.

### Schéma 13

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève RS4



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

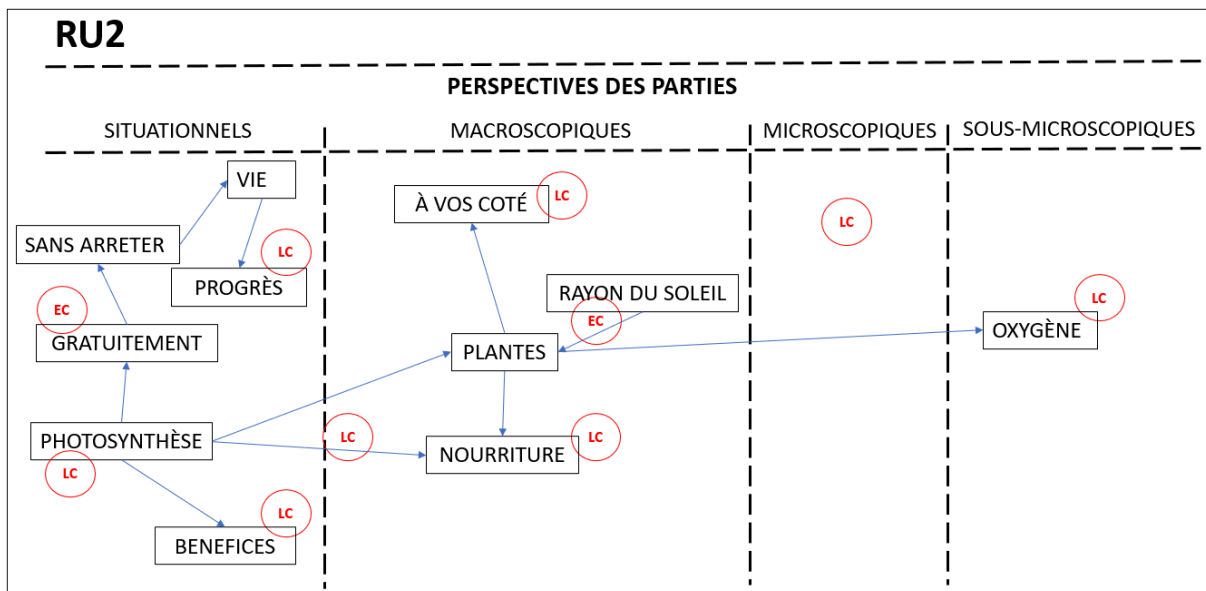
Bien que l'élève RS4 présente une production avec une diversité de signifiants, il utilise des synonymes pour désigner la photosynthèse, tels que « Processus d'auto-alimentation » et « Produire sa propre nourriture ». Mais il n'approfondit pas les concepts biochimiques impliquant des aspects cellulaires et moléculaires. La structure de base du raisonnement est centrée sur le domaine de l'écologie. Il présente une caractéristique de la construction du savoir similaire aux autres, dans laquelle le franchissement des frontières culturelles est compromis par l'absence d'une base conceptuelle.

Dans le Schéma 14, nous observons l'analyse du travail de l'élève RU2 qui présente des problèmes conceptuels liés à des lacunes qui, à leur tour, représentent des conceptualisations incomplètes, empêchant la compréhension conceptuelle. Un autre point que l'on peut observer

est l'utilisation de termes situationnels qui expriment des généralisations non définies, tels que « progrès », « avantages ». Certains signifiants présentent des significations distinctes comme « À votre côté » qui équivaut à l'environnement, ou encore « gratuitement » qui représente la relation sans dépense, car, bien qu'il y ait des dépenses, celles-ci sont surmontées par le stockage d'énergie chimique.

### Schéma 14

Processus de conceptualisation de la photosynthèse présenté par l'élève RU2



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

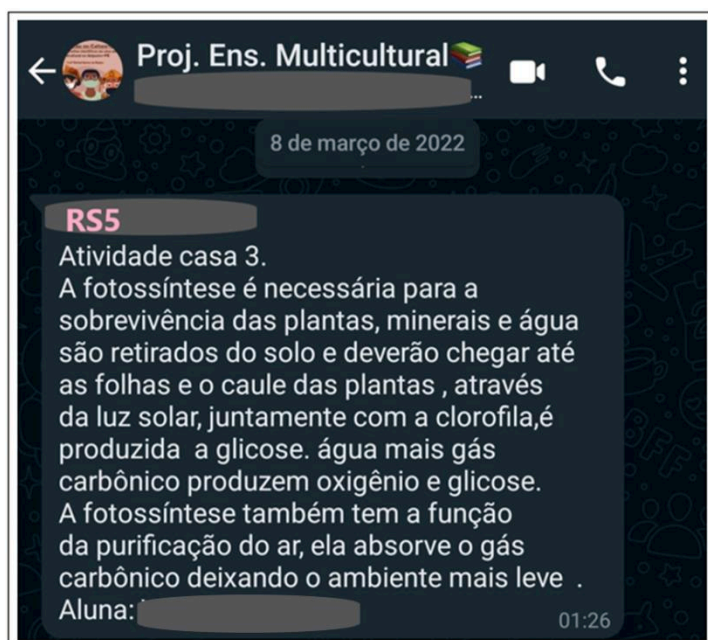
Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

Dans la Figure 12, nous présentons le texte de l'élève RS5, dans lequel il est possible de percevoir la désarticulation conceptuelle pour expliquer la photosynthèse. Des relations incomplètes et quelques malentendus sont révélés, comme le fait que « la lumière du soleil et la chlorophylle produisent du glucose » ou la relation entre la consommation de dioxyde de

carbone et la production d'oxygène qui se produit dans la photosynthèse avec la « légèreté de l'air », dans laquelle l'élève fait une relation avec la qualité de l'air.

### Figure 12

Production textuelle de l'élève *Sertaneja* (RS5) sur la photosynthèse postée sur le groupe WhatsApp®



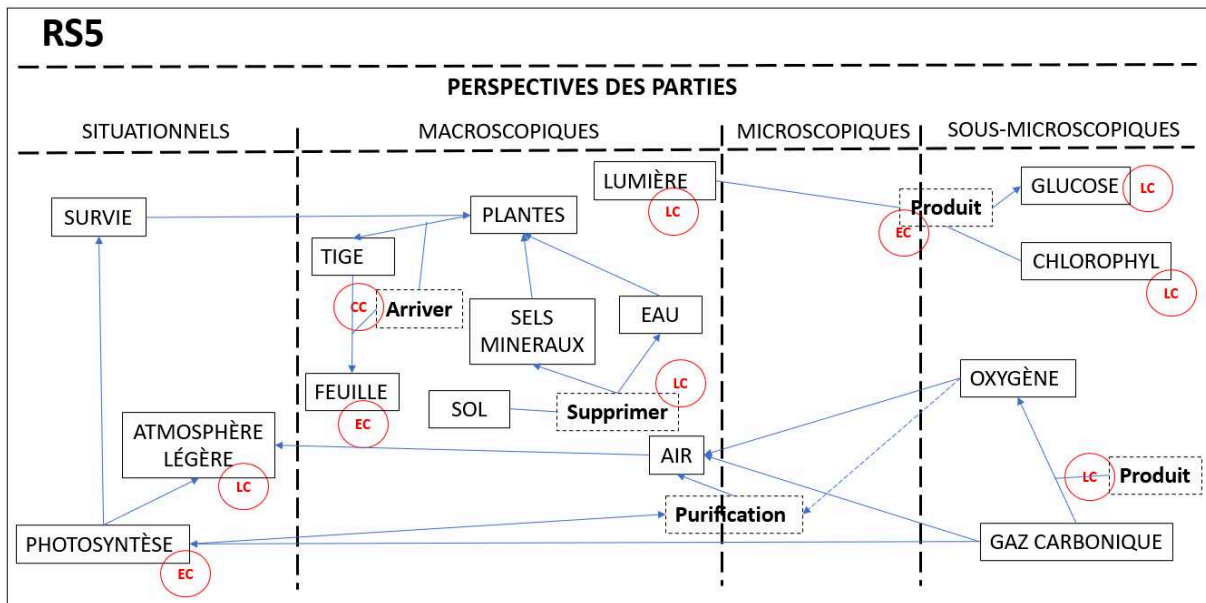
Source : obtenu par WhatsApp® et manipulé dans Paint3D® pour préserver l'anonymat.

Dans le Schéma 15, nous vérifions les relations de conceptualisation de l'élève RS5, dans lequel nous percevons en détail les problèmes de ce processus qui est aussi structuré dans la perspective macroscopique, cependant il présente des problèmes de l'ordre de base de la conceptualisation des champs conceptuels qui est, précisément, l'appropriation des signifiants et des significations des champs conceptuels qui sont impliqués dans la compréhension de la photosynthèse.



## Schéma 15

Processus de conceptualisation de la photosynthèse présenté par l'élève RS5



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

Outre les caractéristiques communes aux autres productions - telles que l'absence de signifiants de la perspective microscopique et la superficialité dans la conceptualisation des champs conceptuels de la perspective sous-microscopique - nous soulignons, dans cette analyse de la conceptualisation, le malentendu de la production de glucose par la photosynthèse réduite à une réaction sommative selon laquelle la lumière plus la chlorophylle produisent du glucose. Les conceptions erronées sont révélées en même temps que d'autres conceptions erronées ou des compréhensions partielles ou incomplètes.

Dans la production du RS5, la photosynthèse apparaît désarticulée de la feuille, un organe botanique du point de vue macroscopique essentiel pour la compréhension du processus photosynthétique, dans lequel, à partir de celui-ci, un réductionnisme microscopique et sous-microscopique est mené à travers ses parties. La compréhension des concepts du champ

macroscopique influence directement la compréhension des champs micro et sous-microscopiques. Le réductionnisme conceptuel doit être relié au concept macroscopique de base, puisqu'il est physiquement structuré, favorisant la compréhension conceptuelle et le développement d'autres connaissances à partir de celui-ci. Nous voyons ici l'importance du paradigme cartésien dans la structuration conceptuelle, puisque la complexité est structurée à partir du cartésianisme, mais ne s'y limite pas. L'élève RS5 a présenté des difficultés dans l'articulation conceptuelle de différents champs conceptuels, sans être capable d'effectuer une systématisation cohérente même dans le champ macroscopique.

Ensuite, dans la Figure 13, nous présentons la production textuelle poétique de RS1, dans laquelle la photosynthèse est expliquée à travers des signifiants du champ littéraire du romantisme, sous l'influence de termes de la culture *sertaneja* comme « *caceteiro* » qui signifie une qualité exceptionnelle, ainsi que des termes qui romantisent la photosynthèse et la lient à l'essence humaine comme « génie », « beauté » et « perfection ». Sur les questions de culture scientifique, la photosynthèse est liée à la « production de sa propre nourriture » et qu'elle transforme « la lumière du soleil en source de nourriture ». Il y a, dans ces seules mentions conceptuelles du domaine scientifique, des relations superficielles qui révèlent - au premier plan - de profondes lacunes dans la perspective écologique de la photosynthèse, en plus de malentendus conceptuels tels que l'idée que la lumière est une source de nourriture alors qu'il s'agit en fait d'une source d'énergie essentielle au processus de photosynthèse.

### Figure 13

Poésie d'un élève *sertanejo* (RS1) sur la photosynthèse postée sur le groupe WhatsApp®.

**RS1**  
**Versos sobre a Fotossíntese**  
A fotossíntese nós mostra  
Como ser bem caceteiro  
Mostrando há todos nois  
Que produz seu proprio alimento  
  
A fotossíntese é sua genealidade  
Mostrando também que  
possui a grande capacidade  
que a natureza e bela e perfeita  
E possui suas curiosidades  
  
A fotossíntese e bastante curioso  
Por ser um processo longo e complexo  
Transformando á luz solar como fonte de alimento

Source : obtenu par WhatsApp® et manipulé dans Paint3D® pour préserver l'anonymat.

Nous présentons ci-dessous des productions des élèves sur la photosynthèse qui mêlent texte et images. Cette activité dans la Maison 3 a cherché à appliquer la multilittératie, non seulement dans l'exposition des informations pendant les activités synchrones et asynchrones du cours, mais a également servi à valoriser les productions des élèves, sur la base des compétences qu'ils se sentent plus à l'aise d'exprimer.

L'élève *quilombola* RQ a réalisé une activité textuelle à la main et illustrée au moyen de collages (Figure 14), dans laquelle nous avons remarqué une production caractérisée par la tradition de l'information scientifique scolaire présente dans les manuels. Les collages informent sur les perspectives microscopiques, dans lesquelles le premier présente des perspectives de l'organe du chloroplaste et le second, bien qu'étant une perspective microscopique, fait le lien entre le chloroplaste et les perspectives systémiques de la photosynthèse, liées aux phases lumineuse (photochimique) et chimique. La sortie est présentée dans la Figure 14.

**Figure 14**

Production de l'élève *quilombola* (RQ) sur la photosynthèse

**RQ** Fotossíntese

- A fotossíntese é um processo realizado por alguns organismos autotróficos, como plantas, algas e alguns procariontes. Eles captam a luz solar, transformam em energia química e produzem as compostas orgânicas (carboidrato ou açúcares) a partir de água e dióxido de carbono.
- A fotossíntese é um processo longo e complexo mas que pode ser resumido de forma geral pela seguinte equação:
 
$$6CO_2 + 12H_2O + luz \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$
- Em plantas e algas, a fotossíntese ocorre no interior dos cloroplastos.
- O cloroplasto é uma organela que apresenta uma membrana externa e uma membrana interna. Sua interior tem lamelas membranosas, ligadas as pequenas bolhas denominadas tilacóides.

1. Membrana biológica lipoprotéica altamente permeável que controla a entrada e saída de moléculas através de canais proteicos.

2. Transportador para precursores de fotólise e reconstrói. A membrana forma os tilacóides.

Os produtos gerados a partir da fotossíntese melhoram a existência material da humanidade, pois deram origem a recursos como o petróleo, gás natural, celulose, carvão e lenha. Esses recursos ocorrem em decorrência da transformação da luz solar em reservas de energia (fotossíntese) realizada por outros processos geológicos e tecnológicos.

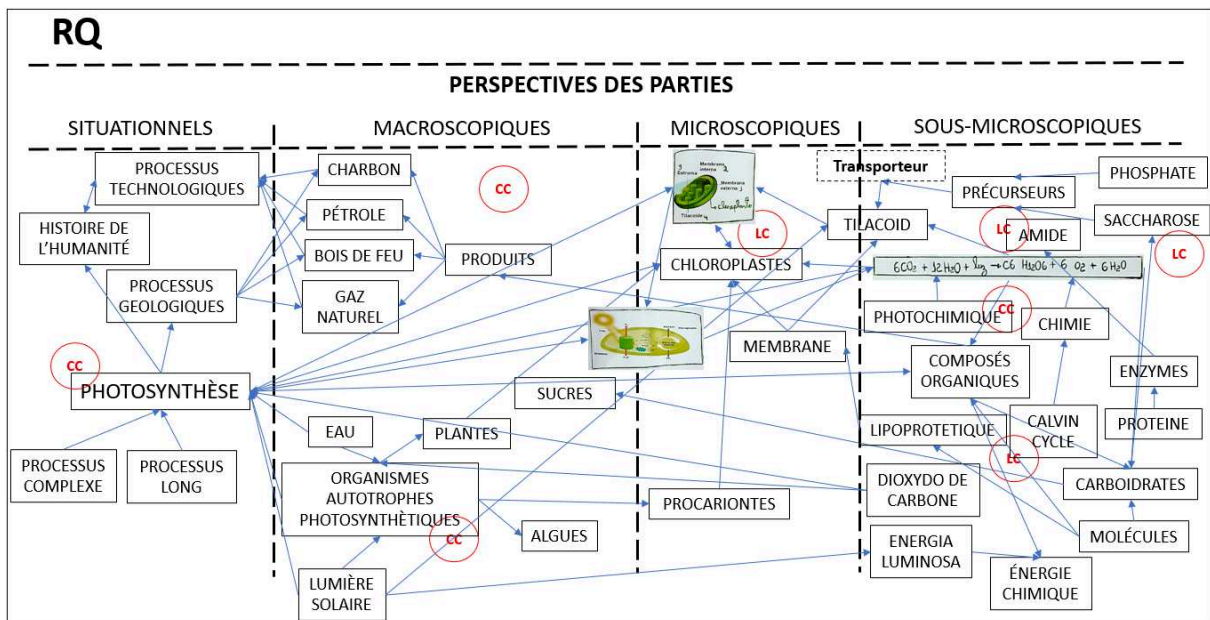
Source : fichier PDF et manipulé dans Paint3D® pour préserver l'anonymat.

Dans l'analyse conceptuelle, présentée dans le Schéma 16, nous pouvons vérifier que la RQ de l'élève met en relation des signifiants de différents champs conceptuels qui sont situés dans les différentes perspectives des parties. Ici, en comparaison avec les productions poétiques précédentes, on remarque que la production textuelle descriptive du processus photosynthétique illustré n'a pas limité les relations interdisciplinaires pour expliquer la photosynthèse, au contraire, elle a permis de plus grandes relations. L'élève utilise des signifiants situationnels qui permettent à l'enseignant d'identifier des approches interdisciplinaires de la photosynthèse,

telles que son influence sur les combustibles organiques et ses relations avec l'histoire humaine. L'élève qualifie également la photosynthèse comme un processus complexe et long ; par conséquent, nous faisons, dans cette identification relationnelle, une possibilité de construction de concepts basée sur des paradigmes scientifiques. Dans la relation, nous pouvons clairement voir qu'un chemin long et complexe doit être compris en parties et interconnecté avec le tout.

## Schéma 16

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève RQ



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

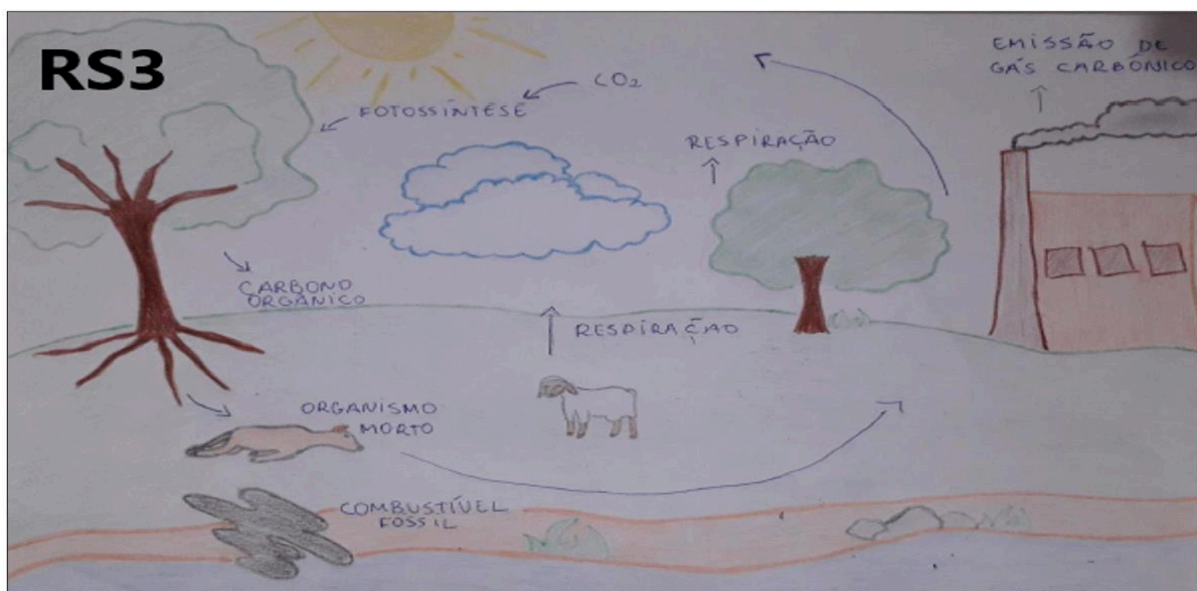
Quant à la conceptualisation en biochimie, nous percevons la cohérence conceptuelle dans des perspectives situationnelles et macroscopiques, généralement beaucoup plus riches et représentatives que les perspectives réduites. Alors que dans les perspectives microscopiques et sous-microscopiques, les signifiants présentent des lacunes conceptuelles, par exemple, le chloroplaste est considéré isolément en oubliant la cellule végétale. La perspective sous-

microscopique est marquée par l'absence de signifiants moléculaires importants pour la compréhension des réactions et processus biochimiques cités par l'élève. Par exemple, il n'est pas fait mention des compositions d'amidon et de saccharose avec mention des monosaccharides.

Dans la Photographie 2, nous présentons la production de l'élève RS3 qui consiste en un dessin chargé de représenter la photosynthèse à partir du cycle matière/énergie/carbone. Il s'agit d'une perspective qui relate la photosynthèse dans la partie macroscopique, mais d'une manière systémique dans laquelle elle est observée comme un point clé pour la compréhension du bilan énergétique mondial, notamment à partir de la matière organique produite par les plantes qui sont photosynthétisantes.

## Photographie 2

Croquis de l'élève *sertanejo* (RS3) sur la photosynthèse

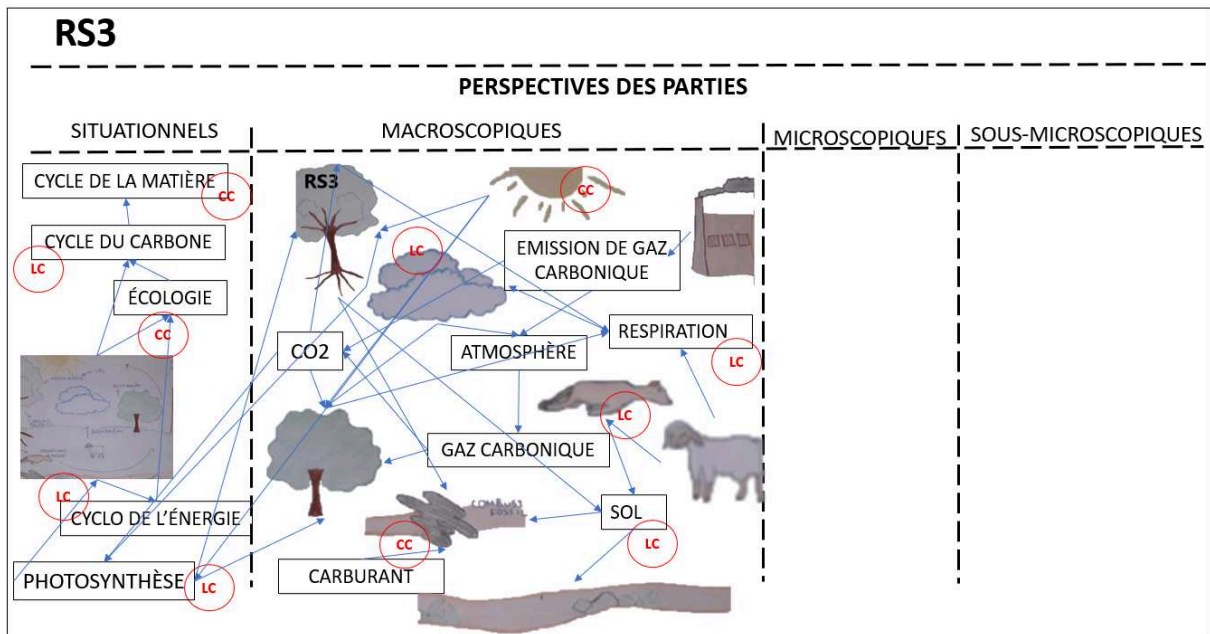


Source : photographie prise avec un téléphone portable (réalisée par l'élève RS3).

Dans le Schéma 17, nous trouvons l'analyse de la production des élèves qui est multimodale car elle combine des signifiants imagés à travers des dessins à la main et des flèches qui indiquent des significations, des processus et des mots.

## Schéma 17

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève SR3



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

L'écologie est un domaine conceptuel qui s'intègre facilement à la photosynthèse. Sa prise en compte a été vérifiée dans d'autres productions. Cependant, nous avons constaté qu'alors que l'écologie fournit la pensée systémique qui la caractérise - permettant aux élèves d'établir des relations entre les concepts écologiques macroscopiques et situationnels exerçant une pensée interdisciplinaire - il y a une déconnexion avec les perspectives microscopiques et moléculaires qui impliquent non seulement la photosynthèse, mais aussi l'écologie elle-même.

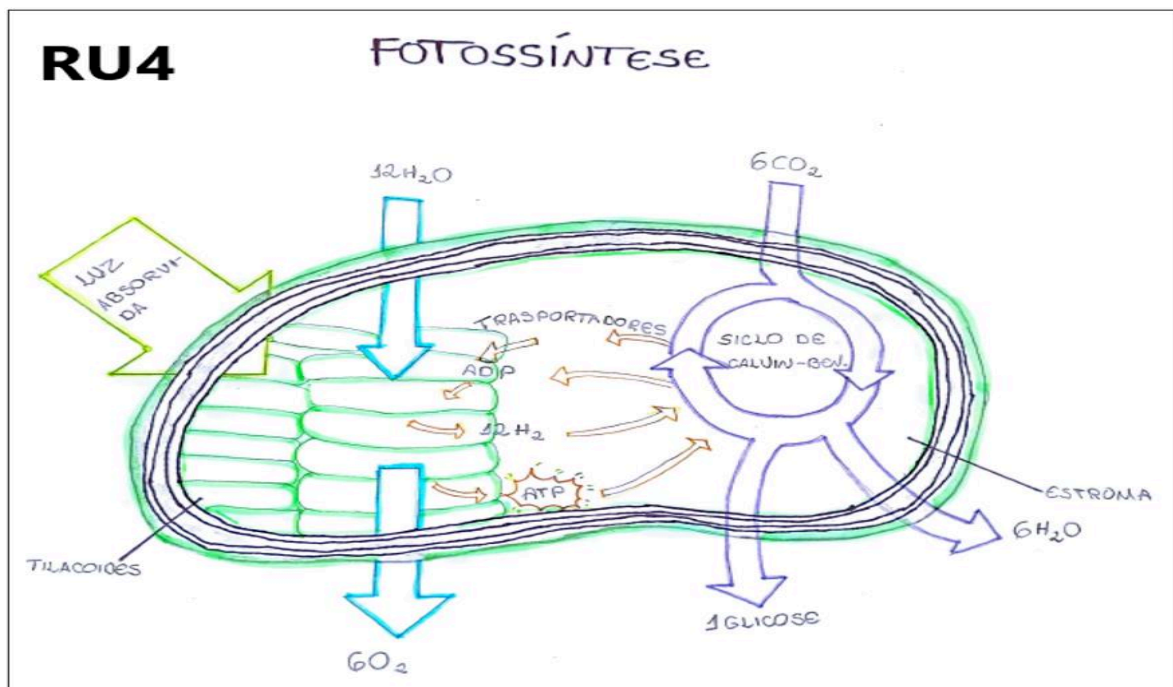
Nous pouvons voir que l'élève dessine deux arbres, mais que la structure des racines de l'un d'eux est mise en évidence, ce qui représente sa relation avec le sol, le moyen par lequel la matière décomposée, représentée par l'animal mort, devient disponible. Cette situation, par

exemple, aurait pu être liée au microbiote du sol et à sa participation à la dégradation de la matière en particules moléculaires et atomiques. On aurait pu faire le lien avec la photosynthèse du point de vue moléculaire en considérant les biomolécules et le transfert de carbone dans ce processus qui est complexe. L'exploration du concept de l'eau, dans le dessin, est également visible lorsque nous n'observons que sa forme gazeuse, représentée par les nuages, mais le rôle de l'eau dans ce cycle est sous-estimé.

Dans la Photographie 3, nous voyons le dessin schématique de la photosynthèse réalisé par l'élève urbain RU4. C'est la représentation schématique du chloroplaste avec les détails du processus de photosynthèse au niveau microscopique et sous-microscopique.

### Photographie 3

Dessin de l'élève urbain (RU4) sur la photosynthèse

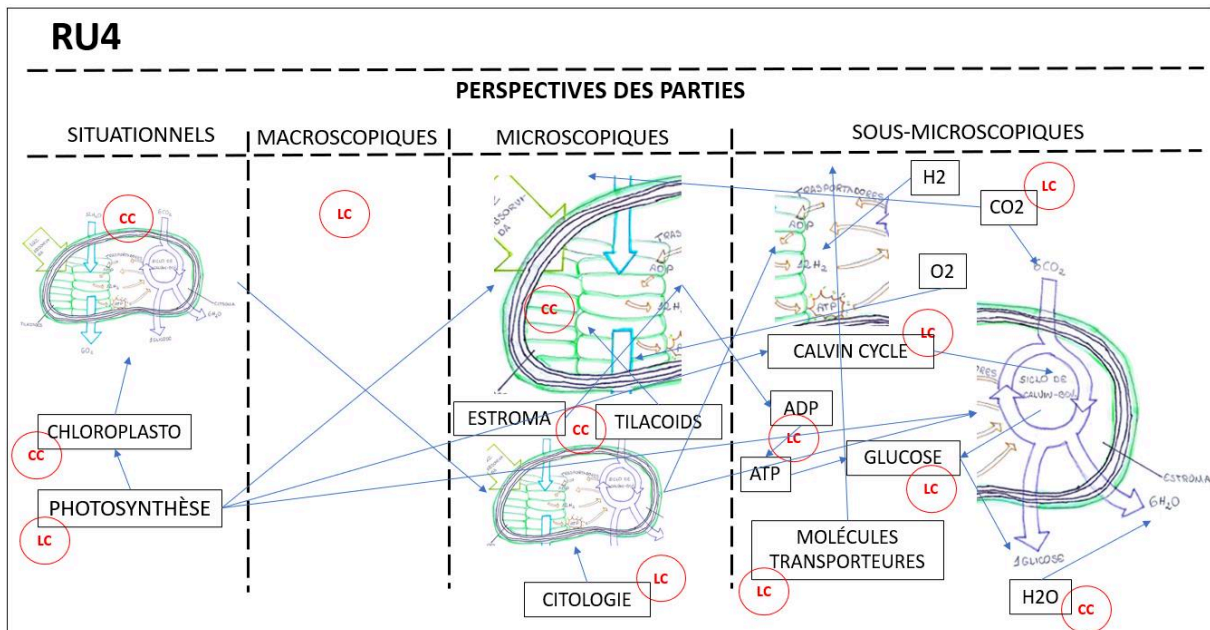


Source : photographie prise avec un téléphone portable (réalisée par l'élève RS3).

Le Schéma 18 de conceptualisation de l'élève RU4 montre qu'il part de la photosynthèse comme une situation située dans le domaine microscopique, puisque le processus est considéré en l'analysant à partir des processus biochimiques de la phase claire et de la phase sombre. Cela amène l'élève à négliger la perspective macroscopique, en valorisant le réductionnisme de l'explication et en l'isolant des autres perspectives qui impliquent d'autres champs conceptuels.

## Schéma 18

Processus de conceptualisation de la photosynthèse présenté par l'élève RU4



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

En analysant le dessin schématique du chloroplaste lié au processus de photosynthèse réalisé par l'élève urbain RU4, on constate la valorisation de la perspective microscopique. Dans cette logique, la cohérence conceptuelle est bien établie, puisque dans la perspective sous-microscopique elle présente des lacunes conceptuelles par la non-séparation entre la phase claire et la phase de sombre. De même, il ne présente pas les relations des molécules « glucose », « molécules porteuses », « ATP », « ADP », « H<sub>2</sub>O », « CO<sub>2</sub> » et « O<sub>2</sub> » au niveau moléculaire et atomique ; par exemple, le glucose en tant que monosaccharide de base par rapport à d'autres glucides complexes tels que la cellulose et l'amidon, la prise en compte des molécules porteuses en tant que protéines et la relation de ces molécules avec les structures, les fonctions et les situations macroscopiques.

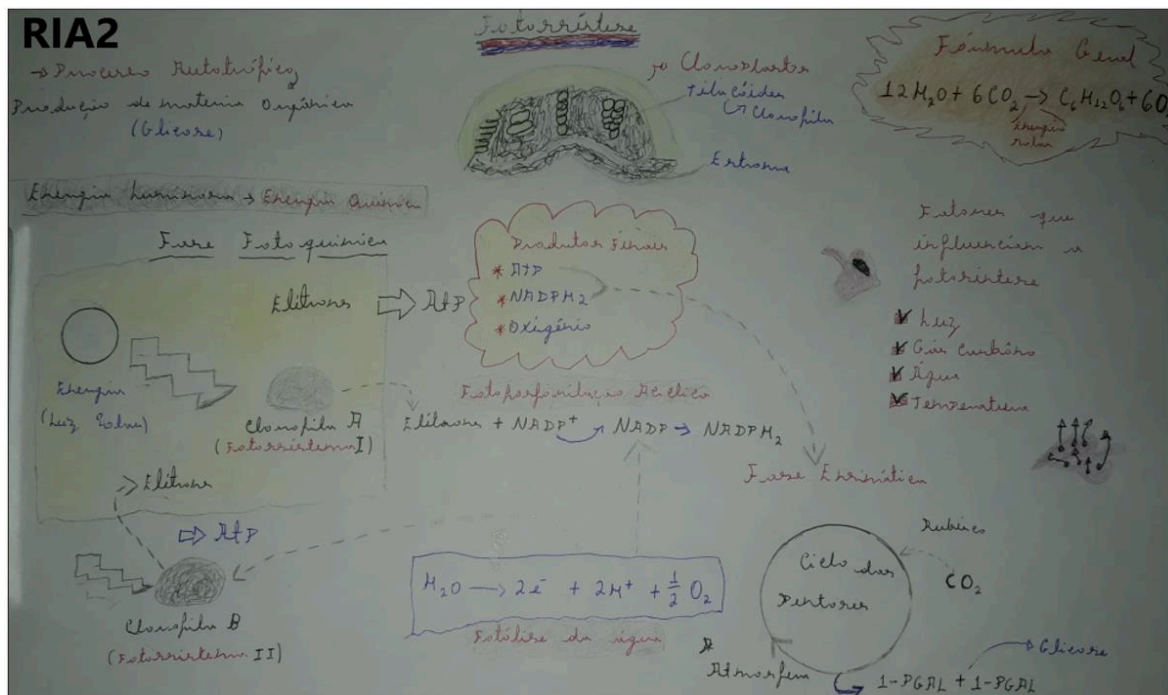


Cette séparation isole la conceptualisation biochimique du contexte de vie de l'élève, empêchant le franchissement des frontières culturelles et la compréhension des situations qui renvoient à la compréhension de la photosynthèse. Être nécessaire au franchissement des frontières et à la recherche d'une conceptualisation biochimique au détriment des lacunes conceptuelles. Ainsi, il est valable d'envisager un enseignement et un apprentissage basés sur la présentation des significations et de l'importance d'autres champs conceptuels, comme la chimie et ses différents contenus qui sont sous-cultures, comme la biologie, qui, avec la chimie, constituent l'interdisciplinarité de base de la biochimie.

La Photographie 4 montre le schéma conceptuel produit par l'élève indigène RIA2 d'Atikum. Le dispositif a été réalisé à la main et photographié. Nous y vérifions les signifiants conceptuels et procéduraux qui relient les parties et qui mettent en relation les perspectives macroscopiques avec les autres perspectives micro et sous-microscopiques. Dans ce schéma conceptuel, l'élève ne s'est pas limité à la représentation textuelle, il a essayé de représenter son propre regard par le dessin.

#### Photographie 4

Dessin de l'élève indigène Atikum (RIA2) sur la photosynthèse

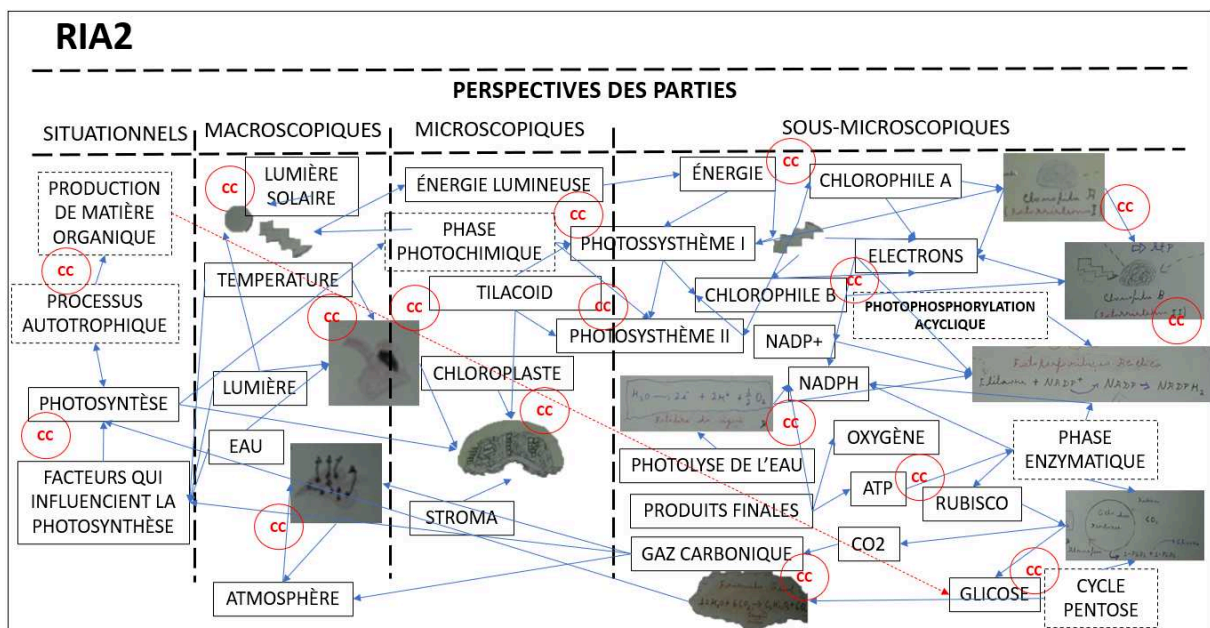


Source : photographie prise avec un téléphone portable (réalisée par l'élève RS3).

Dans le Schéma 19, nous voyons le positionnement des signifiants imagés et textuels dans les parties respectives. L'élève RIA2 a présenté des perspectives situationnelles synonymes du processus de photosynthèse, n'a pas présenté la relation entre la photosynthèse et différentes situations, limitant la pensée à conceptualiser exclusivement sur la photosynthèse. En d'autres termes, on peut dire que la photosynthèse n'a pas été généralisée à des perspectives situationnelles interdisciplinaires telles que la production d'énergie fossile ou les relations écologiques.

### Schéma 19

Processus de conceptualisation sur la photosynthèse présentée par l'élève RIA2



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365®.

Notes : Les termes contenus dans les rectangles correspondent aux signifiants de chaque partie ; les signifiants en gras contenus dans les rectangles en pointillés représentent le non-établissement avec le signifié ; les lignes qui divisent les parties représentent les limites ; les vecteurs représentent le chemin relationnel entre les signifiants dans la matérialisation de l'élève ; les cercles rouges et leurs acronymes représentent la classification analytique de la conceptualisation en biochimie, où : CC - correspond à la cohérence conceptuelle, LC - signifie écart conceptuel, CE - équivoque conceptuelle et PC - concept partiellement consolidé.

Cependant, l'élève approfondit la conceptualisation de la photosynthèse. Elle aborde les signifiants d'un point de vue macroscopique, microscopique et, surtout, sous-microscopique ou moléculaire. Le dessin d'une feuille avec une coupe de tissu cherche à révéler ses constitutions

microscopiques, notamment lorsque, dans le schéma, cette feuille est reliée au chloroplaste, un organe important pour la photosynthèse. Dans la perspective microscopique, des signifiants textuels et imagés sont utilisés pour présenter et mettre en relation le chloroplaste, tels que le stroma et les thylakoïdes.

Les phases de la photosynthèse sont correctement identifiées comme la phase photochimique et la phase enzymatique. Ils ont ensuite été mis en relation avec les composants physiques et chimiques, ainsi qu'avec leurs processus respectifs et leurs réactions biochimiques. A la fin du schéma conceptuel, RIA2 revient au concept situationnel initial « Photosynthèse », lorsqu'il termine par la formule générale de la photosynthèse qui résume les processus complexes qu'il a abordés pendant la construction du schéma.

Après l'analyse théorique générale du processus de conceptualisation, nous nous engageons dans une analyse des différentes perspectives théoriques envisagées. Comme pour la conceptualisation biochimique, nous avons classé les modalités conceptuelles, selon Couto et al. (2016), en concepts cohérents, lacunes conceptuelles et idées fausses. L'occurrence de ces concepts dans les productions obéissait au pourcentage observé en fonction de la totalité des concepts dans chaque production d'élève, où une occurrence jusqu'à 50% était considérée comme faible, entre 50% et 70% équilibrée et au-dessus de 70% comme une occurrence élevée. Les résultats sont analysés dans le Tableau 15.

**Tableau 15**

Analyse de la conceptualisation en biochimie et de sa relation avec le nombre de signifiants

ÉLÈVE	CARACTÉRISTIQUES DE LA CONCEPTUALISATION EN BIOCHIMIE											
	Cohérentes			Lacunes			Erreurs			Signifiants		
	B	E	A	B	E	A	B	E	A	B	E	A
RU2												
RU4												
RS2												
RS3												
RS4												
RS5												
RIA1												
RIA2												
RIT1												
RQ												

Source : auteur.

Il existe une relation entre les types de productions avec le nombre de signifiants utilisés et la conceptualisation sur la photosynthèse. Les élèves RIA2 (qui a produit un schéma conceptuel) et RQ (un texte illustré) ont montré une forte occurrence de concepts cohérents, une faible occurrence de lacunes conceptuelles et aucune incompréhension conceptuelle et tous deux ont utilisé un grand nombre de signifiants textuels et imagés.

Bien que Couto et al. (2016) identifient différentes classifications de la conceptualisation en biochimie - dont la caractérisation d'un gap conceptuel - c'est à Vergnaud (2000) que nous nous appuyons pour comprendre les échecs de conceptualisation que nous appelons gaps. Pour l'auteur, il existe trois sources d'écarts entre le réel et les signes : (1) l'écart entre le réel et les invariants opératoires ; (2) l'écart entre les significations et les signifiants de la langue ; (3) l'écart entre les invariants opératoires et les significations. Ceci nous permet de classer les lacunes vérifiées dans la conceptualisation de la biochimie, comme le montre le Tableau 16, ci-dessous.

**Tableau 16**

Caractérisation des lacunes conceptuelles en biochimie inspirée de l'approche de la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (2000)

<b>TYPES DE LACUNES</b>	<b>DESCRIPTION DE LA LACUNE</b>
Entre le réel et les invariants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il existe des difficultés pour la représentation du réel dans des perspectives micro et sous-microscopiques.</li> <li>• Les signifiants dans les perspectives non visuelles, au niveau cellulaire et moléculaire, appartiennent à la culture scientifique, et il n'y a pas de contribution relationnelle avec les cultures extra-scolastiques autre que par récursion, soutenue par des invariants macroscopiques.</li> <li>• Ce type d'écart est potentialisé par la logique cartésienne qui empêche les connexions récursives en maintenant isolés les schémas et leurs invariants opératoires.</li> </ul>
Entre les significations et les signifiants du langage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le concept d'énergie, très important dans la conceptualisation biochimique, présentait des situations d'écart entre le sens et les signifiants, non seulement dans la langue écrite, mais aussi dans la représentation imagée.</li> <li>• L'énergie était décrite parfois comme un signifiant chimique, d'autres fois, physique d'ordre lumineux et indirectement thermodynamique, étant représentée avec la symbolique du rayon électrique dessiné. Ces relations compromettent la conceptualisation de la photosynthèse.</li> <li>• Certains concepts à potentiel transdisciplinaire, tels que le concept d'énergie, devraient être travaillés dans l'enseignement des sciences de manière complexe, en tenant compte des significations de la physique, de la biologie, de la chimie et d'autres domaines, tels que la spiritualité (importante dans le cadre de l'interculturalisme).</li> </ul>

Entre les invariants opératoires et les significations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le concept d'énergie a également fourni de telles lacunes lorsque l'invariant « énergie » est utilisé pour caractériser différents types d'énergie. La compréhension du type d'énergie en biochimie est un point crucial pour sa conceptualisation.</li> <li>• La signification d'une brûlure est différente de la signification d'un choc électrique, qui reste également traditionnellement déconnectée de la signification de la fatigue musculaire et mentale ou, en fait, de la physiologie mécanique et sonore, de l'implication laryngopharyngée, mais toutes ces significations constituent des schémas et sous-schémas traditionnellement séparés qui emploient la même « énergie » invariante mais ont des significations différentes.</li> </ul>
--	--

Source : modèle inspiré de Vergnaud (2000).

Ces lacunes en biochimie sont de deux types : les champs conceptuels non visibles et l'ordre paradigmatique. Le premier est directement influencé par l'absence d'invariants opératoires qui affectent par conséquent les signifiants et les significations du niveau macroscopique bien établi. Nous pouvons classer les invariants de la photosynthèse en fonction de la perspective ou du niveau de la biologie non visible :

- 1) Invariants microscopiques : cellule végétale, paroi cellulaire, membrane cellulaire, cytoplasme, chloroplaste, thylakoïde, stroma, stomates, vaisseaux conducteurs, parenchyme, etc.
- 2) Invariants sous-microscopiques : composants de la membrane thylakoïde, molécules (eau, oxygène, ATP, NADP+, protéine, protéine pigmentaire, chlorophylle, enzyme, lipide, hydrate de carbone, glucose, saccharose, fructose, amidon, cellulose, hémicellulose), atomes, cations et anions, électrons, énergie, photon et exciton, longueur d'onde de la lumière.
- 3) Invariants des phénomènes réactionnels et dynamiques au niveau microscopique et sous-microscopique : transfert d'énergie, excitation, énergie électrique, énergie thermique, photolyse, synthèse, réactions chimiques, osmose, diffusion, absorption de la lumière, cycle de Calvin, phosphorylation, oxydation, photooxydation, réaction de réduction, etc.

Le deuxième type lacunaire s'établit de façon paradigmatique au niveau de la pensée, où le paradigme cartésien semble imposer une structure de perception isolée des schémas et de leurs composants invariants : les signifiants et les signifiés. Il convient de noter ici que le paradigme scientifique est établi du point de vue de la pratique et de la pensée de manière imbriquée, la structure de l'école et la pratique de l'enseignement, par exemple, étant traditionnellement

établies selon le paradigme cartésien, de sorte que l'école apprend à l'élève à penser et à agir sous l'égide de ce paradigme. Ce fait favorise les difficultés à établir des conceptualisations interdisciplinaires de la biochimie.

L'énergie est un concept clé pour la compréhension de la photosynthèse, car elle est généralement sous-estimée à la classification « d'Énergie Lumineuse » ou « d'Énergie Solaire », mais elle subit des transformations d'ordre physico-chimique qui interfèrent directement dans la compréhension de la photosynthèse. Tout d'abord, les photons transfèrent de l'énergie aux photosystèmes chlorophylliens qui sont énergisés par les photons et transfèrent cette énergie aux électrons, les excitant. L'énergie électrique, appelée exciton, sera transférée le long de la membrane du thylakoïde pour être utilisée pour fabriquer des molécules d'ATP et de NADPH. Dans tout ce processus, l'énergie est transformée (énergie lumineuse > énergie électrique ou exciton > énergie chimique). La photosynthèse est un processus dans lequel les électrons des molécules de chlorophylle excitées passent par une série de récepteurs qui convertissent l'énergie électronique en énergie chimique (Voet, Voet & Pratt, 2002).

Nous pouvons donc dire que le paradigme scientifique en tant que facteur d'organisation de la pensée est un élément important pour comprendre le franchissement des frontières culturelles et que cela implique, directement, dans le processus de conceptualisation de systèmes complexes qui impliquent différents champs conceptuels comme la biochimie.

Le nombre de signifiants utilisés contribue au processus de conceptualisation de la photosynthèse qui, à son tour, est complexe car il se rapporte à différents champs conceptuels. Il est possible d'établir des relations entre le processus de conceptualisation et les questions interculturelles. À cette fin, nous appliquons l'ASI à ces résultats pour une compréhension relationnelle entre les variables opérant dans le processus de conceptualisation interculturel.

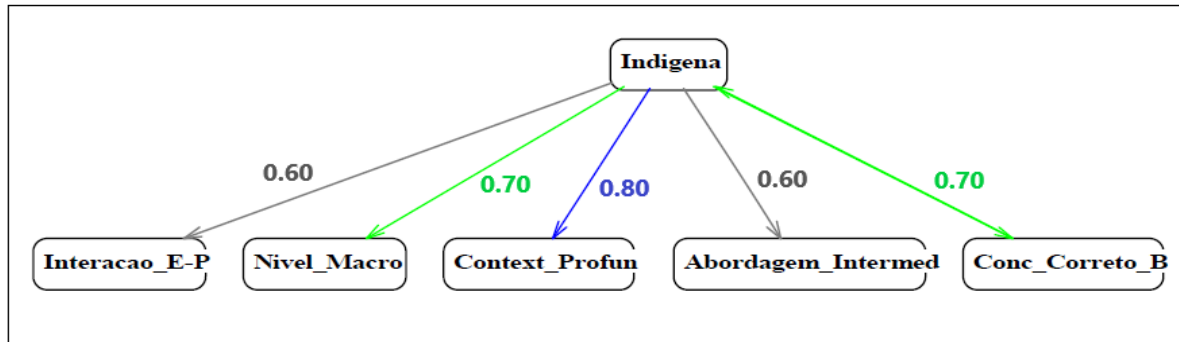
Dans un premier temps, nous avons analysé les implications se rapportant aux cultures indigènes, *sertaneja* et urbaine. Comme nous n'avions qu'une seule élève *quilombola*, l'analyse pour cette culture n'a pas pu être effectuée. Pour la génération des graphiques implicatifs, nous avons concentré notre regard sur la compréhension des relations avec les cultures, avec la production scolaire, avec l'identification des paradigmes scientifiques dans la structure de pensée dans la conceptualisation de la photosynthèse, avec les perspectives de la biologie et avec l'interactionnisme asynchrone.

Le Graphe implicatif 9 présente les allusions liées aux élèves indigènes, dans lesquelles se vérifient les tendances à l'interaction asynchrone avec l'enseignant (Interacao\_E-P), la

dominance de la perspective macroscopique de la biologie (Nivel\_Macro), l'approche intermédiaire des contenus scientifiques (Abordagem\_Intermed), la faible fréquence de concepts corrects ou cohérents (Conc\_Correto\_B) et une contextualisation profonde (Context\_Profun), lorsqu'ils relient les contenus à des questions de leur propre culture.

### Grphe implicatif 9

Implications de la conceptualisation concernant la culture indigène



Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion des indices d'implications par Paint 3D®.

Dans ces relations, nous pouvons identifier que l'élève indigène a eu, dans les moments asynchrones, une plus grande interaction avec l'enseignant quand il a questionné, débattu et contextualisé le contenu scientifique, marquant l'enseignant dans les postes sur les sujets disponibles dans les ballons. Cette caractéristique interactionniste avec l'enseignant a dû être renforcée par la médiation interculturelle proposée par l'enseignant, qui a essayé à tout moment d'écouter chacun, de questionner et d'interagir de manière interculturelle. Le dispositif « Sur la Route du Lait » a été conçu pour offrir cette médiation asynchrone qui valorise l'interculturalité.

Les indigènes étaient également ceux qui articulaient le mieux les concepts scientifiques avec leur propre culture, en citant non seulement les relations entre les concepts, mais en expliquant ces relations. Ces résultats sont un point qui nous permet d'attirer l'attention sur la contribution de la base culturelle extra-scolaire dans les relations de conceptualisation à l'école, mais qui peut indiquer la valorisation de leurs propres connaissances, une caractéristique déjà observée dans la phase de recherche interculturelle. Lorsqu'on leur donne la parole, ils s'expriment.

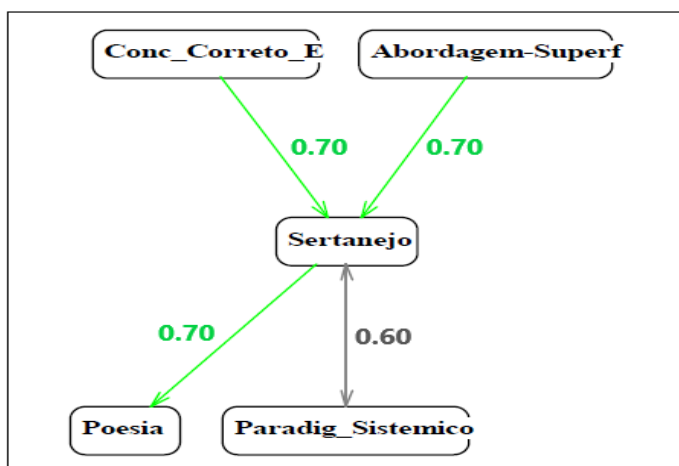
En ce qui concerne la conceptualisation en biochimie, pour ce qui est du contenu de la photosynthèse, la culture indigène est fortement attachée à la perspective macroscopique et l'approche du contenu scientifique est intermédiaire, quand il n'est pas traité de manière

superficielle ou profonde, ce qui peut expliquer la tendance à une faible occurrence de concepts cohérents.

D'autre part, la culture *sertaneja* a comme caractéristiques la conceptualisation correcte équilibrée (ni basse fréquence de concepts corrects, ni haute fréquence), l'approche superficielle du contenu scientifique, quand ils peuvent choisir la forme de production scolaire, la poésie tend à être préférée et, par conséquent, il y a une relation de pensée avec le paradigme systémique, comme nous pouvons l'observer dans le Graphe implicatif 10. Le paradigme systémique était cohérent dans toutes les réponses qui cherchaient à répondre au sujet de la photosynthèse, à partir du champ conceptuel de l'écologie.

### Graphe implicatif 10

Implications de la conceptualisation concernant à la culture *Sertaneja*



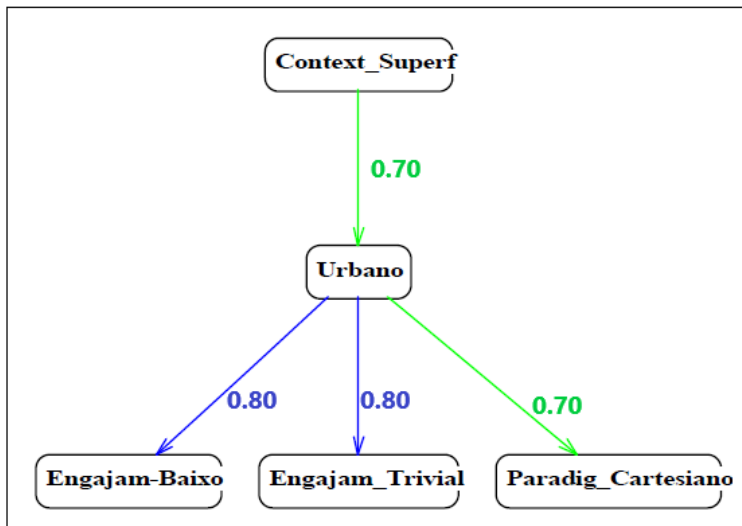
Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

La contextualisation superficielle (Contexte\_Superf), quand les relations contextuelles sont seulement citées, correspond aux caractéristiques de la culture urbaine de Salgueiro qui, à son tour, a tendu au bas niveau d'engagement (Engajam-Baixo), surtout, quand ils ont réalisé moins de 50% des ballons distribués dans la « Route du Lait ». L'engagement trivial (Engage-Trivial) se produit lorsque les élèves cherchent uniquement à remplir le devoir scolaire sans critique ni réflexion. La production sur la photosynthèse tend vers les perspectives du paradigme cartésien (Paradig\_Cartesian), comme on peut le voir dans le Graphe implicatif 11.



## Grappe implicatif 11

Implications de la conceptualisation concernant à la culture urbaine

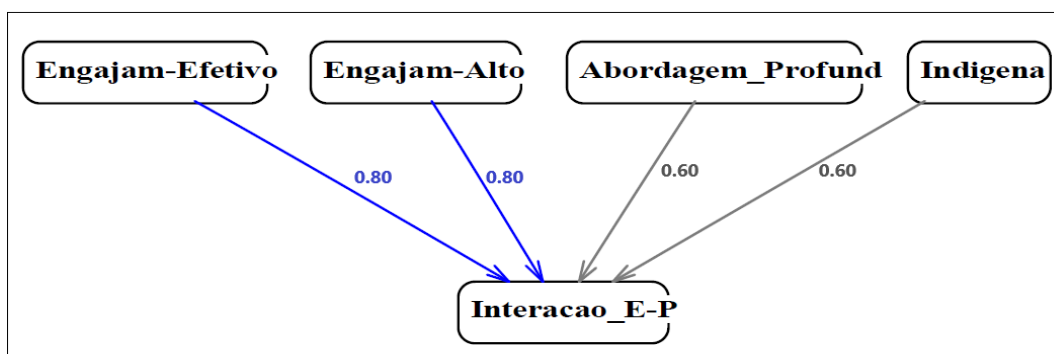


Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

Les graphes ci-dessous présentent les implications concernant l'interactionnisme asynchrone. La relation d'interaction entre l'élève et l'enseignant présente des implications concernant l'engagement effectif (Engajam\_Efetivo), caractérisé par des messages critiques, réfléchis et contextuels ; l'engagement élevé (Engajam\_Alto), lorsque le taux de messages dans les ballons dépasse 60% ; et l'approche profonde du contenu (Abordagem\_Profund), une caractéristique qui tend à être de la culture indigène (Grappe Implicatif 12).

## Grappe implicatif 12

Implications de la conceptualisation concernant à l'interaction asynchrone entre l'élève et l'enseignant (élève-enseignant)

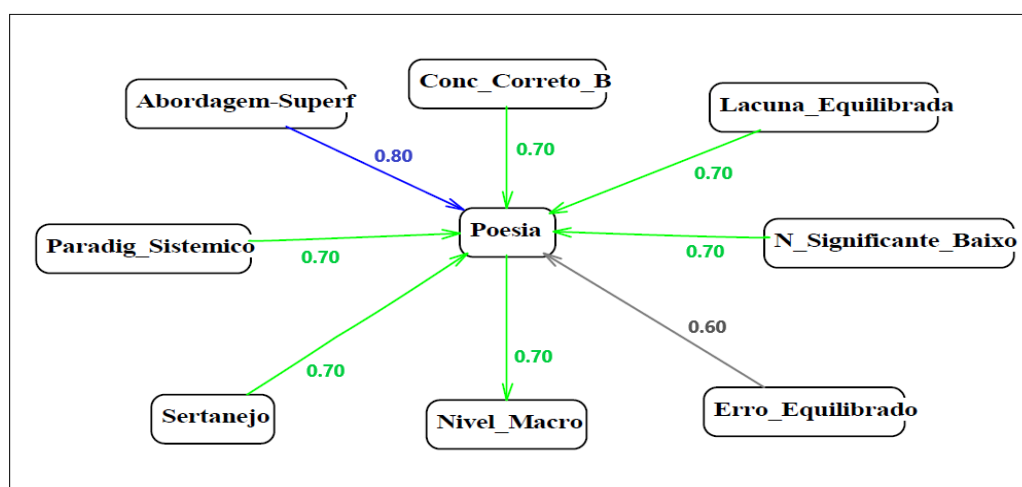


Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

En ce qui concerne les productions des élèves pour expliquer la photosynthèse, nous avons remarqué que - dans le Graphe implicatif 13 - le genre textuel poétique (Poesia) implique une expression conceptuelle, basée sur la perspective macroscopique (Nivel\_Macro), la poésie étant une production qui tend à être choisie par les élèves *sertanejo* (Sertanejo). Cette modalité est caractérisée par une pensée qui se réfère au paradigme systémique (Paradig\_Sistemic), avec une approche superficielle du contenu scientifique (Abordagem-Superf), liée à la faible incidence de la conceptualisation correcte du contenu scientifique (Conc\_Correto\_B), avec une occurrence marquée de lacunes conceptuelles (Lacuna\_equilibrado) et d'erreurs conceptuelles (Erro\_Equilibrado), ainsi qu'un nombre réduit de signifiants utilisés pour conceptualiser la photosynthèse (N\_Significante\_Baixo).

### Graphe implicatif 13

Implications pour la production scolaire dans le genre du texte Poésie



Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

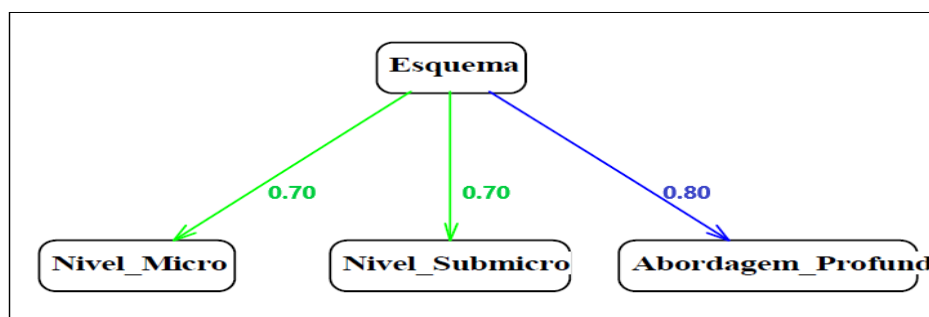
Comme les élèves étaient libres de choisir comment expliquer la photosynthèse, dans une perspective de valorisation des capacités multimodales et multilingues, on remarque que - dans ces relations d'implication sur le genre textuel poétique - il y a une implication de la culture *sertaneja*, dans laquelle des expressions culturelles *sertanejas* très frappantes (*aboio*, *cordel*, *repente* et *forró*) sont basées sur la structure poétique. Le choix des élèves d'expliquer la photosynthèse par la poésie révèle des multilittératies qui peuvent être spécifiques à certaines cultures.

Cependant, la poésie présente ce qu'Acioly-Régnier (2019) appelle la dimension opératoire, c'est-à-dire le fait de savoir et faire de la poésie en gérant les règles métriques, les rimes pour extérioriser une opinion, un sentiment ou un savoir et qui, lui, s'apprend et se développe dans le contexte extra-scolaire. Cependant, la vulnérabilité de la dimension prédicative, liée à la bonne appropriation des signifiants et des significations implicites à la biochimie photosynthétique, entrave la conceptualisation biochimique dans une poésie produite par des lycéens. Une façon de valoriser cette expression culturelle serait de mettre en place des projets d'enseignement transdisciplinaires qui associent les disciplines du domaine biologique et de la biochimie appliquée à la discipline de la Langue Portugaise.

Les productions de schémas conceptuels impliquent une approche profonde du contenu scientifique (*Abordagem\_Profunda*), non limitée à la perspective macroscopique, mais tendant à des perspectives micro (*Nivel\_Micro*) et sous-microscopiques (*Nivel\_Submicro*), comme nous pouvons le vérifier dans le Graphe implicatif 14. Ferrão et Santarosa (2020) ont souligné l'importance des schémas conceptuels qui permettent de comprendre le processus de conceptualisation en intégrant un ensemble de connaissances concernant un thème, à travers un réseau de relations. Les schémas conceptuels sont également composés de représentations symboliques d'un champ conceptuel donné que - pour Vergnaud (1998) - ces représentations sont attribuées à l'interaction sociale, au langage et à la représentation symbolique progressive dans un domaine donné d'un champ conceptuel.

### Graphique implicatif 14

Implications concernant la production savante du type de schéma conceptuel



Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

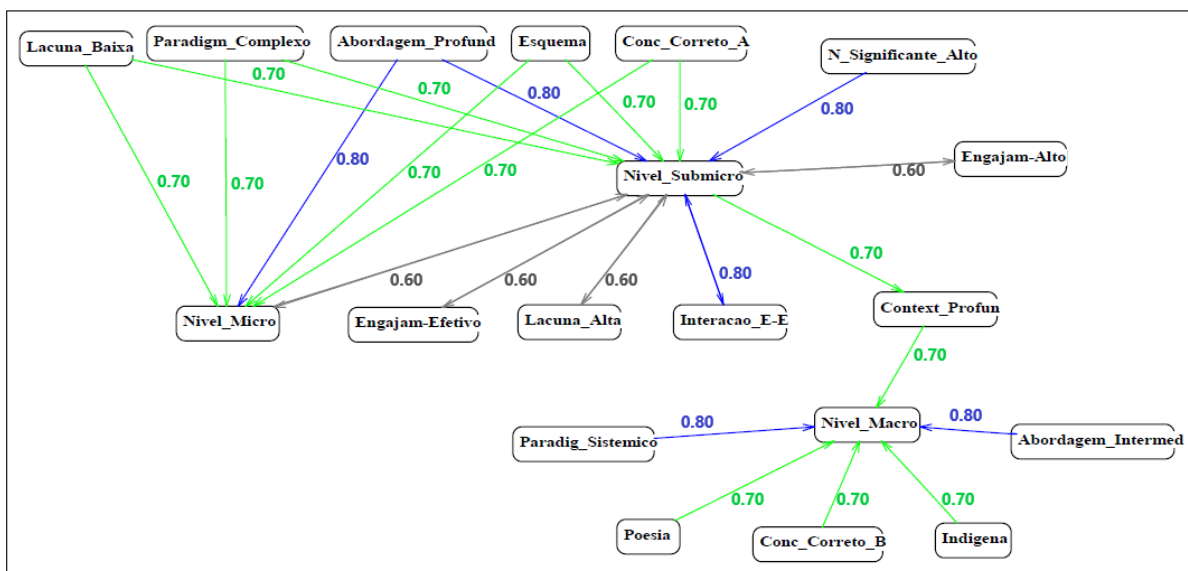
En ce qui concerne la biochimie, les principales difficultés déjà signalées et reconnues par d'autres auteurs correspondent au manque de domaine conceptuel, principalement, dans la

perspective microscopique (niveau cellulaire) et sous-microscopique (niveau moléculaire) et dans l'articulation conceptuelle entre ces perspectives. Ce qui, pour Vergnaud (1990), est exactement l'articulation entre différents champs conceptuels requise pour une conceptualisation donnée.

Dans le Graphe implicatif 15, nous observons que les relations conceptuelles en biochimie présentent une fréquence plus élevée de lacunes conceptuelles (Lacuna\_Baixa ; Lacuna\_Alta) impliquées dans les perspectives micro (Nivel\_Micro ; Nivel\_Submicro) et sous-microscopiques. L'utilisation de schémas (Esquema) implique une plus grande relation avec les perspectives micro et sous-microscopiques qui souffrent également de l'implication des productions caractérisées par une approche profonde du contenu scientifique (Abordagem\_Profund) et par une plus grande maîtrise conceptuelle (Conc\_Correto\_A). Les caractéristiques qui reflètent une meilleure qualité de l'engagement des élèves (Engajam-Alto ; Engajam-Efetivo) impliquent également ces perspectives biologiques micro et sous-microscopiques et, par conséquent, contribuent au processus de conceptualisation scolaire de la photosynthèse.

### Graphe implicatif 15

Implications concernant les perspectives macro, micro et sous-microscopiques de la biologie



Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

La variable de contextualisation profonde (Context\_Profun) souffre d'une implication du point de vue sous-microscopique (Nivel\_Micro) et d'une implication du point de vue macroscopique

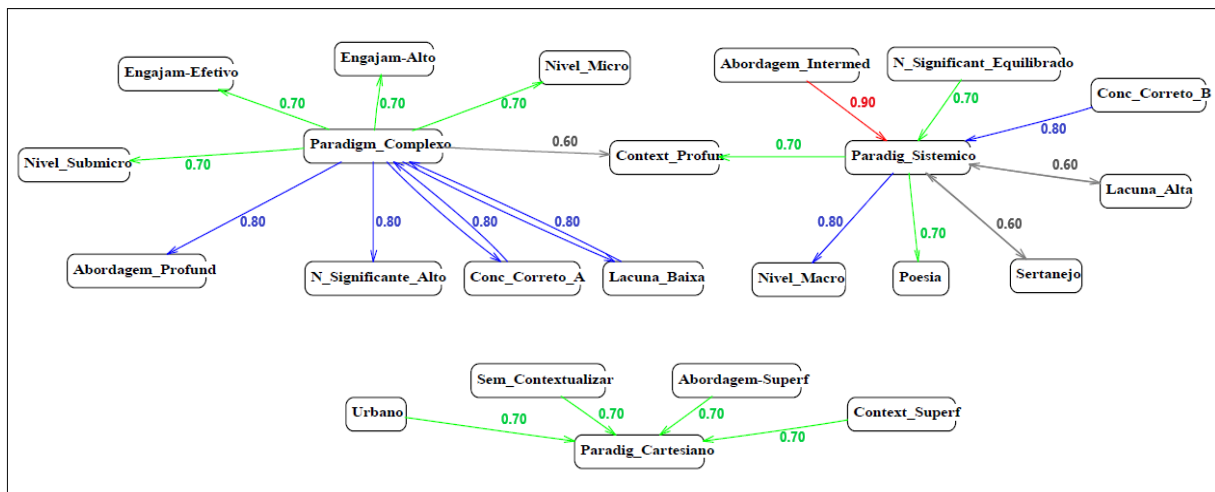
(Nivel\_Macro), en raison de concepts issus du domaine scientifique écologique, comme par exemple, « Lumière » (macro et microscopique) et « Énergie » (micro et sous-microscopique). Ces deux concepts présentent des significations différentes lorsqu'ils sont liés à d'autres champs conceptuels : « Lumière du Soleil », « Particule de Lumière », « Photons », « Lumière Absorbée », « Énergie Solaire », « Énergie Thermique », « Énergie Chimique ». Ainsi, il sert de lien entre les perspectives macro et sous-microscopiques. Ainsi, le concept d'énergie peut être un thème transversal pour la médiation de l'apprentissage de la biochimie qui, à son tour, peut relier les perspectives macro, micro et sous-microscopiques, aidant l'enseignant à partir du contexte de conceptualisation scientifique de l'élève.

Le processus de conceptualisation scientifique est structuré dans la pensée et sa matérialisation, dans la pratique, est due aux influences paradigmatiques de la science qui structurent la culture scolaire. Dans cette structuration, le paradigme cartésien répond avec une plus grande prévalence car c'est un paradigme en vigueur et accepté depuis de nombreuses années, ayant été la base de la structuration de l'école brésilienne (Behrens, 2015). En réfléchissant à la biochimie, qui est un domaine scientifique interdisciplinaire et complexe, nous pouvons identifier des caractéristiques liées à des influences paradigmatiques. Considérant que le cours « Sur la Route du Lait » a été planifié et proposé selon le paradigme de la complexité, dans lequel tant le dispositif asynchrone que les classes synchrones ont servi de médiateur à la construction d'une pensée complexe - tant du point de vue des connaissances scientifiques, en considérant les perspectives ou les niveaux de la biologie, du macroscopique au sous-microscopique et au domaine interdisciplinaire, que du point de vue des connaissances extrascolaires.

Ainsi, le Graphe implicatif 16 présente les relations d'implication des paradigmes scientifiques (cartésien, systémique et complexe) liées à l'engagement des élèves dans les activités asynchrones, le type de production savante choisi par l'élève pour expliquer la photosynthèse et les relations conceptuelles et, enfin, la structure de la pensée des élèves.

## Graphe implicatif 16

Implications concernant l'influence des paradigmes scientifiques sur la conceptualisation de la photosynthèse



Source : CHIC 7.0 (2014), adapté pour l'insertion de la des indices d'implications par le biais de Paint 3D®.

Le paradigme complexe (Paradigm\_Complexo) implique des processus de conceptualisation avec l'utilisation d'un plus grand nombre de signifiants (N\_Significante\_Alto), dans lesquels les concepts scientifiques sont abordés de manière plus approfondie (Abordagem\_Profund) et, par conséquent, il existe une relation avec la forte occurrence de concepts cohérents (Conc\_Correto\_A) et la faible occurrence de lacunes conceptuelles (Lacuna\_Baixa). En outre, le paradigme complexe implique des relations conceptuelles appartenant à des perspectives microscopiques (Nivel\_Micro) et sous-microscopiques (Nivel\_Submicro). Il requiert également un engagement asynchrone élevé (Engajam\_Alto) et une approche profonde du contenu scientifique (Abordagem\_Profund).

Les relations contextuelles profondes (Context\_Profun) sont des liens entre les relations d'implication entre les paradigmes complexe (Paradigm\_Complexo) et systémique (Paradigm\_Sistemico). Cela renforce la compréhension du potentiel de la culture extra-scolaire dans le processus de conceptualisation scientifique dans des perspectives d'enseignement et d'apprentissage non cartésiennes. Les relations entre les différents champs conceptuels et leurs perspectives macro, micro et sous-microscopiques doivent être basées sur des systèmes conceptuels issus de la culture extra-scolaire des élèves afin que, de cette manière, la culture scolaire prenne sens, favorisant la conceptualisation scientifique.

Le paradigme systémique (Paradig\_Sistemico) souffre des implications des approches conceptuelles intermédiaires (Abordagem\_Intermed) et du nombre de signifiants, également intermédiaire (N\_Significante\_Equilibrado). Caractéristiques implicatives qui expliquent les obstacles dans les relations entre les champs conceptuels distincts qui limitent la pensée, dans le processus conceptuel, à une dimension complexe, mais qui ne cesse pas de faire des interconnexions conceptuelles entre les différents champs.

La conceptualisation liée à la perspective paradigmatique systémique est caractérisée par une faible occurrence de concepts corrects (Conc\_Correto\_B) et un nombre plus élevé de lacunes conceptuelles (Lacuna\_Alta). Le paradigme systémique impliquait les productions poétiques (Poesia) et la culture *sertaneja* (Sertanejo), puisque les *sertanejos* étaient les principaux élèves qui optaient pour ce type textuel. Une relation implicative sert de base à une compréhension plus complète des caractéristiques du paradigme systémique : son implication dans la perspective macroscopique (Nivel\_Macro). L'explication de la photosynthèse basée sur ce qui peut être vu augmente le nombre de lacunes conceptuelles, car les niveaux microscopique et sous-microscopique - importants pour la conceptualisation de la biochimie - ne sont pas correctement pris en compte. Un tel facteur limite également la conceptualisation cohérente, réduisant son occurrence dans la production textuelle poétique.

Le paradigme cartésien (Paradig\_Cartesiano), à son tour, souffre de l'implication de la culture urbaine (Urbano) et des relations sur l'approches conceptuelles superficielles (Abordagem\_Superf) et contextuelles superficielles (Contexto\_Superf). L'une des possibilités de ce lien entre la structure paradigmatique cartésienne et la production d'élèves urbains est le simple objectif de l'accomplissement de la tâche, sans le processus de réflexion critique. Un autre facteur peut être la relation que la culture impose à la construction de la connaissance. Contrairement aux indigènes, aux *quilombolas* et *sertanejos*, les élèves urbains n'ont pas exposé les relations culturelles avec une plus grande appréciation de la connaissance quotidienne, en la mettant en relation avec la culture scolaire. Des caractéristiques qui peuvent être comprises dans les implications cartésiennes.

#### *12.2.1.3. Construction des concepts dans les activités synchrones*

Nous cherchons ici à présenter certains aspects des processus de conceptualisation spécifiques à l'activité synchrone, par le biais de cours en direct en visioconférence. Dans un premier temps, nous présenterons un extrait du dialogue sur le premier épisode du videobook « Photosynthèse », afin de pouvoir suivre un raisonnement analytique plus proche des

productions asynchrones sur le même thème. Ensuite, nous vérifierons la production finale, réalisée dans un moment synchrone, pour la comprendre comme une perspective matérialisée de l'objectif du cours « Sur la Route du Lait », c'est-à-dire comme une proposition basée sur l'interculturalité et la complexité pour la construction de concepts en biochimie.

Nous présentons une séquence de tableaux avec quelques extraits de dialogues entre les élèves et l'enseignant qui a médié la construction de la connaissance sur la photosynthèse liée au lait. Les transcriptions, bien que séparées dans des cadres différents, traitent de la même discussion, mais dans des leçons synchrones différentes, données aux élèves en tant que remplacement de classe. Il s'agissait de la deuxième leçon et, par conséquent, les élèves avaient déjà été exposés à la première leçon médiatisée de manière synchrone et, également, à une douzaine de contenus : textes, images, vidéos et animations disponibles de manière asynchrone sur la plateforme Miro® « Sur la Route du Lait ». Les présentations synchrones et asynchrones étaient diversifiées en situations et en champs conceptuels, avec le lait comme thème transversal. Le Tableau 17 présente les discussions concernant dans l'enregistrement du cours synchrone pour visioconférence intitulé « 3<sup>ème</sup> Marche Sur la Route du Lait ».

**Tableau 17**

Dialogues sur le videobook « Sur la Route du Lait - 1<sup>ère</sup> épisode : la photosynthèse ».

<b>Temps</b>	<b>Individu</b>	<b>Paroles</b>
01:04:31	RIT1	D'après ce que j'ai compris de la vidéo, c'est l'ensemble du processus de nutrition des plantes qui interfère avec la production de lait. Corrigez-moi si je me trompe.
01:06:56	RS4	J'ai trouvé cela assez intéressant, car nous avons vu que dans nos cours d'Agriculture et l'Élevage, l'accent était mis sur la production. La nourriture que l'animal consommait était très liée à la productivité, alors que nous en parlons beaucoup dans la question de la zootechnie. Comme l'a dit RIT1, nous voyons que le problème est davantage axé sur la qualité de la nourriture qu'il consomme. Parce que de la même manière que la vache produit du lait de façon naturelle, non ? C'est un moyen naturel de produire du lait pour nourrir le veau. Et de la même manière que les plantes, leur manière naturelle n'est pas de produire pour les animaux, mais pour leur propre développement. Mais ils finissent par servir les animaux eux-mêmes. C'est très intéressant ! C'est là qu'intervient la question de l'intervention humaine, dans la question de l'amélioration des pâturages, la question de la fertilisation et de l'irrigation pour nourrir cette plante, afin qu'elle puisse produire sa propre nourriture et par conséquent nourrir les animaux.



01:09:32	RS4	Je pense que sur la question de la photosynthèse, si nous comprenons la photosynthèse d'une plante, le processus par lequel elle passe, cela peut même être lié à l'irrigation et à la fertilisation d'une plante. Et par conséquent, la plante aura une teneur plus élevée en protéines et en glucides, ce qui se reflétera dans la production de l'animal.
01:10:50	RIA2	Si la paille... la feuille d'herbe, a une plus grande surface de contact, cela augmentera-t-il la photosynthèse ?
01:11:02	Enseignant	Imaginez le RIA2 suivant : voici mes mains, tout le monde sait que j'ai été amputé de trois doigts à la main droite. Imaginez que je touche avec ma main gauche la tête de RS5 et avec ma main droite la tête de RU4. Lequel des deux aura le plus de contact avec moi ?
01:11:58	RIA2	RS5 en raison du plus grand nombre de doigts.
01:12:01	Enseignant	Cela répond-il à votre question sur l'influence de la surface de contact sur la photosynthèse ?
01:12:13	RIA2	Oui. La photosynthèse va augmenter.
01:49:36	RIA2	En ce qui concerne l'herbe coupée pourpre et les autres plantes dont les feuilles sont de couleur autre que verte, réalisent-elles la photosynthèse de la même manière que les plantes à feuilles vertes ?
01:55:41	Enseignant	<p>Ce qui se passe quand on a une plante, par exemple, l'herbe pourpre éléphant, c'est qu'elle a une protéine, qu'on appelle protéine pigmentaire, qui est une protéine qui reflète une pigmentation, une couleur, c'est un pigment qui va donner une couleur à la plante.</p> <p>Lorsque nous regardons une plante et que nous la voyons verte, c'est parce que cette plante est riche en protéine de pigment vert, qui reflète les rayons de la lumière en une couleur verte et c'est pourquoi elle nous apparaît verte.</p> <p>Nous appelons cette protéine verte la chlorophylle !</p> <p>Lorsqu'une plante est, par exemple, de couleur violette ou rougeâtre, elle est riche en un autre type de protéine pigmentaire appelée phycobiline.</p> <p>Lorsque vous regardez la pomme de terre, qui est riche en amidon, qui est blanche parce qu'elle possède une protéine qui reflète cette couleur et qui s'appelle leucoplaste.</p> <p>Chaque protéine pigmentaire aura un nom différent car sa composition change.</p> <p>Et ensuite, répondons, plus précisément à la RIA2, « <i>fait-elle le même processus photosynthétique ?</i> ». Oui, c'est vrai ! Il fait la même chose, RIA2 ! Car il remplace le pigment chlorophylle par un pigment rougeâtre. Ainsi, un pigment rouge, par exemple, ne va pas capter une gamme plus large de rayons. Parce que la chlorophylle... parce que la plupart des plantes sont vertes, parce que la chlorophylle peut capter une plus grande part des rayons de la lumière solaire. Parce que la lumière du soleil est composée d'une diversité de rayons. Chaque rayon reflète une couleur différente. Les couleurs de l'arc-en-ciel, il y a sept couleurs... donc chaque rayon reflète une couleur différente, mais la couleur verte peut capturer une plus grande gamme de rayons. Donc il capture</p>

		les rayons jaunes, bleus, verts... mais le pigment rouge ne captera que les rayons rouges et lilas. L'utilisation de cette lumière est donc limitée, mais le processus de photosynthèse est le même que celui présenté dans le videobook.
02:08:57	RS4	En sortant du contexte que vous présentez aujourd'hui, nous voyons une grande importance des plantes dans la question environnementale, n'est-ce pas ? Dans cette partie où ils inspirent le CO <sub>2</sub> et expirent l'oxygène. C'est donc très important, car nous voyons la question de la préservation, n'est-ce pas ? Outre l'ombre, le décompactage du sol, la plante apporte une fonction supplémentaire que nous finissons toujours par oublier dans notre vie quotidienne.
02:10:00	RS4	L'ombre est importante pour lutter contre le stress thermique. L'énergie qu'elle utiliserait pour produire du lait, elle ( <i>la vache</i> ) l'utilisera pour contrôler sa température corporelle.

Source : auteur.

Dans ces discours, on peut percevoir que l'élève établit des relations entre la photosynthèse et les questions agricoles liées à la recherche d'une plus grande productivité. Certaines relations perçues avec l'exposition du sujet à travers de la vidéo comme RIT1, même avec une compréhension peu sûre, étaient claires dans le premier discours.

Le RS4 établit déjà des relations directes entre la photosynthèse et la production agricole, notamment lorsqu'il met en relation l'importance de la culture fourragère avec le traitement agronomique du fourrage pour augmenter la production de biomolécules telles que les protéines et les carbohydrates par les plantes et, par conséquent, augmenter la production de l'animal herbivore. Dans cette relation, l'élève tient compte de l'écologie en réfléchissant à la finalité de la photosynthèse pour la plante et non pour l'animal qui la consomme, mais qui en a besoin pour produire du lait et allaiter sa progéniture. Dans un autre passage, RS4 va plus loin dans l'utilisation de la systématisation écologique lorsqu'il met en relation la plante (en considérant la photosynthèse) avec la consommation de dioxyde de carbone et la production d'oxygène et, également, avec les conditions environnementales concernant le confort thermique des animaux, en offrant de l'ombre et le rôle que le pâturage (ou les plantes) joue dans la décompactation du sol. Il existe une relation entre ces points et le concept de préservation de l'environnement, qui constitue le champ conceptuel de l'écologie.

Dans ces considérations, l'élève RS4 fait allusion aux arbres qui sont importants dans un système de production extensive, en contribuant au confort thermique des vaches par la fourniture d'ombre. L'élève établit un lien avec la compréhension macroscopique du

métabolisme de l'organisme afin de réaliser l'homéostasie ou le contrôle thermique de l'organisme, ce qui est une compréhension macroscopique de la biochimie. L'élève établit des relations d'ordre du paradigme systémique mettant en relation des concepts zootechniques, agronomiques, biologiques, écologiques et biochimiques.

Avec l'élève RIA2, nous avons observé une autre relation qu'il a fait sur la conceptualisation de la photosynthèse : les Mathématiques et la Physique dans le domaine de la géométrie spatiale appliquée à la photosynthèse, lorsqu'il met en relation la surface de contact de la feuille avec la lumière du soleil et la capacité de photosynthèse. Il traite le sujet selon des signifiants quotidiens, comme « paille » qui signifie pour l'élève la « feuille d'herbe », lorsque l'élève fait lui-même l'explication du terme dans le discours.

A un autre moment, RIA2 fait un questionnement basé sur l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum* Schum.<sup>55</sup>), commune dans les zones inondables et près des barrages dans les petites propriétés à la campagne et qui, probablement, fait partie du contexte de l'élève indigène. Ce fait est utilisé comme exemple pour remettre en question le processus de photosynthèse en raison de la coloration violette que la plante présente dans ses feuilles. L'explication de cette question ne se limite pas à l'explication biochimique du type de protéine pigmentaire, ni à la réponse simpliste selon laquelle le processus de photosynthèse se produira également, mais se résume à la tentative d'explication des rayons lumineux à partir du domaine conceptuel de la physique optique.

Les chlorophylles ont deux bandes d'absorption, une dans le rouge (grande longueur d'onde) et une dans le bleu (courte longueur d'onde). La phycoérythrine absorbe la lumière bleue et verte, tandis que la phycocyanine absorbe la lumière jaune. Ensemble, ces pigments absorbent la majeure partie de la lumière visible du spectre solaire (Voet, Voet & Pratt, 2002, p. 533).

Avec toutes les limites que l'enseignant a présentées concernant le domaine conceptuel de la physique optique lorsqu'il a cherché à expliquer la relation entre les couleurs des plantes et la

---

<sup>55</sup> D'après Gonzalez (1985), l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum* Schum.) est une espèce de graminée cespiteuse à longues feuilles lancéolées (comme la feuille de la canne à sucre, qui est aussi une graminée) d'origine africaine dans la région du Togo et introduite au Brésil dans les années 1970. Bien que très exigeante en eau, non adaptée à la région semi-aride, l'herbe à éléphant est répandue dans les petites propriétés qui disposent d'un certain type de ressource en eau, comme les étangs, les plaines inondables et les régions bordant le fleuve São Francisco, pour sa croissance rapide destinée à l'alimentation animale. Parmi ses différents types de cultivars, nous pouvons souligner la variété violette qui se distingue des autres qui sont vertes.

photosynthèse, il convient de noter la recherche d'une approche non traditionnelle du contenu biochimique qui isole la biochimie dans des perspectives micro et sous-microscopiques. Les leçons et les productions d'élèves elles-mêmes traitant de la photosynthèse ne sont pas liées aux autres contenus biochimiques, tels que la biochimie du lait.

Dans le Tableau 18, nous suivons quelques discussions des élèves RQ et RU2 dans une leçon de remplacement de la même leçon sur la photosynthèse. Dans ces extraits, nous pouvons vérifier que les élèves apprécient le videobook comme un outil important pour l'apprentissage de la biochimie. Ces opinions renforcent notre point de vue selon lequel la complexité du contenu biochimique traditionnel exige un haut degré d'abstraction lors de l'apprentissage de concepts et de phénomènes situés en dehors de notre champ de vision. La complexité de la réalité composée de divers contextes scolaires et extra-scolaires - naturellement interdisciplinaires et transdisciplinaires - exige également d'autres modes de représentation de différents champs conceptuels et la matérialisation du langage qui ne se limite pas au texte.

**Tableau 18**

Dialogues sur le videobook « Sur la Route du Lait - Partie 1 : Photosynthèse » dans la première leçon

TEMPS	ÉLÈVE	PAROLES
00:18:56	RQ	J'ai trouvé la vidéo très intéressante. J'ai un peu compris que l'énergie lumineuse passe par un processus chimique, non ? Pour réaliser la photosynthèse. Une question m'est restée en suspens : comment l'absorption des nutriments par la vache se fait-elle, comment ces nutriments sont-ils reçus par les plantes ? À quoi ressemblerait ce processus ?
00:19:09	Enseignant	En effet, l'énergie lumineuse, qui est un élément physique, influence le processus chimique de la photosynthèse, RQ. Quant à vos questions, elles seront présentées dans les prochains épisodes du videobook. Le deuxième épisode traitera de la digestion et le troisième de l'absorption des nutriments. Tout comme dans ce videobook vous avez voyagé à l'intérieur des plantes et des cellules végétales, dans les prochains épisodes vous voyagerez à l'intérieur de la vache.
00:22:34	RQ	J'ai trouvé la vidéo très schématique. L'explication est très détaillée. Et il y a la question de la partie visuelle. Parler de biochimie est difficile pour nous d'imaginer, alors... comment seraient ces réactions. Vous mettez là, tout très détaillé, quel est le processus qui se produit. Et les électrons qui sont transférés d'une molécule à l'autre... donc visualiser ce processus est meilleur pour comprendre le sujet.
00:24:03	RU2	J'aurais aimé regarder les autres classes. Cela aurait beaucoup aidé à comprendre le contenu.

Source : auteur.

Il convient de souligner l'intérêt manifesté par RQ sur un sujet qui fera encore l'objet d'une présentation dans le deuxième et le troisième épisode du videobook. Cela en dit long sur l'objectif de présentation en série de cet outil de soutien didactique dans la perspective de l'enseignement numérique. Le contenu est présenté de manière complexe, en commençant par les signifiants de la perspective macroscopique, puis en passant par le microscopique ou la cellule jusqu'au sous-microscopique ou la molécule, avec suffisamment de récursivité pour relier un champ conceptuel à d'autres, une perspective à d'autres, et une trame narrative à une autre, à la fois dans et entre les épisodes.

Les deux élèves, RQ et RU2, abordent l'importance de la vidéo pour l'apprentissage de la biochimie, ce que nous mettons en évidence lorsque RQ commente « Le simple fait de parler de biochimie est difficile à imaginer pour nous(...) », ou le souhait de RU2 d'avoir regardé la vidéo dans d'autres classes car « cela aiderait beaucoup à comprendre ».

La complexité (Morin, 2003) en tant que paradigme de la pensée est aussi un paradigme de la pratique et, surtout, elle se constitue dans le champ linguistique de la représentation sémiotique qui forme le processus cognitif. Aikenhead (1996, 1997) a plaidé pour la prise en compte des représentations culturelles afin de promouvoir le franchissement des frontières culturelles, non seulement entre les cultures indigènes et scolaires, mais aussi entre les sous-cultures qui constituent les cultures indigènes canadiennes et les sous-cultures relevant de la culture scolaire.

De même, Vergnaud (1990) présente la théorie des champs conceptuels pour percevoir que les concepts des mathématiques s'intègrent à d'autres concepts de la vie quotidienne, tels que ceux liés au monde du travail, après son expérience dans l'enseignement professionnel, constituant une perspective complexe ou non cartésienne. Par la suite, Acioly-Régnier (1994, 2019) prend appui sur les champs conceptuels pour souligner les différentes constitutions culturelles qui émergent dans la conceptualisation de l'école et qui, traditionnellement, ne sont pas prises en compte.

À son tour, Roxane Rojo (2017) met en évidence le multilittératie comme un élément très important pour la société moderne, en considérant non seulement les sémiotiques textuelles, imagées et cinématographiques ou animées, mais aussi les littératies numériques que notre proposition a supposées comme un point clé pour la prise en compte de la complexité de la réalité scolaire multiculturelle et interdisciplinaire.

Dans une autre leçon de remplacement de la même leçon, appliquée à l'élève indigène *Atikum* RIA1, nous soulignons les discours exposés dans le Tableau 19 qui renforcent les points de vue

concernant la facilité de compréhension des processus biochimiques photosynthétiques dont les élèves, RQ et RU2, avaient déjà parlé et la vision holistique comme élément culturel indigène.

**Tableau 19**

Parle du videobook « Sur la Route du Lait - Partie 1 : Photosynthèse » dans la deuxième leçon.

TEMPS	ÉLÈVE	PAROLES
01:57:59	RIA1	Très intéressant ! Nous voyons des choses que nous n'aurions jamais imaginées. Super détaillé... on peut même voir les parties sous-microscopiques. Donc, vous savez... La vie est une chose très intéressante, une chose extraordinaire, que des choses se passent en nous, en tous les êtres vivants, n'est-ce pas ?
01:58:45	RIA1	La vidéo a contribué parce qu'elle est plus détaillée. Car tout ce que nous voyons habituellement en classe est très vague, ce qui laisse beaucoup à désirer. Nous essayons d'imaginer pourquoi et nous devons aller au-delà de ce qui a déjà été enseigné, non ?
02:29:41	RIA1	Nous avons vu la biologie, la chimie... dans d'autres parties la physique, la physiologie, tout ! Nous avons vu différentes parties de la science, non ? Que tout est interconnecté. Nous, <i>Atikum</i> , pensons que tout est interconnecté, où chaque action a une réaction.

Source : auteur.

Dans le premier discours de RIA1, il est possible de percevoir la compréhension des phénomènes biochimiques de la manière suivante : avec enthousiasme « Très intéressant ! » ; avec surprise « Nous voyons des choses que nous n'avions jamais imaginées. » ; avec le positionnement de la perspective moléculaire « nous voyons même les parties sous-microscopiques ». L'élève présente une relation d'enchantement avec le videobook lié à la perspective de sa vie, exprimant une appréciation non perçue dans le discours des autres élèves. Il existe une compréhension holistique interdisciplinaire de la culture scolaire avec les perspectives extra-scolaires de l'*Atikum*, notamment à travers la compréhension d'une connectivité qui régit la vie. Cette philosophie est propre aux peuples indigènes et renvoie à une autre complexité : caractéristique de la philosophie indigène, dans laquelle nous pouvons ici citer Ailton Krenak (1992),

C'est un chemin que nous ne pouvons emprunter qu'au sein de la tradition et apprendre qu'au-delà de notre connaissance restreinte de telle ou telle chose, nous avançons vers une perception intégrale, que tout est lié, que les choses qui ont une existence physique ont toutes été fondées à partir de la parole qui a ordonné la

création du monde, que lorsque nous racontons les vieilles histoires, nous créons le monde à nouveau, nous purifions le monde (p. 204).

Avec l'appréciation des discours des élèves dans le moment asynchrone, nous percevons que l'interculturalité s'exprime à travers trois processus : (1) la didactique de l'enseignant centrée dans la perspective d'une interculturalité démocratique et dialogique ; (2) la médiation du vidéo-livre comme outil didactique-pédagogique pour soutenir l'enseignement ; (3) la participation des élèves dans l'interaction avec l'enseignant.

Grâce aux présentations didactiques faites par l'enseignant, il est possible de construire des relations de contenus scientifiques de manière interdisciplinaire et interculturelle. Cela permet à la fois la conceptualisation, en tant que processus de construction de connaissances à partir du cadre conceptuel dont dispose déjà l'élève, et l'encouragement à participer au moment asynchrone.

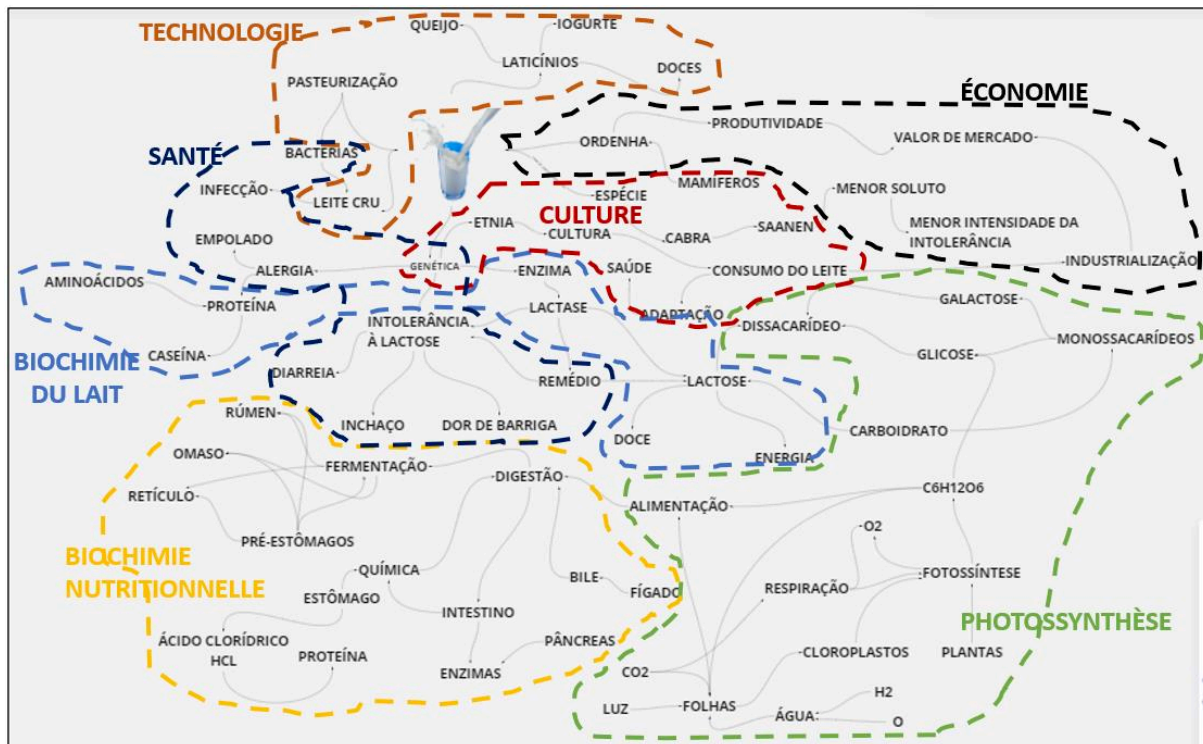
Le videobook contribue à la médiation intégrée des signifiants et des signifiés de différents champs conceptuels difficiles à abstraire, en permettant la représentation des symboles qui caractérisent les perspectives microscopiques et sous-microscopiques des sous-cultures scientifiques logées dans la culture scolaire.

Les réponses des élèves étaient basées sur ce qu'ils avaient compris de la photosynthèse après avoir regardé le videobook. En considérant ce qu'ils ont compris, ils apportent leurs visions du contenu scientifique, mais ancrées dans les réalités extrascolaires qui leur sont propres. Dans tout ce processus, l'action de l'enseignant est déterminante pour la mise en place d'un enseignement interculturel, car c'est à lui que revient la sensibilité de percevoir les différences culturelles et, par conséquent, de planifier des matériaux didactiques destinés à son groupe multiculturel et de considérer efficacement les élèves de manière démocratique et équitable dans la classe.

Pour conclure, nous présentons, dans la Figure 15, le schéma conceptuel basé sur la question « Le lait est-il mauvais pour la santé ? ». Le cadre conceptuel a été construit collectivement avec la participation de seulement quatre élèves : un urbain, deux *sertanejos* et un indigène (RU1, RS4, RS5 et RIA2).

## Figure 15

Activité finale collective du cours « Sur la Route du Lait ».



Source : Miro® avec des adaptations faites à partir de PowerPoint 365® et Paint 3D®.

Le schéma conceptuel construit collectivement est constitué de sept champs scientifiques pour répondre à la question de savoir si le lait est nocif ou non. Nous avons identifié la prise en compte de trois champs conceptuels de la biochimie : la biochimie du lait, la biochimie nutritionnelle liée à l'anatomie et à la physiologie de la nutrition, et la photosynthèse. En plus d'autres champs conceptuels distincts liés à la particularité culturelle des élèves : le champ conceptuel lié à l'économie agricole et d'élevage, apporté par l'élève *sertanejo* RS4 qui est le fils de petits producteurs ruraux ; le champ conceptuel ethnoculturel et productif, puisque les productions agricoles et d'élevage préservent également des aspects d'identification culturelle ; le champ conceptuel de la santé, lorsqu'ils ont essayé d'expliquer les symptômes et autres aspects liés aux problèmes de santé causés par le lait et ses sous-produits ; et le champ conceptuel de la technologie du lait, dans lequel différents produits laitiers ont été considérés.

Le schéma conceptuel produit se présente de manière complexe, interdisciplinaire et interculturelle, comme une production collective entre élèves de différentes cultures. En plus de tous les autres résultats analysés dans cette étape de la recherche, cette production finale représente l'accomplissement de l'objectif du cours, qui est « d'établir la construction de



*concepts scientifiques en biochimie d'une manière complexe, décoloniale, interculturelle et interdisciplinaire à travers la modalité d'enseignement numérique ».*

Vergnaud (2010) définit la conceptualisation comme « l'identification des objets, de leurs propriétés et de leurs relations », ce qui renforce la considération des productions, telles que les schémas conceptuels, comme l'une des plus appropriées pour la compréhension de l'apprentissage, précisément parce qu'elles incluent les caractéristiques du processus d'apprentissage énumérées par l'auteur.

Le schéma conceptuel final représente non seulement la conceptualisation elle-même, mais aussi le processus de construction ou de transformation de la connaissance. Pour cette transformation de la connaissance - selon Vergnaud (2010) pour étudier la connaissance - il faut étudier son développement ; pour étudier la connaissance, il faut même essayer de transformer la connaissance. Cela signifie que l'étude de la connaissance ne doit pas être contenue dans le sujet étudié, mais aussi dans le sujet qui étudie.

En tant que chercheur-participant, la réflexion pour la compréhension des connaissances devrait également être interne, d'un point de vue métacognitif, dans lequel l'autoréflexion sur ses propres connaissances et pratiques contribuera à la médiation de la conceptualisation, mais subira également des transformations dans la conceptualisation impliquée dans la pratique d'enseignement.

La représentation ne peut pas être fonctionnelle si elle ne joue pas son rôle de régulation de l'action et des attentes du sujet (Vergnaud, 1985). Dans ce cas, l'attente du sujet peut être bien expliquée avec le contexte de vie et la culture du sujet, car si la représentation n'a pas de sens pour l'élève, c'est parce qu'elle n'est pas soutenue dans les situations et les systèmes conceptuels de son propre contexte de vie. Il sera « fonctionnel ». C'est ainsi que les contrôles de conceptualisation en biochimie sont constitués (lacunes conceptuelles, erreurs et conceptualisation cohérente), ils représentent ce qui peut ne pas avoir de sens par rapport aux attentes du sujet.

Dans la littérature, la difficulté de conceptualisation de la photosynthèse est bien rapportée par Wandersee (1983), dans une recherche appliquée à des élèves en transition entre l'école primaire inférieure et l'école primaire supérieure (de l'élémentaire au collège), l'auteur a constaté que de nombreux élèves ignorent la fonction de la feuille, lui attribuant la capacité de capter de l'eau. Dans les années 80, certains auteurs signalaient déjà l'incapacité des élèves à mettre en relation la photosynthèse avec d'autres phénomènes physiques, chimiques et

biologiques, tels que la respiration de la plante et l'absorption d'eau (Roth, 1985 ; Bell, 1984) ; ou encore que les connaissances antérieures sur la photosynthèse - de l'ordre du bon sens - et leurs incompréhensions sont bien ancrées dans la structure cognitive des élèves, ce qui les empêche de construire des connaissances (Pines & West, 1986).

Lucas (1993) a fait un essai théorique pour défendre une méthode d'enseignement de la biologie de manière complexe qui intégrerait la physique, la chimie et les mathématiques, dans lequel il se positionne spécifiquement sur la photosynthèse. L'auteur critique l'enseignement compartimenté en l'attribuant comme l'un des responsables des erreurs conceptuelles et des malentendus sur le sujet. L'auteur définit la photosynthèse comme un sujet biologique complexe qui comprend de nombreux aspects conceptuels et déclare que « par commodité, nous avons pris en considération les aspects liés à l'écologie, à la biochimie, à l'anatomie et à la physiologie et à l'échange d'énergie » (Lucas, 1993, p. 109). Peut-être, dans ce travail, avons-nous un essai pratique de la proposition de Lucas (1993), après tout, la photosynthèse a été liée à la biochimie du lait, sans laisser inévidés d'autres champs conceptuels essentiellement importants.

Lumpe et Staver (1995) ont vérifié les difficultés d'apprentissage. Ils soulignent que la relation que les élèves établissent entre la photosynthèse et la nourriture est l'un des points d'erreurs et de malentendus sur la photosynthèse, lorsqu'ils ne peuvent pas expliquer, par exemple, comment ils produisent leur propre nourriture à partir de minéraux et d'eau dans le sol, de dioxyde de carbone et de lumière solaire. Il y a dans cet exemple, un écart conceptuel que Vergnaud (2000) a identifié son occurrence entre le sens et le signifiant de la langue, parce que la perspective de l'invariant opératoire « nourriture » a un sens différent de « nourriture de l'être autotrophe » ou de « propre nourriture ». Sans la construction d'une nouvelle connaissance sur le concept d'aliment, la conception antérieure des élèves contribuera à des lacunes et à des malentendus conceptuels.

Souza et Almeida (2002) ont constaté que les élèves du primaire reconnaissent l'importance des plantes en tant que productrices d'oxygène et de nourriture, mais confondent les significations et les concepts liés à la photosynthèse. Les auteurs abordent la polysémie du terme « photosynthèse » comme un premier obstacle et identifient les différentes significations que le concept a pour certains élèves, comme être utilisé comme synonyme de reproduction, d'énergie, de respiration, de pigmentation des plantes, de transformation et, enfin, de nourriture. Nous percevons, ici, un amalgame des problèmes discutés et retrouvés dans nos résultats qui, une fois de plus, valorise notre perception que les concepts microscopiques et sous-microscopiques de

la photosynthèse sont enseignés de manière étanche, puisqu'il s'agit de phénomènes dynamiques et déconnectés de la réalité complexe.

Dans une intéressante étude théorico-bibliographique de Melillán et al. (2006), une enquête a été menée sur les études relatives aux conceptions théoriques de la photosynthèse des élèves de l'enseignement primaire, secondaire et supérieur dans dix pays (Argentine, Brésil, Espagne, États-Unis, France, Israël, Nouvelle-Zélande, Portugal, Royaume-Uni et Turquie). Ils ont vérifié les conditions standardisées des conceptions alternatives sur la photosynthèse, ainsi que la permanence éventuelle de ces conceptions tout au long de la scolarité.

Bien que les auteurs n'abordent pas directement les questions paradigmatiques, puisqu'ils utilisent des termes tels que « enseignement traditionnel », « formation déficiente des enseignants », « matériel pédagogique traditionnel », « influences négatives du contexte socioculturel quotidien », « difficultés à décrire les phénomènes biologiques en termes chimiques », « difficultés dans le domaine conceptuel », « considération de l'homme comme centre de la création », « erreurs et planification inadéquate des manuels scolaires », « utilisation de plusieurs termes pour un même concept - respiration interne, respiration externe, respiration cellulaire, respiration aérobie... », « résumés », « propositions très traditionnelles pour l'enseignement et l'apprentissage », entre autres, nous pouvons voir qu'une partie de la critique est construite sur le paradigme scientifique cartésien, du point de vue de la pratique et de la pensée.

Les structures de la formation des enseignants, les programmes scolaires, les matériels et manuels, les représentations et les approches sont essentiellement cartésiennes. En tant qu'éléments de la formation pédagogique, ils établissent la structure cartésienne au niveau de la pensée. Melillán et al. (2006) ont constaté que les concepts alternatifs de la photosynthèse appris à l'école primaire sont non seulement maintenus, mais aussi approfondis au lycée et au collège ; cependant, ils ne mentionnent pas une critique dirigée vers le réductionnisme paradigmatique de la structure éducative qui se répercute dans la formation philosophique des élèves, renforçant les incompréhensions de concepts et de processus complexes. Almeida (2005) avait déjà attiré l'attention sur les discours des élèves sur la photosynthèse qui, pour l'auteur, indiquaient la persistance d'explications standardisées et superficielles, depuis l'école primaire.

Harres et al. (2006) ont défendu l'importance de considérer les connaissances préalables sur la photosynthèse avant d'introduire le sujet, mais d'autres auteurs placent les conceptions préalables - appelées aussi par eux conceptions alternatives - comme éléments responsables de

l'incompréhension et des lacunes conceptuelles sur la photosynthèse (Pines & West, 1986 ; Lumpe & Staver, 1995 ; Souza & Almeida, 2002 ; Melillán et al., 2006).

Zompero et Laburú (2014) ont travaillé les significations de la photosynthèse à travers la représentation multimodale, sans se limiter au texte, mais en l'associant avec des figures schématiques et des activités expérimentales d'investigation et, par conséquent, ils préconisent l'amélioration du processus de conceptualisation sur la photosynthèse, après l'étude multimodale par la diversité représentationnelle du concept photosynthétique. Ces résultats corroborent notre étude, en fournissant un processus d'enseignement et d'apprentissage basé sur la multimodalité et le multi-apprentissage textuel, imagé, schématique, vidéographique, animé et numérique élargissant la capacité de conceptualisation à travers l'expansion des situations, des invariants opératoires et des signifians.

D'autres études plus récentes (Tauceda & Del Pino, 2016 ; Carvalho, Mendonça & Lima, 2017 ; Paéz et al. 2020 ; Campo & Almeida, 2021 ; Oliveira et al. 2022) ont montré que le souci de développer l'enseignement et l'apprentissage de la photosynthèse reste un défi. Parmi ces auteurs, nous soulignons dans cette discussion Tauceda et Del Pino (2016) qui ont analysé l'apprentissage de lycéens sur la photosynthèse, selon la théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud (1990) et ont constaté que la conceptualisation n'avait pas lieu et ont justifié que « les situations utilisées dans les cours ne faisaient pas référence aux éléments conceptuels pertinents des structures cognitives des élèves ». Dans l'article, nous avons vérifié que l'obstacle à la conceptualisation se produisait dans la perspective microscopique et macroscopique, étant, exactement, ce que les auteurs caractérisent comme les situations didactiques qui ne font pas référence aux éléments conceptuels antérieurs des élèves, résultant, ainsi, dans l'absence d'invariants opératoires dans les réponses sur la photosynthèse.

Oliveira et al. (2022) ont exploré l'interdisciplinarité de la photosynthèse, cependant - même avec la diversité thématique avec laquelle la photosynthèse était liée et identifiée par les élèves - ils se sont limités à la perspective macroscopique, lorsqu'ils ont proposé la construction de connaissances reliant des expériences scientifiques sur la germination, et la croissance du maïs dans des conditions contrôlées de température, d'eau et de lumière, avec la photosynthèse et le contexte de la vie agraire de la région de la ville de Lajeado dans l'État brésilien de Rio Grande do Sul.

Après tout ce qui précède, nous soutenons que notre proposition de construction conceptuelle, qui est basée sur la complexité, s'aligne sur la théorie des champs conceptuels, puisque la

didactique est appliquée à un contexte de situations différentes, visant des conceptualisations centrées sur la biochimie caractérisée en interculturalité, interdisciplinarité et pratique contextuelle.

Nous avons observé que le dispositif « Sur la Route du Lait » et tout le matériel de soutien - comme le videobook et les problématisations animées et contextualisées associées aux classes synchrones - ont exposé les élèves à différentes situations qui exposent les schémas et leurs ensembles d'invariants opératoires, de signifiants, signifiés et de significations, contribuant ainsi à la conceptualisation à partir des diverses cultures qui sont considérées et valorisées.

En outre, nous remarquons que la liberté de la production scolaire est influencée par la culture, comme les *sertanejos* qui tendent à la production écrite poétique, propre aux traditions du *repente* et *aboio* utilisées pour chanter la vie. Les productions qui intègrent texte et images offrent une plus grande possibilité de conceptualisation, principalement aux niveaux micro et sous-microscopiques, ce qui favorise l'apprentissage de la biochimie, par exemple la photosynthèse.

La structure de la pensée et la manière dont les élèves se réfèrent au contenu présenté dans le videobook révèlent qu'ils cherchent un soutien dans leurs connaissances antérieures, qui sont composées de connaissances scientifiques acquises à l'école et de connaissances culturelles issues de contextes extrascolaires. Ainsi, les *sertanejos* cherchent à comprendre la photosynthèse en établissant des liens avec l'environnement agricole productif de l'arrière-pays de Pernambuco ; ou encore, la relation holistique faite par l'indigène *Atikum* lors de la visualisation des phénomènes microscopiques et sous-microscopiques qui se produisent dans les cellules végétales ou, encore, la valorisation des images et des animations faite par l'élève *quilombola* en la reliant à la difficulté d'apprendre la biochimie dans les classes traditionnelles, dans lesquelles l'oralité et le texte sont valorisés, rendant difficile l'abstraction pour représenter mentalement les phénomènes non-visuels.

La culture extra-scolaire répond directement à la construction des connaissances en biochimie, mais avec une dominance de la perspective macroscopique, donnant à l'enseignant la responsabilité de promouvoir le franchissement des frontières culturelles entre les champs conceptuels de la perspective macroscopique avec les autres. A ce stade, la multimodalité et le multilinguisme sont essentiels à la conceptualisation de domaines biochimiques dont les champs conceptuels sont peu structurés comme les niveaux cellulaire et moléculaire.

La photosynthèse relève du paradigme systémique et complexe lorsqu'elle est liée au domaine scientifique de l'écologie au niveau macroscopique qui est bien structuré mentalement.

Permettre ce réseau de relations à des niveaux peu structurés reste un défi pour les enseignants et les écoles.

La conceptualisation en biochimie doit rompre avec les limites du paradigme cartésien, l'enseignement biochimique séparé et réduit en soi empêche de percevoir que ce champ conceptuel n'est pas seulement constitué de concepts statiques et matériels, mais aussi de concepts phénoménologiques divers et dynamiques qui intègrent ses constituants matériels, tels que les cellules, les organelles, les molécules, les atomes et les unités subatomiques comme les électrons. La biochimie a besoin d'un nouveau curriculum basé sur la complexité, soucieux de mieux structurer les invariants opératoires, les signifiants et les significations des processus qui la constituent. La biochimie a besoin d'une nouvelle façon de penser et d'être pratiquée, guidée par le paradigme de la complexité pour contribuer à la conceptualisation scientifique.

Enfin, la pandémie de Covid-19 a été un problème constant dans l'exécution de l'étude, depuis le changement dans la planification de l'intervention, en passant par le processus de création, jusqu'à l'application qui a compromis le bon déroulement du calendrier et l'application de l'intervention. Cependant, à tout moment, ce scénario a été considéré - par nous - comme une opportunité d'étude et d'innovation pour le développement de la science dans l'éducation, en particulier dans les domaines de l'enseignement des sciences et de l'éducation scientifique. L'enseignement à distance, utilisé au Brésil, ne nous permettrait pas une recherche qui appliquerait des principes théoriques essentiels, tels que la complexité, l'interculturalité et la rupture avec l'enseignement traditionnel appliqué par visioconférence.

Les ponts interculturels entre les cultures scolaires et extra-scolaires sont possibles dans les processus d'enseignement et d'apprentissage dans une perspective interculturelle et complexe, lorsque les particularités culturelles sont prises en compte dans les plans didactiques-pédagogiques qui promeuvent la démocratie éducative, à partir de la dialogicité, de l'équité - à travers le souci des particularités culturelles exprimées dans les capacités des élèves - et, enfin, l'opportunité du protagonisme interculturel, en considérant que chaque élève peut contribuer au processus éducatif et que cette construction de la connaissance n'est pas standardisée.

### **13. LE TOUT : QUE NOUS DISENT LES ÉTAPES ?**

Pour Edgar Morin (2000), il existe une inadéquation profonde et grave entre, d'une part, des connaissances disjointes et compartimentées et, d'autre part, des réalités ou des problèmes de plus en plus multidisciplinaires, transversaux, multidimensionnels, transnationaux, globaux et

planétaires. Le résultat de cette inadéquation conflictuelle est l'invisibilité du contexte, du global, du multidimensionnel et du complexe. Comme solution à ce problème, Morin (2000) rend l'éducation responsable de la mise en évidence de tels éléments pour la compréhension de la réalité qui, elle, est complexe.

Dans cette thèse, nous cherchons à appliquer ces principes de complexité, dans une tentative de révéler le contexte, le global, le multidimensionnel et le complexe. Nous avons commencé l'étude à partir de la compréhension du contexte, dans lequel sont insérés le chercheur-acteur, les élèves et les communautés extrascolaires qui constituent et sont constituées par les élèves. Mais le contexte ne se caractérise pas seulement sous l'influence socioculturelle des communautés scolaires et extra-scolaires, il est multidimensionnel ! Dans ce processus, nous considérons le processus culturel-historique, les relations historiques de cette diversité humaine dans le cours du Lycée Agricole, depuis la constitution multiculturelle des enseignants au niveau épistémologique et pratique, l'historicité du rendement scolaire des élèves qui révèle un *apartheid* éducatif interne. L'identification et la compréhension de la culture individualisée des élèves (il s'agit d'une autre multidimensionnalité qui particularise le global, car elle fait partie du tout, tout comme le tout fait partie de la partie) et la multidimensionnalité de la construction des concepts en biochimie.

Ainsi, l'étude révèle de manière pluriforme la compréhension des parties d'un tout. La complexité est l'union entre l'unité et la multiplicité (Morin, 2000). L'union de ces parties et leur interprétation seront également soumises à une certaine réalité exprimée par la particularité de notre référentiel de réalité, mais jamais de la réalité. À ce sujet, Morin (2000) nous met en garde :

Nous ne devons jamais oublier de maintenir nos idées dans leur rôle de médiateur et d'éviter qu'elles ne s'identifient à la réalité. Nous ne devons reconnaître comme dignes de foi que les idées qui portent l'idée que le réel résiste à l'idée. C'est une tâche indispensable dans la lutte contre l'illusion (p. 28).

Comme élément récuratif à la présentation du chercheur-acteur (enseignant), disposé au début de ce travail, et qui s'immerge dans la multidimensionnalité de cette idée qu'est cette thèse doctorale, nous continuons à citer Edgar Morin (2000) :

On pourrait croire à la possibilité d'éliminer le risque d'erreur en réprimant toute affectivité. En fait, les sentiments, la colère, l'amour et l'amitié peuvent nous aveugler. Mais il faut dire que déjà dans le monde des mammifères, et surtout dans le monde humain, le développement de l'intelligence est inséparable du monde de l'affectivité, c'est-à-dire de la curiosité et de la passion, qui sont à leur tour le ressort de la recherche philosophique et scientifique. L'affectivité peut étouffer la connaissance, mais elle peut aussi la renforcer. Il existe une relation étroite entre l'intelligence et l'affectivité : la faculté de raisonnement peut être diminuée, voire détruite, par un déficit d'émotion ; l'affaiblissement de la capacité à réagir émotionnellement peut même être à l'origine de comportements irrationnels. Il n'y a donc pas de stade supérieur de la raison dominant l'émotion, mais un axe intellect ↔ affect et, d'une certaine manière, la capacité des émotions est indispensable à l'établissement de comportements rationnels. (p. 20).

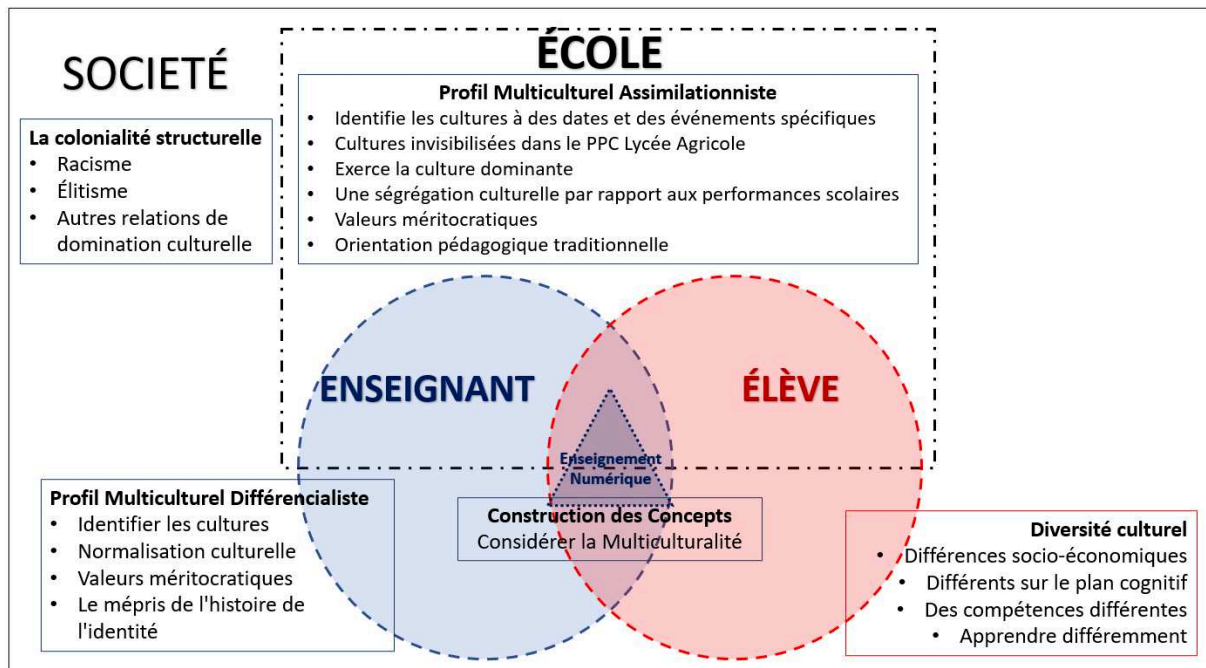
C'est précisément la passion pour l'éducation, la recherche et le bien-être social des élèves de cultures diverses, associée à la rationalité, qui nous a fait imaginer, planifier et matérialiser une idée, dans laquelle la complexité, l'inattendu (syndémie) et la passion ont été constitués comme éléments de motivation au défi de son développement.

Dans ce thème, nous organiserons les parties pour la compréhension du tout que nous avons commencé par décrire, à partir du Schéma 20, qui résume nos résultats et nos interprétations. Selon notre référence du réel, il n'est qu'une des différentes manières de traduire le réel.



## Schéma 20

Comprendre l'éducation multiculturelle dans les parties qui constituent le tout



Source : auteur. Réalisé avec PowerPoint 365® et Paint 3D®.

Nous observons que le régime est composé de quatre éléments de base : la société, l'école, l'enseignant et l'élève. Cette composition sociale a une représentation cartésienne, car, partant de la société de la région brésilienne, elle présente un clipping social spécifique qui est l'école jusqu'à atteindre les niveaux individuels, lorsqu'elle considère l'enseignant et l'élève comme des unités de base de ce clipping social. Ils font partie de l'école et aussi de la société dans laquelle l'école est insérée. Comme l'a déclaré Mariotti (2000), le paradigme de la complexité est le résultat de l'étreinte entre les paradigmes systémique et cartésien, le schéma traduit également cette complexité à travers les relations entre les éléments qui la composent de manière multidimensionnelle. Ce n'est pas un hasard si les représentations sont en pointillés et présentent une transparence, caractéristiques qui indiquent la perméabilité et les intersections qui définissent les relations interpersonnelles, le syncrétisme culturel et les autres influences d'un ensemble sur l'autre, ou avec l'autre (dans une perspective multiculturelle). Mais les séparations des ensembles représentant les éléments du schéma indiquent également les identités et les différences des individus constituant l'école et la société.

Chaque élément présente une caractéristique identifiée dans notre étude qui le situe dans le contexte et aide à comprendre les relations entre les parties. À cet égard, Morin (2000) a déclaré

que la relation entre le tout et les parties est plus que le contexte, c'est l'ensemble de plusieurs parties liées à celui-ci, de manière inter-rétroactive ou organisationnelle.

Nous percevons un triangle qui représente l'éducation numérique et qui représente le modèle tripolaire de Rabardel (1995) appliqué, par nous, pour la compréhension de l'interaction éducative numérique. Le triangle, également pointillé et transparent, se situe dans la zone d'intersection entre l'enseignant et l'élève, mais une partie se trouve à l'école et l'autre dans la société. C'est la représentation de l'éducation numérique pendant la pandémie qui a virtualisé l'école dans des appareils mobiles et des ordinateurs utilisés n'importe où, pourvu qu'il y ait un signal internet.

Dans notre récit descriptif de cette relation complexe, nous partons du multiculturalisme de l'enseignant. Cette constitution inconsciente régit leurs idéologies de la société, de l'éducation et de l'enseignement en classe. L'identification du profil multiculturel différentialiste du personnel enseignant travaillant au Lycée Agricole (vingt-neuf personnes interrogées sur un total de trente enseignants) révèle comment les relations multiculturelles s'établissent à partir de l'enseignant.

Dans nos recherches, nous avons constaté que dispenser une éducation numérique, interculturelle, décoloniale et multilittéraire présente de nombreux obstacles, depuis l'étude des appareils disponibles jusqu'à l'apprentissage de leur utilisation. Le système scolaire, en plus d'être basé sur le contenu, n'a pas un ratio adéquat d'élèves par enseignant, ce qui permettrait un suivi et une orientation individualisés des classes), à la question financière, puisque tous les appareils, même ceux dits « gratuits », ont des limites d'utilisation qui obligent l'enseignant à les acheter, généralement en dollars. Compte tenu de l'inexistence d'une infrastructure démocratiquement accessible à la société brésilienne, l'enseignement à distance a été conçu comme un modèle élitiste et, dans cette perspective, ce modèle est renforcé par les outils d'enseignement numériques.

En vérifiant l'historique des performances scolaires par culture des élèves du Lycée Agricole, de 2011 à 2018, nous nous rendons compte que l'échec et la réussite scolaires sont socialement déterminés pour les groupes minoritaires comme les *quilombolas* et les indigènes. La problématique du profil multiculturel de l'enseignant répond à ce résultat, car il est vérifié qu'il y a une certaine influence de la performance de l'enseignement dans la promotion de la colonialité structurelle de la société brésilienne également au sein de l'école. La formation de

l'enseignant, l'école et la formation des élèves obéissent aux influences d'un paradigme lié à la structure philosophique et éducative dominante dans notre société.

L'école, avec ses règlements sur la structure éducative dans un spectre local, a un impact direct sur les performances des enseignants et des élèves. L'école, aussi inclusive qu'elle puisse être, montre qu'elle limite l'inclusion à l'accès. Bien qu'il existe des projets de recherche, d'enseignement et de vulgarisation traitant de questions ethno-raciales, ceux-ci servent à identifier et éventuellement à respecter la présence de ces cultures dans l'institution. Cependant, les cultures sont rendues invisibles dans l'école d'un point de vue didactique-pédagogique, comme dans le projet et le plan de cours de l'enseignement du Lycée Agricole (Brésil, 2019), qui ne reconnaît pas les identités. Cela permet une standardisation de l'éducation offerte, sans tenir compte des particularités didactiques-pédagogiques de ces groupes, contribuant ainsi à la représentation sociale brésilienne qui exclut les noirs, les indigènes, les *quilombolas* et les pauvres.

Bien que notre proposition soit axée sur la construction des concepts scientifiques dans un contexte multiculturel brésilien, nous sommes intéressés par leur compréhension à l'intérieur de l'élève en tant que processus cognitif. Mais pas seulement, nous avons également voulu comprendre le rôle de la méthode d'enseignement qui, à son tour, est impliquée dans l'essence humaine de l'enseignant qui effectue son travail sous la force régimentaire de l'école. L'école est une représentation mineure de la société.

La construction de concepts en science est un élément clé pour comprendre la société, ainsi que pour la transformer. C'est en connaissant la manière d'apprendre que nous contribuerons à la déconstruction des concepts socialement structurés et acceptés, tels que le racisme, l'élitisme, les préjugés de toutes sortes, par exemple, en comprenant que le problème de la compréhension de la biochimie n'est pas limité à un seul peuple et à une seule culture dominante, comme cette culture coloniale dont nous avons hérité. Gulatis (2008) a critiqué l'éducation dans les pays en développement pour son caractère élitiste, où l'équité des chances fait défaut, reflétant les injustices sociales, culturelles, de genre et économiques, et entre les contextes ruraux et urbains.

La compréhension des particularités culturelles pour la construction de concepts scientifiques dans des domaines peu structurés - comme c'est le cas de la biochimie, qui est étudiée au niveau microscopique et sous-microscopique - peut contribuer avec plus de chances aux élèves issus de peuples et d'ethnies marginalisés dans la société brésilienne. L'évolution cognitive ne va pas vers l'établissement de connaissances de plus en plus abstraites, mais, au contraire, vers leur

contextualisation (Bastien, 1992) et ceci explique nos résultats de construction de concepts qui se structurent au niveau macroscopique, exactement dans le domaine du contexte de vie des élèves.

Le défi de la construction de concepts en biochimie consiste à franchir les frontières culturelles entre les champs conceptuels, des perspectives micro et sous-microscopiques aux perspectives macroscopiques. Les représentations multimodales et l'étude et la compréhension attribuées par le multilittératie sont des possibilités importantes pour l'enculturation scientifique dans ces domaines non visibles. Possibilise l'apprentissage de la biochimie en fonction des cultures et permettra aux futurs professionnels des sciences agricoles, des sciences biologiques et de la santé d'être également issus d'ethnies et de cultures minoritaires, telles que les indigènes, les *quilombolas*, les *sertanejos*, entre autres, puisque la biochimie est un champ conceptuel fondamental pour ces domaines d'activité. La conceptualisation est complexe puisque le processus cognitif et tout ce qui l'influence, provenant de l'environnement, tel que l'environnement influencé par la matérialisation de la conceptualisation en actions du sujet sur l'environnement social. Vergnaud (2002) a également abordé la conceptualisation de manière complexe en la reliant au système éducatif, critiquant même le paradigme cartésien qui limite le développement conceptuel.

L'éducation est un système d'acteurs et de relations entre acteurs d'une grande complexité. Elle est d'une telle complexité que nous sommes fatalement amenés à réduire les phénomènes observés (succès, échec, dysfonctionnement, crise, violence) à des relations causales, pour l'analyse desquelles nous ne retenons que certaines conditions, en ignorant les autres. Cette réduction est parfois opérée après réflexion, parce qu'on ne peut pas tout prendre en compte et parce que certains déterminants pèsent plus que d'autres. Cependant, ces processus réductionnistes restent souvent inconscients et témoignent le plus souvent d'une conceptualisation insuffisante des conditions et des phénomènes qui interviennent dans les processus éducatifs. (Vergnaud, 2002, p. 9).

Dans le livre « Les sept connaissances nécessaires à l'éducation du futur », Edgar Morin (2000) soutient que l'éducation devrait promouvoir « l'intelligence générale » capable de se référer au complexe, au contexte, de manière multidimensionnelle et dans une conception globale. Après

cet abécédaire, nous ne pouvons manquer de souligner que notre travail est également politique, car - motivés par les particularités multiculturelles du Campus Salgueiro - nous sommes sûrs de la contribution scientifique au développement de l'enseignement des sciences et des sciences de l'éducation, dans l'intérêt d'une société plus juste, inclusive et équitable grâce à l'éducation.

L'éducation est un acte politique qui propose la prise de conscience des élèves, en développant leur autonomie, afin qu'ils puissent intervenir dans la réalité, en la changeant (Freire, 1996), notre travail met en pratique la science au nom du développement scientifique et social. Nous nous sommes penchés sur une problématique spécifique et réduite du contexte éducatif multiculturel brésilien et les résultats révèlent plus que de simples implications scientifiques, mais aussi une position pour une éducation libératrice, publique, équitable, critique et démocratique. Nous remplissons ce rôle à une époque marquée par des aggravations sanitaires, économiques, environnementales et sociales potentialisées par une crise politique nationale et par un projet de gouvernement qui s'est engagé à attaquer les indigènes, les *quilombolas*, les noirs, les homosexuels, les femmes, les gens du nord-est, les pauvres, sans compter la science et l'éducation brésilienne.

## CONSIDÉRATIONS FINALES

Santos (2019) définit la ligne abyssale comme la frontière entre les exclusions abyssales causées par le capitalisme, le colonialisme et le patriarcat et qui séparent le Nord et le Sud. Cependant, même après la fin de la colonisation brésilienne, les lignes abyssales sont présentes dans des situations et des contextes autres que les colonialités du pouvoir, du savoir et de l'être, telles que définies par Leal et Moraes (2018).

Pourquoi commencer les considérations finales en parlant de décolonialité ? Parce qu'elle était déjà présente, même sans être mentionnée. Cette étude est aussi une affirmation du Sud, c'est une dénonciation de la ligne abyssale multiculturelle dans l'éducation brésilienne, à partir de la prise en compte de l'apprentissage des élèves issus de cultures natives, historiquement, séparées par cette ligne abyssale qui existe encore. Et ceci est révélé à l'école ! Puisque la connaissance est notre idéal libertaire décolonial - en tant que base de la conscience, de la critique et de l'autonomisation - la compréhension de la construction des concepts scientifiques doit être comprise comme un phare qui contribue au passage des frontières de la pensée, des individus et de la société.

Nos considérations finales comprendront une analyse des résultats, des fondements théoriques et méthodologiques et des perspectives d'avenir.

- **Considérations sur les résultats**

Nous concluons, à propos de chaque partie des résultats reliés entre eux et cherchant une analyse de l'ensemble, avec des relations déjà présentées ou faisant de nouvelles relations pour la compréhension des aspects globaux. Ainsi, nous sommes intéressés à comprendre chaque résultat et ses relations sur le profil multiculturel des enseignants, la performance scolaire par cultures, la recherche interculturelle, la construction de concepts et l'analyse globale de l'ensemble.

Nous avons vu, par exemple, que le corps enseignant présente un profil multiculturel différentialiste, mais que les enseignants bacheliers transitent par des profils plus conservateurs qu'enseignant diplômé en *Licenciatura*, dans lesquels les bacheliers sont plus proches du profil assimilationniste. La formation des enseignants influence les connaissances et l'idéologie sur les aspects du multiculturalisme et cette façon de penser les questions multiculturelles en classe s'exprime dans la pratique didactique-pédagogique. Le multiculturalisme différentialiste est

défini par Candau (2008) comme la reconnaissance des différences pour assurer l'expression d'identités culturelles distinctes, reconnaissant leurs propres espaces, mais standardisant les cultures de la culture dominante dans la croyance d'une méritocratie inexistante.

Considérer que tout le monde est égal dans un processus d'apprentissage est une contribution au maintien d'une ligne abyssale qui colonise le savoir, l'être et le pouvoir. Sans un environnement démocratique qui prenne en compte les connaissances traditionnelles, les compétences spécifiques à une culture, les modes de pensée et de conceptualisation, ainsi que les particularités socio-historiques et socio-économiques, l'élève qui se trouve en dehors de la fausse norme sociale sera empêché de se développer humainement. Ils seront alors soumis à l'exploitation de la société et de la culture dominante parce qu'ils n'ont pas accès au savoir, ce qui maintient la condition d'impuissance et perpétue une structure sociale coloniale qui exploite l'être.

Le reflet du profil d'enseignement multiculturel peut être vérifié dans les performances scolaires des élèves de différentes cultures, dans lesquelles nous percevons que l'inclusion de l'accès à l'école n'est pas une garantie qu'elle existe à l'intérieur de l'école. Les faibles performances excluent les élèves *quilombolas* (ceux qui abandonnent le plus) et les indigènes : deux cultures qui ont en commun une construction ethno-sociale marquée par l'exploitation, la subjugation, l'appropriation culturelle et le racisme de la colonialité. La non prise en compte de leurs réalités favorise la condition de maintien de la ligne abyssale.

L'école et les enseignants doivent s'efforcer de développer des politiques et une didactique qui répondent à l'éducation multiculturelle, qui promeuvent l'interculturalisme, qui relient les sciences scolaires aux sciences extra-scolaires et qui sont dialogiques, donnant la parole aux élèves, en particulier à ceux qui sont historiquement réduits au silence et invisibilisés. Avec la triade interculturelle d'investigation, nous pouvons percevoir l'existence de particularités de chacune des cultures extra-scolaires et que ces caractéristiques impliquent dans les habitudes, les capacités et les connaissances qui émergent dans la classe.

Nous savons que les conditions structurelles et systématiques de l'éducation institutionnalisée entravent les enseignants, les empêchent d'agir dans le cadre d'une éducation multiculturelle, interdisciplinaire et individualisée, en raison de l'excès de classes, du ratio élevé d'élèves par enseignants, du programme curriculaire inadéquat et du système scolaire fiscaliste et productiviste, tel que perçu dans les opinions des enseignants. L'école ignore les cultures qui la constituent, comme le vérifie le PPC du Lycée Agricole (Brésil, 2019). Ces conditions

problématisent et rendent encore plus difficile le processus d'enseignement et d'apprentissage interculturel.

Nous avons constaté que le cours « Sur la Route du Lait » - dans une structure synchrone et asynchrone - a contribué à la construction de concepts en biochimie, en considérant différentes situations et leurs schémas, leurs signifiants et leurs significations multimodaux qui ont aidé à conceptualiser la photosynthèse et, ainsi, à établir une pensée influencée paradigmatiquement systémique et complexe. La structure de la conceptualisation en biochimie repose sur la perspective macroscopique en raison de la base conceptuelle structurée par les sens, principalement la vision. Les perspectives microscopiques et sous-microscopiques sont difficiles à conceptualiser en raison du domaine mal structuré des concepts qui nécessitent une plus grande abstraction.

La construction des concepts en biochimie doit envisager un enseignement axé sur la complexité. La biochimie présente des concepts statiques et structurels, mais aussi des concepts cinétiques et procéduraux qui nécessitent une plus grande abstraction. Les schémas et leurs composants - invariants opérationnels, signifiants et signifiés diverses, de la symbologie textuelle et orale à l'imagerie et à la symbologie cinétique - contribueront à un processus conceptuel plus robuste. C'est à l'enseignant, en utilisant les situations explorant leurs conditions complexes, d'arbitrer le franchissement des frontières culturelles entre les concepts du niveau macroscopique contextuel et les niveaux micro et sous-microscopiques de la biochimie.

Considérer et valoriser les différentes modalités de matérialisation scolaire, telles que l'oralité, le dessin, les schémas et les littératies numériques, favorise un apprentissage basé sur l'interculturalité et la reconnaissance de la production de connaissances de chaque culture. La non-exclusivité du texte à l'école permet de vérifier l'apprentissage en tenant compte des différentes capacités des élèves. Beaucoup d'entre elles sont valorisées par leur culture d'origine, comme l'oralité chez les *quilombolas* et les indigènes, qui est le moyen de maintenir en vie leurs propres traditions et connaissances ; ou encore l'*aboio* et les *repentes* des *sertanejos*, qui reprennent des vers improvisés en appliquant la métrique, la structure et la diversité du vocabulaire, qui peuvent également être exprimés dans la littérature de *cordel*.

La pandémie de Covid-19 a approfondi la ligne abyssale, surtout lorsqu'elle a placé l'école au domicile des élèves, dans la virtualité d'appareils électroniques dépassés, endommagés et partagés. De la mauvaise qualité de l'Internet et de la caméra déconnectée qui ont contribué aux



jugements des enseignants sur la présence et l'engagement des élèves à une école invisible, c'est-à-dire une école qui ne voyait pas les conditions des autres et avec un programme étendu basé sur une productivité scolaire non planifiée qui se concentrait uniquement sur le contrôle de la conformité.

Ce scénario a également touché les enseignants, car sans le paiement des abonnements, l'éducation numérique n'aurait pas été possible, et le coût n'est pas bon marché ! Comment alors promouvoir une éducation numérique si le système capitaliste, notamment dans le domaine des technologies de l'information, conditionne l'éducation au pouvoir économique ? Les établissements d'enseignement doivent investir dans les logiciels libres. Les sciences de l'information, de l'enseignement et de l'éducation doivent développer des applications utiles et gratuites (TICE - Technologies de l'Information, de la Communication et de l'Éducation) pour l'universalisation de l'éducation.

Les problèmes sociaux des familles se sont présentés dans la période de la pandémie et se sont accentués, imposant le travail aux élèves. La construction de concepts dans une maison sans structure d'étude a ajouté à la condition de complexité. L'absence des élèves dans les classes synchrones était justifiée par leur travail pour aider financièrement la famille, ou pour partager les responsabilités avec les soins des frères et sœurs plus jeunes ou des grands-parents. Ou encore, en raison de problèmes technologiques dus au manque de structure et d'accès, c'est-à-dire que les conditions n'étaient pas idéales pour la scolarisation, nous obligeant à surcharger les classes de remplacement.

- **Considérations sur les fondements théoriques et méthodologiques**

Après les considérations pertinentes aux résultats - dans lesquelles nous exposons un regard décolonial et complexe - nous faisons ensuite quelques considérations sur les fondements théoriques et méthodologiques pour comprendre la fonction et la contribution de cette étude. Nous examinerons nos fondements pour des commentaires finaux sur l'interculturalité, la planification d'un cours numérique au lieu d'un enseignement à distance, la construction de concepts scientifiques, la multilittératie, l'intervention didactique-pédagogique numérique, la recherche mixte, l'analyse statistique implicite et le paradigme complexe.

- **Considérations sur l'interculturalité**

La thématique interculturelle a été portée par différentes théories et méthodologies, comme le multiculturalisme de Candau (2008), le franchissement des frontières culturelles d'Aikenhead (1996, 1997 et 2001), la prise en compte de la culture extrascolaire dans la théorie des champs

conceptuels d'Acioly-Régner (2019), la triade d'investigation interculturelle de Kidman, Yen et Abrams (2013), la multilittérature selon Rojo (2017), le modèle tripolaire de Rabardel (1995) et ses relations entre instruments et instrumentalisation en éducation.

Le concept de multiculturalisme de Candau (2008) – qui se divise en trois classifications : multiculturel assimilationniste, multiculturel différentialiste et interculturel – a servi de base à l'élaboration du questionnaire sur le profil multiculturel des enseignants. Les définitions que l'auteur fait des types multiculturels nous ont servi de guide pour extrapoler la théorie du multiculturalisme et l'appliquer aux enjeux multiculturels de la réalité éducative de l'enseignant, de sa construction professionnelle, aux conceptions sur le multiculturalisme et les aspects multiculturels liés à la pratique didactique. L'identification du profil multiculturel d'un sujet ou d'une communauté, dans le cas de la communauté enseignante, contribue à la perception des relations de ces sujets avec l'objet multiculturel étudié.

La théorie d'Aikenhead sur le franchissement des frontières culturelles (1996, 1997, 2001) a servi de base à la planification d'un projet de recherche en éducation multiculturelle, ou interculturelle, selon l'approche de l'auteur. De plus, la théorie guide l'identification et la caractérisation des cultures impliquées afin que, à partir d'elles, l'enseignant puisse identifier des objets scientifiques transversaux qui facilitent la médiation entre les cultures scolaires et extrascolaires et leurs savoirs : respectivement scientifique et quotidien.

Ce qui est valorisé dans cette théorie est l'identification d'éventuels éléments de cultures extrascolaires, comme la religion par exemple, qui peuvent présenter des obstacles à l'apprentissage scientifique, en plus des processus d'assimilation et d'enculturation entre cultures et sous-cultures qui influencent l'apprentissage. C'est une option importante pour le développement des pratiques d'enseignement des sciences dans un contexte multiculturel et pour le suivi des apprentissages avec l'identification des obstacles ou des facilités de franchissement par la médiation de l'enseignant.

Avec Acioly-Régner (2019), la théorie des champs conceptuels de Vergnaud (1990) commence à mettre l'accent sur des éléments spécifiques du processus de conceptualisation, avec la prise en compte des cultures extrascolaires. Une fois la culture des élèves prise en compte, la conceptualisation scientifique est également apportée. Cette contribution multiculturelle à la théorie des champs conceptuels a contribué à la planification des situations d'enseignement, aidant l'enseignant à mener un plan didactique et méthodologique qui améliore l'apprentissage. Il contribue également à l'identification du processus de construction des

concepts par la prise en compte équilibrée entre les concepts appartenant aux savoirs quotidiens et scolaires.

La triade d'investigation interculturelle de Kidman, Yen et Abrams (2013) était d'une grande importance pour le projet car elle constitue la méthodologie d'une des étapes de la recherche. Il a été possible de recueillir des informations sur les constitutions culturelles des élèves et leurs relations de manière complète, grâce à la prise en compte des contextes scolaire, familial et communautaire. Les résultats obtenus ont permis une solide compréhension des essences culturelles des élèves, contribuant à une étude ethnographique scolaire et à la préparation du plan de cours de l'intervention didactique de la quatrième étape de la recherche.

La multilittératie de Rojo (2017) a présenté deux possibilités qui ont été explorées dans notre étude : 1) la multilittératie en tant qu'outil d'enseignement et 2) la multilittératie en tant que compétence de l'élève. La première possibilité a permis l'exposition de contenus multimodaux qui combinaient du texte, des images, des graphiques, des tableaux, des graphes, des animations, des films et des médias numériques et qui, à leur tour, ont été travaillés dans le processus d'enseignement multilittéraire, contribuant à l'apprentissage en raison de l'exposition de situations, invariants opératoires, signifiants et signifiés. La seconde a permis de renforcer les capacités des élèves à réaliser des activités de conceptualisation et de vérification des apprentissages, comme la poésie, le texte illustré, les schémas et les dessins. La multilittératie a permis l'application du multiculturalisme dans l'éducation biochimique en considérant différentes caractéristiques culturelles.

Le modèle tripolaire de Rabardel (1995) et ses réflexions sur l'instrument et l'instrumentation computationnelle en éducation ont contribué à l'élaboration d'un cours numérique visant à éviter les erreurs de mauvaise application des TIC en éducation et à s'opposer à l'enseignement à distance adopté pour les écoles brésiliennes. L'opposition à l'enseignement à distance était due à la caractérisation de l'enseignement traditionnel et au fait de ne pas permettre une interculturalité complète. La planification tripolaire constituée entre homme-objet-machine a permis d'appliquer l'objectif fondamental de la théorisation de Rabardel (1995), qui est la transformation de l'objet (un certain contenu scientifique), à travers des processus de conceptualisation médiatisés par la machine et son logiciel, les interactions enseignants-élèves. Avec le modèle tripolaire, nous avons pu identifier le caractère déséquilibré des relations entre les trois composantes du modèle dans la modalité d'enseignement à distance. De plus, nous nous concentrons sur un autre aspect interculturel qui a eu lieu entre la culture analogique et numérique.

### ○ **Construction de concepts**

La construction des concepts en biochimie, selon Couto et al. (2016), est analysée sur la base de classifications de conceptualisation en biochimie, dans lesquelles la conceptualisation cohérente, les lacunes conceptuelles et les idées fausses sont vérifiées. Du point de vue de la construction des concepts biochimiques, la méthodologie permet l'identification du processus, permettant ainsi la discussion du contenu conceptuel, mais le processus cognitif n'est pas approfondi.

Cependant, il a été possible d'associer la méthodologie de Couto et al. (2016) avec d'autres théories et méthodes complémentaires à l'identification et à l'interprétation analytique de la construction des concepts. Carneiro-Leão et al. (2009) traite de l'importance de considérer les perspectives de la biologie aux niveaux macroscopique, microscopique et sous-microscopique, ainsi que la théorie conceptuelle des champs de Vergnaud (1990) et la théorie d'Aikenhead (1996) du franchissement des frontières culturelles.

Grâce à la théorie des champs conceptuels, il a été possible d'identifier des unités importantes pour la conceptualisation de la biochimie, telles que des invariants opératoires, des signifiants et des signifiés appartenant à différents champs conceptuels. Il existe une relation entre l'exposition et l'utilisation des invariants dans la matérialisation conceptuelle des élèves avec les classifications conceptuelles de Couto et al. (2016), car le faible nombre d'invariants et de signifiants implique des malentendus et des écarts conceptuels. Une autre contribution de la théorie de Vergnaud (1990) est l'identification des invariants opératoires et signifiés dans chaque perspective de la biologie, selon Carneiro-Leão et al. (2009).

Le schéma analytique développé – par nous – à partir de ces théories et méthodes a permis d'appréhender la conceptualisation de manière dynamique, à l'image de celle d'Aikenhead (1996, 1997) traversant les frontières. Ce qui nous a fait prendre conscience qu'il existe une complémentarité entre les théories utilisées. L'enseignement de la biochimie doit se préoccuper de promouvoir des relations complexes et multidimensionnelles, et l'enseignant doit médiatiser le franchissement des frontières culturelles entre les niveaux macroscopiques avec les niveaux microscopiques et sous-microscopiques. Cette relation entre les niveaux révèle la conceptualisation biochimique, inspiré en Acioly-Régner (2019), nous pouvons dire que car les niveaux micro et sous-microscopiques font partie de la culture scolaire des différents champs conceptuels de la biologie et doivent donc être intégrés à la culture extrascolaire, matérialisée à un niveau macroscopique pour favoriser une conceptualisation adéquate.

L'enseignement basé sur la complexité favorise la construction des concepts en biochimie, qui est une discipline interdisciplinaire, mais les productions qui ne sont que textuelles, notamment la poésie, limitent le processus de conceptualisation en biochimie. La conceptualisation se développe avec l'utilisation d'éléments de multilittérature.

La méthode d'analyse de la construction des concepts en biochimie, développée dans ce travail à travers l'intégration de différentes théories, a été adaptée à l'interculturalité et à l'interdisciplinarité de la biochimie. Ce processus a permis d'identifier les failles dans le processus de conceptualisation et d'identifier les relations entre la conceptualisation et la culture des élèves.

○ **Intervention didactique numérique : le parcours « Sur la Route du Lait »**

Le Model des Multiples Perspectives - Pernambuco (MoMuP-PE) a le potentiel de guider les plans d'éducation numérique basés sur la flexibilité cognitive, notamment en exposant des situations de conceptualisation à travers des problématisations et des croisements thématiques liés au cas « Le lait fait-il mal ? », dérivé de mini-cas qui a permis des voies différentes pour la construction des connaissances en biochimie. Le MoMuP-PE a servi de base à la structuration du plan de cours, ainsi qu'au développement du dispositif de fonctionnalité asynchrone « Sur la Route du Lait ».

Le dispositif pédagogique numérique « Sur la Route du Lait » a proportionné : médiation, interaction sociale et construction de concepts plus forts et plus généralisés. En outre, il a favorisé la médiation des champs conceptuels à travers des situations disposées dans des videobook, des questionnaires en ligne, des animations, des sites Web avec des documents textuels ou des rapports enregistrés, des vidéos YouTube et des cartes illustrées qui composent le tableau, se constituant comme des outils multi-lettrés avec le potentiel pour la médiation conceptuelle.

En plus de fournir l'interaction numérique de l'élève avec des objets numériques, l'appareil a également permis une interaction sociale entre les élèves et l'enseignant. L'application Miro® - qui a servi de plateforme pour le développement du dispositif « Sur la Route du Lait » - ne nécessite pas l'utilisation de la caméra, il est donc possible d'y accéder via un téléphone portable, un ordinateur portable ou une tablette. Sans aucun doute, c'est un excellent outil numérique pour créer du contenu et des outils didactiques et pédagogiques virtuels, contribuant à l'engagement et à l'apprentissage de manière dynamique sans exposer l'intimité des élèves. Cependant, l'application a une gratuité limitée, ce qui compromet le développement

pédagogique, puisque la plateforme bloque les actions après une certaine limite d'interactions. Le montant facturé est élevé et en dollars.

La construction des concepts en biochimie a été plus forte du fait de la prise en compte des concepts quotidiens basés sur la perspective macroscopique. Les passerelles et les stimuli à la pensée complexe nécessaires dans les relations interculturelles, interdisciplinaires et transdisciplinaires présentées - à travers l'exposition de différents champs conceptuels à partir de situations, de signifiants et de signifiés basés sur des perspectives biologiques micro et sous-microscopiques qui partent de la perspective macroscopique de la culture extrascolaire - à condition de franchir des frontières conceptuelles proches de la complexité.

L'influence du paradigme cartésien, qui structure la pensée et l'éducation, s'est présentée comme un point de résistance à la construction de concepts complexes et plus généralisés. Cette résistance ne peut être résolue qu'avec le développement d'une pensée et d'une méthode complexe dans l'enseignement des sciences.

Les logiciels de développement et d'édition de vidéos et d'animations (Wondershare Filmora® et Animaker®) ont de nombreuses limitations dans la version gratuite, vous obligeant à payer leurs abonnements respectifs. Face à cela, les gouvernements devraient investir dans les ressources numériques, tant pour l'acquisition que pour la formation continue des enseignants dans le domaine de l'enseignement numérique et du développement des ressources numériques. Dans la syndémie, les enseignants étaient pleinement responsables de l'enseignement, contraints d'utiliser des applications de visioconférence. La situation de l'enseignement à distance a aggravé la crise de l'éducation brésilienne, en raison des problèmes sociaux liés aux élèves et aux enseignants. Bien que nous reconnaissons que cette modalité d'enseignement était urgente et vitale pour la poursuite de l'éducation brésilienne pendant la crise sanitaire.

#### ○ **Méthodologie de recherche mixte**

La méthodologie de planification des méthodes mixtes, par Santos et al. (2017), est d'une importance primordiale pour la planification et l'exécution de la recherche sur les méthodes mixtes. Les classifications procédurales composées de symboles constituent le système de codage de recherche mixte. Cela permet au chercheur une conception planifiée de l'utilisation de chaque type de méthodologie qualitative et quantitative, liant ainsi la démarche méthodologique, ce qui favorise l'atteinte des objectifs de recherche en plus de la compréhension multidimensionnelle des résultats grâce à la combinaison de théories et de méthodes.

La méthodologie mixte s'intègre dans la perspective du paradigme complexe car elle s'intéresse à la compréhension de la réalité étudiée à travers l'intégration de méthodes qualitatives et quantitatives qui élargissent les références d'analyse d'un même objet. Ainsi, on annule la dichotomie, traditionnellement comprise comme antagoniste, unissant deux perspectives différentes mais complémentaires.

Une autre ligne directrice méthodologique pour le développement et l'application des méthodes quali-quantitatives est le « *cross-fertilization* », utilisée par Carraher (1989). Cette méthodologie vise à fusionner des méthodes, théories ou analyses de même nature (qualitatives ou quantitatives) ou à intégrer les deux. Donc, le « *cross-fertilization* » nous a permis de tracer une feuille de route analytique entre les quatre parties étudiées pour comprendre l'ensemble. Pour Carraher (1989), la méthode « *cross-fertilization* » est comme une intersection de paradigmes de recherche, qui, pour nous, se configure comme une méthodologie intégrée à une pensée complexe.

L'analyse statistique implicative était une méthode statistique saine pour nos analyses, car la nature statistique probabiliste de quasi-implication permet à la recherche dans les sciences humaines - comme l'éducation - une compréhension des tendances entre les variables qui favorisent l'explication des phénomènes sociaux. Le grand nombre de variables dépendantes et indépendantes qui exercent leurs influences sur un objet de recherche particulier, en sciences humaines, rend impossible le contrôle et la standardisation des coefficients de variation et, par conséquent, les statistiques déterministes traditionnelles - comme l'analyse de la variance, appliquée dans le domaine des sciences agricoles, biologiques et de la santé – il présente des limites aux interprétations des phénomènes d'ordre social.

Cette limitation des statistiques traditionnelles dans le domaine de l'éducation contribue au renforcement de la pensée cartésienne, valorisant la quasi-exclusivité de l'analyse qualitative dans le domaine des sciences humaines et de l'analyse quantitative dans les domaines des sciences exactes, de la terre, de la santé et des technologies. L'ASI est une méthode appropriée pour les études en sciences de l'éducation et en didactique, principalement parce qu'elle permet de renforcer les analyses qualitatives, et peut également contribuer à des relations non identifiées dans l'analyse qualitative.

Le paradigme scientifique de la complexité était important dans ce travail, car il a permis une structure de recherche intégrant différentes théories et méthodes de nature qualitative et quantitative. En plus de fournir une recherche holistique entre objets complémentaires à la

construction de concept en biochimie. Malgré les remises en question, il est possible de développer une recherche conditionnée au paradigme de la complexité et d'appréhender les relations en dehors de l'exclusivité cartésienne. La complexité, bien que souhaitée, sera toujours limitée dans la perception de ceux qui la développent, ainsi que par rapport à une certaine fraction de réalité. Nous recherchons la complexité et, en l'approchant, nous nous arrêtons loin de l'atteindre, en raison des limites de la pensée humaine et du travail académique qui sont limitées, alors que la complexité est infinie.

- **Perspectives d'avenir**

Notre étude met en lumière la construction des concepts en biochimie dans un contexte multiculturel, une approche complexe et une organisation méthodologique innovante à travers du dispositif didactique-pédagogique numérique qui, à son tour, a montré des résultats intéressants en matière de conceptualisation. Ce fait permet des perspectives d'étude appliquées aux contextes multiculturels locaux, ainsi qu'aux niveaux national et international.

Bien que nous ayons atteint nos objectifs et contribué au développement scientifique, comme toute recherche, nous avons identifié des lacunes qui n'ont pas pu être comblées et qui favorisent le progrès scientifique dans la continuité des investigations. Par exemple, quelles sont les relations entre les sous-cultures extrascolaires et les champs conceptuels microscopiques et sous-microscopiques ? Les concepts de perspectives invisibles peuvent-ils être liés à la spiritualité dans la culture indigène ? La philosophie indigène basée sur la compréhension d'un monde écologiquement interconnecté serait-elle plus proche des paradigmes systémiques et complexes ? Cela faciliterait-il l'apprentissage des concepts scientifiques dans la perspective complexe ?

En raison de la participation d'une seule élève *quilombola*, les caractéristiques culturelles n'ont pas pu être généralisées. Pourquoi les *quilombolas* sont-ils ceux qui s'évadent le plus ? De faibles performances scolaires sont le reflet de quels facteurs, exactement ? On ne peut pas justifier que l'évasion soit exclusivement due aux faibles notes, elles y contribuent, mais quels sont les autres facteurs interculturels ? L'affectivité, la contextualisation des disciplines avec la culture *quilombola*, les rapports de force voilés et explicites de la colonialité qui nous constituent sont-ils des facteurs qui contribuent à l'évasion et à la faible performance des *quilombolas* ?

La formation continue des enseignants à la décolonialité, à l'interculturalité et à l'interdisciplinarité contribuerait-elle à améliorer les performances des élèves issus de cultures



et d'ethnies historiquement assujetties ? Connaître les communautés et les écoles *quilombolas* et indigènes peut-il nous aider à améliorer les indices scolaires de nos élèves et de nos enseignants ? Quels impacts pratiques les sciences à l'école peuvent-elles avoir sur les élèves et leurs communautés ? Normalement, dans un raisonnement traditionnellement colonial, on pense que les sciences scolaires suffisent aux problèmes de société. Le sera-t-il vraiment ? Comment les gens traditionnels résolvent-ils leurs problèmes impliqués à la biochimie ? Quelles sont leurs sciences et comment se rapportent-elles aux sciences enseignées à l'école ?

Pourquoi les élèves *sertanejos* réussissent-ils mieux ? Quelles sont les particularités de l'éducation qui favorisent l'apprentissage des *sertanejos* et des urbains ? Quelles sont les autres compétences qui peuvent être explorées en classe en plus de la poésie ? Pourquoi les élèves urbains sont-ils ceux qui ont montré une plus grande tendance à la pensée structurée dans le paradigme cartésien ?

A l'heure actuelle, avec le développement des TIC, surtout en cette période de crise socio-sanitaire mondiale, quelles sont les relations interculturelles entre les cultures analogiques et numériques ? Quelles ont été les implications réelles – d'un point de vue culturel – pour l'utilisation des TIC dans l'éducation ? Comment les cultures et sous-cultures extrascolaires sont-elles liées aux cultures et sous-cultures analogiques et numériques ?

Comment les paradigmes méthodologiques (de la didactique) peuvent-ils être appliqués à différentes études dans le domaine des sciences de l'enseignement et des sciences de l'éducation ? De quoi avons-nous besoin pour permettre la transformation de la vision dichotomique en holistique ? Les méthodes qualitatives continueront d'être différentes des méthodes quantitatives, la dichotomie continuera d'exister, mais sa compréhension dans l'environnement scientifique doit chercher à se transformer en une compréhension holistique que à travers de l'union de ces perspectives peut compléter et enrichir nouvelles propositions méthodologiques mixte. La complexité a besoin d'une compréhension cartésienne pour en découler.

Toutes ces questions nous amènent à répondre aux problèmes éducatifs contemporains. La recherche pour les résoudre nous aidera à démocratiser l'école et la science scolaire et à élever les indices éducatifs impliqués chez les enseignants et les élèves. Il n'y a pas de construction de concepts sans « formation » d'enseignant. La compréhension isolée de la conceptualisation des élèves est importante car elle éclaire l'objet étudié, mais sa compartimentation nous oblige à augmenter la focalisation de la lumière sur l'objet, sans éclairer également son environnement.

Par conséquent, nous soulignons quelques perspectives futures potentielles qui, dans le prolongement de cette étude, considèrent trois points spécifiques : l'interculturalité et la décolonialité, la construction des concepts et le spectre local de la région de Salgueiro et au monde.

- **Perspectives sur l'interculturalité et la décolonialité**

L'éducation multiculturelle présente des perspectives d'études supplémentaires au Brésil en raison de la diversité culturelle considérable que nous avons dans le pays, avec 305 peuples indigènes et 274 langues maternelles (IBGE, 2010), où Pernambuco est le quatrième État avec la plus grande population indigène<sup>56</sup> comprenant 13 groupes ethniques (Silva M. P., 2016), comme les peuples indigènes *Atikum* et *Truká*. Une vaste population *quilombola* qui n'est pas seulement présente dans l'État d'Acre, dans la région nord du Brésil, et, dans l'État de Pernambuco, les communautés *quilombolas* sont présentes dans 47 municipalités de la région côtière à l'arrière-pays de l'État (Carril, 2017). Le scénario compte également d'autres populations traditionnelles telles que les *sertanejos*, les agriculteurs, les riverains, les pêcheurs, d'entre autres.

De ce point de vue, il y a place pour des recherches épistémologiques, méthodologiques et empiriques visant le développement de pratiques pédagogiques interculturelles et de curriculums interculturels, notamment dans le but de favoriser l'apprentissage des sciences. Recherche appliquée aux nouveaux défis imposés par le passage de la culture analogique au numérique et les différentes formes de production communicationnelle comme la production scolaire non centrée sur le texte. La multilittératie a une relation importante avec la conceptualisation qui mérite d'être étudiée en profondeur à la lumière du contexte multiculturel.

- **Perspectives sur le domaine de la construction des concepts en biochimie**

L'application et le développement de théories et de méthodes dans la construction de concepts, dans des contextes multiculturels, et l'approfondissement scientifique de la construction de concepts en biochimie - compte tenu des apports culturels - permettront d'améliorer la médiation didactique de l'enseignant et l'apprentissage de l'élève.

Expansion des études appliquant la théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1990) dans le domaine des sciences et de la biochimie. La théorie du franchissement des frontières culturelles

---

<sup>56</sup> États ayant la plus grande population indigène : 1er rang l'État d'Amazonas avec 168.700 personnes, 2e rang Mato Grosso do Sul avec 73.295 personnes, 3e rang Bahia avec 56.381 personnes et 4e rang l'État de Pernambuco avec 53.284 personnes (Silva, M. P. 2016).

(Aikenhead, 1996, 1997) devrait être explorée plus avant dans la recherche sur la construction de concepts, puisque dans nos études (Santos de Aquino, Carneiro-Leão & Amaral, 2019), nous avons constaté qu'au Brésil, cette théorie est utilisée pour appuyer les études de l'approche STSE (Science, Technologie, Société et Environnement).

Approfondir la vérification de l'apprentissage interculturel et de l'éducation numérique du point de vue du MoMuP-PE, en appliquant le modèle de planification et de développement du dispositif numérique créé sur la plate-forme Miro® et le cours « Sur la Route du Lait », unissant le synchrone et les modes asynchrones.

- **Perspectives au niveau local, régional et international**

La portée locale est comprise dans la portée scolaire du cours du Lycée Agricole et, par conséquent, intégré aux communautés extérieures à l'école, en tenant compte des cultures *quilombola*, indigène, *sertaneja* et urbaine. À l'IFSertãoPE pour les perspectives d'approfondissement de la recherche à l'école, ainsi que des développements dans l'application de la recherche pour le développement d'un curriculum interculturel ou, encore, l'élaboration de plans de formation des enseignants pour répondre aux exigences et spécificités multiculturelles de l'école, telles que le suivi didactique-pédagogique des élèves.

Les écoles *quilombolas*, indigènes et rurales ont beaucoup à nous apprendre. Les recherches futures sur le terrain de ces écoles auront beaucoup à apporter à l'avancement de l'enseignement des sciences, de l'éducation scientifique et de l'éducation multiculturelle dans la région de Salgueiro, ou au niveau de l'état, de la région, du pays et de l'international.

Dans cet article, en analysant les tendances de la recherche dans le domaine de l'éducation multiculturelle, nous nous rendons compte que ce domaine tend à s'étendre dans le monde entier à mesure que la communauté scientifique intègre les besoins sociaux actuels et s'intéresse au développement de la recherche appliquée aux différentes réalités socioculturelles. Cette expansion se fait dans le respect des particularités de chaque pays et de ses régions, et plus précisément, en fonction des besoins de chaque peuple et groupe ethnique. A ce stade, notre travail éclaire les enjeux de l'éducation multiculturelle dans le domaine « culture, cognition et affectivité » comme base de perspectives scientifiques multiples pour le domaine.

Enfin, nous pouvons conclure que cette étude représente l'application de la complexité à la recherche scientifique en éducation, en élargissant les perspectives théoriques et méthodologiques, analytiques, épistémologiques, sociales et paradigmatiques en mettant l'accent sur la construction de concepts scientifiques. L'exécution de ce travail a été une relation

de résistance multidimensionnelle à travers les difficultés rencontrées pour le développement, spécifique à la recherche, ainsi que pour la science et l'éducation brésiliennes.

## BIBLIOGRAPHIE

Acioly-Régnier, N. M. (1994). *La juste mesure : une étude des compétences mathématiques des travailleurs de la canne à sucre du Nordeste du Brésil dans le domaine de la mesure*. [thèse de doctorat, Université René Descartes – Paris V, Paris, France] <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-03503845>. Accès : juin 2022.

Acioly-Régnier, N. M. (2008). Des instruments techniques aux instruments psychologiques : béquilles intellectuelles ou aides à la conceptualisation en mathématiques ? *Carrefour de l'éducation*, 26, 115-128.

Acioly-Régnier, N. M. (2010). *Culture et cognition : domaine de recherche, champ conceptuel, Cadre d'intelligibilité et objet d'étude fournissant des instruments pour conduire des analyses conceptuelles et méthodologiques en psychologie et en sciences de l'éducation*. Education. Université Lumière Lyon 2.

Acioly-Régnier, N. M. (2019). Construir conhecimentos em diferentes contextos: uma questão de significantes, de significados e de situações. Dans: Azevedo, T. M. (dir.). *Conhecimento, linguagem e educação*. Caxias do Sul: EDUCS, 27-52.

Acioly-Régnier, N. M., Régnier, J. C. (2005). Repérage d'obstacles didactiques et socioculturels au travers de l'ASI des données issues d'un questionnaire. *Troisième Rencontre Internationale A.S.I., Analyse Statistique Implicative*, Palerme, Italie, Oct. 2005, p. 63-87.

Aguilar, B. S., Serrano, R. M., Alfaya, E. M., Garcia, M. A. O. (2013). Choque cultural en las aulas: profesores analógicos vs alumnado digital. El caso de Ana. *EduTec – Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 43, 1-12.

Aikenhead, G. S. (1996). Science Education: border crossing into the subculture of Science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.

Aikenhead, G. S. (1997). *Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum*. Culture and Comparative Studies, William W. Cobern, 2<sup>a</sup> ed. p. 217-238

Aikenhead, G. S. (2001). Integrating Western and Aboriginal Sciences: cross-culture Science teaching. *Research in Science Education*, 31(3), 337-355.

Alves, R. R. Lima, H. N., Tavares, M. C., Souto, W. M., Barboza, R. R., Vasconcelos, A. (2008) Animal-based remedies as complementary medicines in Santa Cruz do Capibaribe, Brazil. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 44(8). Doi: 10.1186/1472-6882-44.

Andrade, P. V. C. C., Acioly-Régner, N. M., Ferreira, A. L. (2022) Genèse instrumentale et innovation : le cas d'une école de la périphérie d'une métropole du Nordeste brésilien. Dans Cintero, J., Simonian, S. (Dir.), *Questionner l'innovation : lectures axiologiques* (pp. 150-164). Raison et Passions (collection Éducation et Formation). ISBN 978-2-917645-88-8.

Andrade-Monteiro, A. S. F., Brayner-Lopes, F. M., Carneiro-Leão, A. M. A. (2019). Mobilizando saberes docentes: rumo à compreensão dos processos biológicos em uma perspectiva sistêmico-complexa. *Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 21, e10426. Doi: <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210101>.

Andre, W. D. S., Couto, J. A., Sá, R. G. B., Carneiro-Leão, A. M. A., Araujo, R. V. S., Santos de Aquino, R. (2017). *Construção de sequências didáticas na formação inicial de professores: ensinando bioquímica na perspectiva do paradigma emergente*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, Brésil.

Animaker. (2021). Software online. Disponível em: <<http://animaker.com>>.

Araujo, R. V. S., Couto, J. A., Andre, W. D. S., Santos de Aquino, R., Brayner -Lopes, F. M., Carneiro-Leão, A. M. A. (2017). *Situação prática para o estudo da bioquímica dos alimentos por meio de uma produção coletiva na perspectiva de um paradigma inovador*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, Brésil.

Bastien, C. (1992). Le décalage entre logique et connaissance. *Courrier du CNRS*, 79, Sciences Cognitives.

Batista, M. R. R. (2004). O desencantamento da aldeia. Exercício antropológico a partir do Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da Terra Indígena *Truká*. *Revista de Estudos e Pesquisas*, FUNAI, Brasília-DF, 1(2), 157-247.

Behrens, M. A. (1999). A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. *Revista Brasileira de Estudo de Pedagogia*, 80(1) 383-403.

Behrens, M. A. (2007). O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários. *Revista Educação*, 63(3), 439-455.

Behrens, M. A. (2009). *O paradigma emergente e a prática pedagógica*. (3. éd).

Behrens, M. A., Oliari, A. L. T. (2007). A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade. *Diálogo Educacional*, 7(22), p. 53-66.

Behrens, M. A., Rodrigues, D. G. (2015). Paradigma emergente: um novo desafio. *Pedagogia em Ação*, v. 6(1), 51-64.

Bell, B. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of plants nutrition: full report*. Children's learning in Science Project, University of Leeds. 28 p. ISBN: 978-0904421286.

Bello, S. E. L. (2000). *Etnomatemática: entre o discurso acadêmico e a produção social do conhecimento*. Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática, Universidade de São Paulo, USP, São Paulo-SP. <http://www2.fe.usp.br/~etnomat/anais/SamuelEdmundo.html>>

Borborema, F. C. A. (2015). *Etnografia e educação: usos e contribuições*. II CONEDU – Congresso Nacional de Educação, Campina Grande-PB, Brésil.

Borges, L. P. (2018). O futuro da escola: uma etnografia sobre a relação dos jovens com o conhecimento. *Revista Docência e Cibercultura*, 3(2), 167-168.

Brandão, E., Adelfio, M., Hagy, S., Thuvander, L. (2021). Collaborative pedagogy for co-creation and community outreach: an experience from architectural education in social inclusion using the Miro Tool. Dans: Raposo, D., Martins, N., Brandão, D. (eds.). *Advances in Human Dynamics for the Development of Contemporary Societies*. AHFE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, v. 277, Springer, Cham, 2021. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80415-2\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80415-2_15).

Brayner-Lopes, F. M. (2015). *Formação de docentes universitários: um complexo de interações paradigmáticas* [thèse de doctorat, Université Fédéral Rural de Pernambuco, Recife, Brésil].

Brayner-Lopes, F. M., Sá, R. G. B., Jófili, Z. M. S., Carneiro-Leão, A. M. A. (2019). Ensino de Biologia a partir do MoMuP-PE. Dans: *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, Brésil.

Brayner-Lopes, F. M., Sá, R. G. B., Jófili, Z. M. S., Carneiro-Leão, A. M. A. (2018). O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco (MoMuP-PE) como proposta teórico/metodológica no ensino de conceitos de Biologia: uma perspectiva sistêmico-complexa. *III CONAPESC – Congresso Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Campina Grande-PB, Brésil.

Brayner-Lopes, F. M., Souza, A. F., Macêdo, P. B., Santos de Aquino, R., Jófili, Z. M. S., Carneiro-Leão, A. M. A. (2017). A interação dos processos biológicos de Garfield: um olhar do docente universitário para o Ensino de Biologia. Dans *XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brésil.

Brésil. (2008). *Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008*. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2008/lei/l11892.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/lei/l11892.html)>.

Brésil. (2008). *Resolução n. 1, de 27 de março de 2008*. Conselho Nacional de Educação. Define os profissionais do magistério, para efeito da aplicação do art. 22 da Lei nº. 11.494/2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação – FUNDEB. <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/rceb001\\_08.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/rceb001_08.pdf)>.

Brésil. (2010). MEC/SETEC. *Institutos Federais, uma conquista de todos os brasileiros*. Folheto. 11 p. 2010. <[http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/folheto\\_setec.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/folheto_setec.pdf)>

Brésil. (2012). CNE/CBE. *Resolução nº. 6 de 20 de setembro de 2012*. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. 2012.

Brésil. (2016). *Ministério da Educação, Portaria nº 246 de 15 de abril de 2016*. Diário Oficial da União, nº. 89, em 11 de maio de 2016, p. 30-37. <http://portal.mec.gov.br/docman/38501-portaria-de-modelos-de-cargos-e-funcoes-pdf/file>>

Brésil. (2019). MEC/SETEC/IFSertãoPE. *Resolução nº. 53 do Conselho Superior de 27 de dezembro de 2019*. Dispõe sobre a primeira reformulação do projeto pedagógico do Curso Técnico Integrado em Agropecuária no campus Salgueiro. 2019.

Brésil. (2020a). MEC/SETEC. *Portaria nº. 376 de 3 de abril de 2020*. Dispõe sobre aulas nos cursos de educação profissional técnica de nível médio, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus – Covid-19. 2020a.



Brasil. (2020b). MEC/SETEC/IFSertãoPE. *Instrução Normativa nº. 2 de 6 de julho de 2020*. Institui o regulamento de atividades remotas e atividades acadêmicas no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. 2020b.

Buriasco, R. L. C., Ferreira, P. E. A., Ciani, A. B. (2009). Avaliação como prática de investigação: alguns apontamentos. *Boletim de Educação Matemática*, 33(22), 69-96.

Calderon, A. I., França, C. M. (2018). *Os rankings acadêmicos da educação superior: apontamentos no campo educacional*. Dans: Rothen, J. C., Santana, A. C. M. (dir.). *Avaliação da educação: referências para uma primeira conversa* (p. 95-113).

Campos, F. V., Almeida, N. G. (2021). Fotossíntese: superando barreiras no aprendizado por meio da utilização de novos modelos didáticos interativos. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 19(1), 39-58.

Candau, V. M. (2014). Educação intercultural: entre afirmações e desafios. Dans: Moreira, A. F.; Candau, V. M. (dir.). *Currículos, disciplinas escolares e culturas*. Vozes.

Candau, V. M. F. (2008). *Multiculturalismo: diferenças culturais e práticas pedagógicas*. Vozes.

Canosa, A. F., Ruano, J. C. (2019). Fundamentos epistemológicos transdisciplinares de educación y neurociência. *Sophia: Colección de la Educación*, 26(1), p. 83-113.

Canva. (2021). Software online. [Free Media]. Disponível em: <<http://cava.com>>.

Capra, F. (1996). *A teia da vida*. Cultrix.

Capra, F. (2003). A máquina do mundo newtoniano. Dans: Capra, F. ed. *O ponto de mutação*. Cultrix. (28ª ed).

Carneiro-Leão, A. M. A., Cardoso, S. C. S., Brayner-Lopes, F. M., Jófili, Z. M. S. (2013). Os paradigmas científicos de licenciandos de Biologia registrados a partir de um estudo sistêmico sobre os níveis de organização dos seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 689-695.

Carneiro-Leão, A. M. A., Mayer, M., Nogueira, R. A. (2009). Ensinando Biologia numa perspectiva de complexidade. Dans: Jófili, Z. M. S.; Almeida, A. V. (dir.). *Ensino de Biologia*,

*meio ambiente e cidadania: olhares que se cruzam*. Recife: UFRPE/Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia/Regional 5. (2 ed).

Carraher, T. N. (1989). The cross-fertilization of research paradigms. *Cognition and Instruction*, 6 (4), 319-323.

Carraher, T. N.; Schliemann, A. D (1983). Fracasso escolar: uma questão social. *Caderno de Pesquisa*, 45, 3-19.

Carril, L. F. B. (2017). Os desafios da educação quilombola no Brasil: o território como contexto e texto. *Revista Brasileira de Educação*, 22 (69), 539-564.

Carvalho, A. A. A. (2011). A Teoria da Flexibilidade cognitiva e o Modelo das Múltiplas Perspectivas. Dans: Carneiro-Leão, M. B. (2011). *Tecnologias na educação: uma abordagem crítica para uma atuação prática*. Editora: Universidade Federal Rural de Pernambuco: Recife, Brésil, p. 17-42. ISBN: 978-85-7946-083-8.

Carvalho, J. S. B.; Mendonça, C. A. S.; Lima, L. D. (2017). Relato de uma experiência de ensino sobre fotossíntese fundamentada na teoria ausubeliana. *Revista Educação e Transformação*, 2(1), 79-93.

Carvalho, M. (2005). Quem é negro, quem é branco: desempenho escolar e classificação racial de alunos. *Revista Brasileira de Educação*, 28, 77-95.

Carvalho, M. L. A. (2016). Quilombo de Conceição das Crioulas. Belo Horizonte-MG: FAFICH, 16p. *Coleção Terras de Quilombo*, Parceria INCRA/CGPCT/NEAD; UFMG/OJB, CERBRAS.

Carvalho, P. S. (2012). *Hábitos de estudo e sua influência no rendimento escolar*. [mémoire de master em Psicologia Clínica e da Saúde, Université Fernando Pessoa, Porto, Portugal]

Cascudo, L. C. (2002). *Dicionário do Folclore Brasileiro*. 11. ed. ilustrada. São Paulo: Global.

CHIC – *Classificação Hierárquica Implicativa e Coesitiva*. (2014). Versão 7.0, Copyright (2014). Método de Análise Implicativa de dados de Régis Gras: École Polytechnique – Université de Nantes. Colaboração: Saddo Ag Almouloud, Marc Bailleul, Anleine Bodin, Annie Larher, Harrison Ratsimba-Rajohm, Jean-Claude Régnier, André Totohasina. Versão Windows: Raphaël Couturier.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. (2005). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea..* Diagnóstico do município de Salgueiro, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Júlio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM.

Conceição, V. J. S., Molina-Neto, V. A. (2017). A cultura escolar sob o olhar do paradigma da complexidade: um estudo etnográfico sobre a construção da identidade docente de professores de educação física no início da docência. *Revista Movimento*, v. 23(3), 827-840.

CONDEPE/FIDEM. (2011). Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. *Pernambuco em mapas*. Freitas, R. M.; Santos, K. S. A. Recife, 2011. 159 p. ISBN: 978-85-99590-09-6.

Cope, B., Kalantzis, M. (Eds.). (2006). *Multiliteracies – Literacy learning and the design of social futures*. NY: Routledge.

Corbett, M. (2015). Rural Education: some sociological provocation for the field. *Australian and International Journal of Rural Education*, 25(3), 9-25.

Costa, J. S., Carneiro-Leão, A. M. A. (2020). Campanha sanitária e educação em ciências para a saúde: construção de sentidos sobre impresso para combate à transmissão não vetorial do zika vírus. *Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, e12453.. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172020210131>.

Coutinho, G., Oliveira, T., Arruda, D. O. (2021). Notas sobre a concepção de fracasso escolar da população negra. *Revista Tecnologia & Cultura*, Edição Especial, p. 09-17.

Couto, J. A., Sá, R. G. B., Santos de Aquino, R., Brayner -Lopes, F. M., Carneiro- Leão, A. M. A., Jófili, Z. M. S. (2016). O Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco e a Bioquímica: vivenciando uma alternativa teórico-metodológica durante a formação inicial de professores. *Revista SBEnBio*, 9, 3886-3896.

Couto, J. A., Souza, A. F., Carneiro-Leão, A. M. A. (2015). Contextualizando o estudo das proteínas na perspectiva dos paradigmas emergente e inovador. *X ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Água de Lindóia-SP, Brasil.

Couturier, R., Bodin, A., Gras, R. (2004). A classificação hierárquica implicativa e coesiva. *Manual Curso CHIC versão 2.3*, Disponível: [http://math.unipa.it/~grim/asi/asi\\_03\\_gras\\_bodin\\_cout.pdf](http://math.unipa.it/~grim/asi/asi_03_gras_bodin_cout.pdf). Acesso em: abr. 2020.

Cunha, L. A. (2000). Ensino Médio e Ensino Técnico na América Latina: Brasil, Argentina e Chile. *Cadernos de Pesquisa*, 111, 47-70.

Cunha, P. C., Ferreira, A. L., Acioly-Régner, N. M. (2018). Estudo exploratório da formação humana nos trabalhos dos Colóquios Internacionais sobre Análise Estatística Implicativa (A.S.I.): Meta-análise dos Colóquios A.S.I. 5, A.S.I. 6 e A.S.I. 7. *V Congresso Nacional de Educação – V CONEDU*, Olinda-PE, Brésil.

D’Ambrósio, U. (1996). *Educação Matemática: da teoria à prática*. Papirus, (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., Nache, L. (2011) From Game Design elements to gamefullness: defining “gamification”. *Mind Trek’11*, 28-30 September of 2011, Tampere, Finland. 2011.

Di Paola, B., Spagnolo, F. (2009). Argumentation and proving in multicultural classes: a didactical experience with Chinese and Italian Students. *Journal of Mathematics Education*, 2(1), 1-4.

Duvernoy, D. A. (2018). Tornar-se professor, nada mais simples (e é nisso que está o problema): a formação dos professores diante do notório saber. Dans: Duvernoy, D. A., Ferraz, C. M., Vidal, O. F. (dir.). *Educação e formação de professores: concepções, contextos e práticas*. EDUPE, p. 25-40.

Fazio, C., Spagnolo, F. (2008). Conceptions on modeling processer in Italian high-school prospective mathematics and physics teachers. *South African Journal of Education*, 28, 469-487.

Fernandez, C. (2015). Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de Ciências. *Revista Ensaio*, 17 (2), 500-528.

Ferrão, N. S, Santarosa, M. C. P. (2020). Mapas conceituais para a compreensão de textos no âmbito de um curso de pós-graduação. *Revista Eletrônica de Educação Matemática – REVEMAT*, 15(1), p. 01-21. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e67861>

Filmora. (2021). Software Wondershare Filmora. Licença: 211850986.

Fonsêca, P. N., Andrade, P. O., Santos, J. L. F., Cunha, J. E. M., Albuquerque, J. H. A. (2014). Hábitos de estudo e estilos parentais: estudo correlacional. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 18(2), 337-345.

Franco, C. P. (2018). Abordagem etnográfica à convivência na escola. *Educação & Realidade*, v. 43(3), 887-907.

Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra (36ª ed).

Freitas, L. P. S. R., Campos, A. F., Andrade, V. L. V. X., Régnier, J. C. (2019). Análise estatística implicativa da tendência de abordagens do método de estudo de casos no ensino de ciências. *Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 15(33), 5-21.

Gatti, B. A. (2002a). *A construção da pesquisa em educação no Brasil*. Plano Editora.

Gatti, B. A. (2002b). Avaliação educacional no Brasil: pontuando uma história de ações. *EccoS Revista Científica*, 4(1) 17-41.

GESCO – Grupo de Estudios Sobre Colonialidad. Los avatares de la crítica decolonial (2012). Entrevista a Santiago Castro-Gómez realizada por el Grupo de Estudios Sobre Colonialidad – GESCO. *Tabula Rasa*, 16, 213-230.

Gesteira, H. M. (2004). O Recife holandês: história natural e colonização neerlandesa (1624-1654). *Revista da SBHC*, 2(1), 6-21.

Gonzalez, D. A. (1985). Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. ‘Roxo de Botucatu’. *Boletim de Indústria Animal*, 42(1), 141-142.

Grando, R. K. (2021). Por um mundo diverso cultural /linguisticamente: uma reflexão a partir da pedagogia dos multiletramentos. *Revista Linguagem em Foco*, 13(2).

Gras, R., Almouloud, S. A. (2002). A implicação estatística usada como ferramenta em um exemplo de análise de dados multidimensionais. *Revista Educação Matemática Pesquisa*, 4(2), 75-88.

Gras, R., Larher, A. (1994). Um exemplo de utilização de uma análise implicativa para o exame de questionários. *Em Aberto*, 14(62), 42-51.

Gras, R., Régnier, J. C. (2015). Origem e desenvolvimento da Análise Estatística Implicativa (A.S.I.). Dans Valente, J. A et Almeida, M. E. B. (dir.). *Uso do CHIC na formação de educadores: à guisa da apresentação dos fundamentos e das pesquisas em foco*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, Cap. 2, p. 22-45.

Guba, E. G., Loincoln, Y. S. (2011). *Avaliação de quarta geração*. Editora da Unicamp.

Gulatis, S. (2008). Technology-enhanced learning in developing nations: a review. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 9(1), p. 1-16.

Hall, S. (2003). *Da diáspora: identidades e mediações culturais*. Ed. UFMG.

Harres, J. B. S., Pizzato, M. C., Sebastiany, A. P., Predebon, F., Fonseca, M. C. (2006). Laboratórios de Ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências. In: 9º *Encontro Gaúcho de Educação Matemática* [evento na internet], p. 28-30; Caxias do Sul, Brasil.

Hayashi, V. T., Almeida, F. V., Arakaki, R. (2021). Uso da ferramenta Miro no Ensino à Distância: um estudo de caso na Engenharia da Computação. *VI Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+E 2021)*, Educação com Tecnologia: pessoas, didática e currículo integrados, Pau dos Ferros-RN, Brasil, 24 a 27 de agosto.

Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. Disponible: <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Censo Populacional 2010*. Disponible en: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>> Accès : 05 Jan. 2015.

Jófilí, Z. M. S., Sá, R. G. B., Carneiro-Leão, A. M. A. (2010). A via glicolítica: investigando a formação de conceitos abstratos no ensino da Biologia. In: III ENEBIO – Encontro de Ensino de Biologia e IV EREBIO – Encontro Regional de Ensino de Biologia e V Congresso Iberoamericano de Educación em Ciências Experimentales, *Revista da SBenBio*, 3, 435-445.

Kahoot. (2021). Software online. Disponível em: <<http://kahoot.com>>.

Kidman, J., Yen, C. F., Abrams, E. (2013). Indigenous students' experiences of the hidden curriculum in Science education: a cross-national study in New Zealand and Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 43-64.

Krenak, A. (1992). Antes, o mundo não existia. Dans: Novaes A. (dir.). *Tempo e história*. Companhia das Letras.

Kuhn, T. S. (2006). *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9. ed. São Paulo: Perspectiva.

Leal, F. G., Moraes, M. C. B. (2018). Decolonialidade como epistemologia para o campo teórico da internacionalização da educação superior. *Archivos analíticos de Políticas Educativas*, 26(87).

Leavitt, S. C. (1995). Suppressed Meanings in Narratives About Suffering: A Case from Papua New Guinea. *Anthropology and Humanism*, 20(2), p. 1–20.

Lucas, A. M. (1993). Jouer les notes sans connaître la mélodie : le caractère étroit de la recherche en didactique de la biologie. *Didaskalia*, 1, 101-113.

Luckesi, C. C. (1998). Verificação ou avaliação: o que pratica a escola? *Série Ideias*, 8, 71-80.

Lumpe, A., Staver, J. (1995). Peer collaboration and concept development: learning about photosynthesis. *Journal of research in Science Teaching*, 27(10), 101-132.

Macêdo, P. B. (2019). *Significados sistêmico-complexos mediados pela linguagem audiovisual: investigando os fatores bio-socio-histórico-culturais que permeiam as interações entre “ser humano-ambiente-teia alimentar”*. [Thèse de doctorat, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brésil].

Machado, L. R. S. (2021). Políticas de formação de professores. *Revista Retratos da Escola*, 15(31), 51-64.

Mariotti, H. (2000). *As paixões do ego: complexidade, política e solidariedade*. Palas, Athena.

Matos, S. R. L., Caraballo, G. N. P., Acioly-Régner, N. M. (2019). Sur les frontières a l'école. *Revista Teias*, 20(57). DOI: <https://doi.org/10.12957/teias.2019.42869>

Medeiros, A. J. O. (2014). *Missa de Alcaçus: aproximações melódicas com os romances medievais ibéricos*. [mémoire de master em Ciências Sociais, Université Fédérale do Rio Grande do Norte, Brésil].

Melillán, M. C., Canal, P., Vega, M. R. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3), 401-410.

Min-Ng, B. J., Han, J. Y., Kim, Y., Togo, K. A., Chew, J. Y., Lam, Y., Fung, F. M. (2021). Supporting social and learning presence in the revised community of inquiry framework for hybrid learning. *Journal of Chemistry Education*, 99(2),708-714. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00842>

Miranda, A. L., Souza, L. R. B. (2014). O sertanejo: caminhos e (des)caminhos da libertação. *Dialektiké*, 1, 50-65.

Miro. (2022). Software online [©Miro]. Disponível em: <<http://miro.com>>.

Moraes, J. R. (2013). Batuques, lundu, modinha e a emersão do baião no nordeste brasileiro. *Contraponto: Revista do Departamento de História e do Programa de Pós-Graduação em História do Brasil da UFPI*, 2(1).

Moreira, A. F. B. (1999) *Currículo: políticas e práticas*. 13. ed. Campinas: Papirus.

Morin, E. (1991). *Introdução ao pensamento complexo*. Instituto Piaget.

Morin, E. (2000). *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 2. ed. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO.

Morin, E. (2008). *O método 1: a natureza da natureza*. 2. ed. Porto Alegre: Sulina.



Moul, R. A. T. M., Moura, M. I. B., Santos, E. S. (2018). Do reducionismo ao pensamento complexo: um olhar sobre as relações entre os paradigmas de Ciência e a Prática Pedagógica. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, nº. Extraordinário. ISSN: 2323-0126. <<http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/8732/6572>> Acesso em: mai 2020.

Moul, R. A. T. M., Sá, R. G. B., Carneiro-Leão, A. M. A. (2019). Análise semiolinguística do discurso de estudantes de licenciatura: expressões de uma abordagem sistêmico-complexa em biologia celular e molecular. *Revista Dynamis*, v. 25(1), 3-25.

O'Loughling, M. (1992). Rethinking science education: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 791-820.

Oliveira, D. A., Clementino, A. M. (2020). As políticas de avaliação e responsabilização no Brasil: uma análise básica nos Estados da região Nordeste. *Revista Iberoamericana de Educación*, 83(1), p. 143-162.

Oliveira, W. C., Magedanz, A., Lima, I., Geller, A. M. (2022). Fotossíntese: exploração interdisciplinar. *Revista Thema*, 21(1), 210-223.

Oris, M., Ritschard, G., Perroux, O. (2013). Le pluralisme religieux croissant à Genève dans la première moitié du XIXe siècle : une exploration des dynamiques sous-jacentes. Dans : Amster, F., Scholl, S. *L'apprentissage du pluralisme religieux. Le cas genevois au XIXe siècle*. Genève: Labor et Fides.

Pacheco, E. M., Pereira, L. A. C., Sobrinho, M. D. (2009). Educação profissional e tecnológica: das Escolas de Aprendizes Artífices aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. *T&C Amazônia*, ano VII, (16), p. 2-7.

Páez, Y. L. V., Merchán, N. Y. T., Benavides, E. Y. P. (2020). Concepciones de los estudiantes de un contexto rural sobre la fotosíntesis. *Praxis & Saber*, 11 (27), e11298.

Paranhos, R., Figueiredo-Filho, D. B., Rocha, E. C., Silva-Júnior, J. A., Freitas, D. (2016). Uma introdução aos métodos mistos. *Sociologias*, 18(42), 384-411.

Pasmiño-Maji, R. A., Garcia-Peñalvo, F. J., Conde-González, M. A. (2017). Statistical Implicative Analysis approximation to KDD and Data Mining: a systematic and mapping review in knowledge Discovery database framework. Dans: Schmidt, A., Laux, F., Hristovski, D., Ohnisch, S. (dir.). *Proceedings of Nineth International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications, DBKDA*, Barcelona, Spain, May 21 to 25, 2017. 70-77, DE, USA: IARIA XPS Press.

Pérez-Caraballo, G., Acioly-Régnier, N. M., Régnier, J. C. (2012). *L'analyse statistique implicative et son utilisation em sciences humaines : apports à la recherche en Psychologie Interculturelle*. VI Colloque International A.S.I. Analyse Statistique Implicative, Caen, France.

Perrenoud, P. (1999). *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas*. Artes Médicas Sul.

Phelan, P., Davidson, A., Cao, H. (1991). Students' multiple worlds: Negotiating the boundaries of family, peer, and school cultures. *Anthropology and Education Quarterly*, (22), 224-250.

Pienta, A. C. G., Berticelli, D. D., Gaspar, M. D. R., Behrens, M. A. (2005). Educação, formação profissional docente e os paradigmas da ciência. *Olhar do Professor*, 8(2), 93-106.

Pines, A. L., West, L. H. (1986). Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science education*, 70(5), 583-604.

Plöger, T. *Catimbó Jurema Sagrada: the indigenous tradition of the sacred Jurema Brazilian shamanism*. E-book, Hamburg: Tredition gmbH, 2022. 690 p., ISBN: 978-3-347-61385-0.

Portal QEDU, 2018. Disponível em: <<https://www.qedu.org.br>>. Acesso em: 02 Mai. 2018.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les Technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Collin, pp. 239. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-010107462>> Acesso em: 13 fev 2021.

Reis, A. G. (2015). A prática docente e a pedagogia: reflexões acerca do cotidiano dos professores do Ensino Técnico. *Horizontes*, 33(2), 167-176.

Ribeiro, C. H. V., Cavalcanti, M. T., Ferreira, A. P. (2021). “Abre a câmera, por favor!”: aulas remotas no ensino superior, uma abordagem fenomenológica. *EAD em Foco*, 11(2), e1269. DOI: <<https://doi.org/10.18264/eadf.v11i2.1269>>

Ribeiro, D. (1995). *O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil*. Companhia das Letras.

Rojanarata, T. (2020). How online whiteboard promotes student’s collaborative skills in laboratory learning. Dans: *Proceedings of the 2020 8<sup>th</sup> International Conference on Information and Education Technology*, p. 68-72.

Rojo, R. (2017). Entre plataformas, odas e protótipos: novos multiletramentos em tempos de Web2. *The ESpecialist: Descrição, Ensino e Aprendizagem*, 38(1), 1-20.

Rondini, C. A., Pedro, K. M., Duarte, C. S. (2020). Pandemia da Covid-19 e o ensino remoto emergencial: mudanças na prática pedagógica. *Interfaces Científicas*, 10(1), 41-57.

Rosa, J. G., Valente, L. F. O. (2019). O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e a função social da escola. *Gepráxis*, 7(7), 5277-5292.

Roth, K. J. (1985) Conceptual change learning and student processing of science texts. *The Annual Meetings of the American Educational Research Association*, Chicago, Illinois. Disponible: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED267980.pdf>.

Sá, R. G. B. (2017) *Construção de conceitos da Biologia na perspectiva sistêmico-complexa a partir do MoMuP-PE, articulado à teoria histórico-cultural*. [thèse de doctorat, Université Fédérale Rurale de Pernambuco, Recife, Brésil].

Sá, R. G. B., Brayner-Lopes, F. M., Jófili, Z. M. S., Carneiro-Leão, A. M. A. (2018). *Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco no ensino de Biologia: pressupostos*. XVI Congresso Internacional de Tecnologia na Educação, Recife-PE, Brésil.

Sá, R.G.B., Jófili, Z.M.S., Carneiro-Leão, A.M.A. (2019). *O Modelo das Múltiplas Perspectivas-Pernambuco como base de internalização nos estudos de conceitos bioquímicos*. II CECIFOP – Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores, UFG, Catalão-GO, Brésil, II CECIFOP, 2. ISSN: 2526-7485.

Santiago, M. C., Akkari, A., Marques, L. P. (2013). *Educação intercultural: desafios e possibilidades*. Vozes.

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Amaral, E. M. R. (2019). Teaching in cross-culture: a worldwide concern to improve the Science Education in a Multicultural Perspective. *International Journal for Infonomics*, 12(4), 1929-1937.

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Andrade, V. L. V. X., Acioly-Régnier, N. M., Régnier, J.-C. (2021). *Análise Estatística Implicativa e Análise de Variância: estudo estatístico comparativo sobre o desempenho escolar em sala de aula multicultural*. Dans Jean-Claude Régnier., Régis Gras., Antoine Bodin et Raphael Couturier (dir.). *Analyse statistique implicative : Analyses quali-quantitatives des liens orientés entre variables et/ou groupes de variables*. Franche Comté : Université de Bourgogne, (p. 169-189). ISBN : 978-2-9562045-5-8.

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Sá, R. G. B., Couto, J. A., Jófili, Z. M. S., Brayner-Lopes, F. M. (2017). A influência cultural na construção de conceitos em Bioquímica. *Enseñanza de las Ciencias*, nº. Extraordinario, p. 4175-4181.

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Sá, R. G. B., Couto, J. A., Jófili, Z. M. S. (2016). Desconstrução e reconstrução: a Bioquímica sob a metodologia MoMuP-PE na Licenciatura em Química. *Revista SBEnBio*, 9, 3942-3952.

Santos, B. S. (2019). *O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias do Sul*. (1ª ed). Autêntica Editora.

Santos, J. L. G., Erdmann, A. L., Meirelles, B. H. S., Lanzoni, G. N. M., Cunha, V. P., Ross, R. (2017). Integração entre dados quantitativos e qualitativos em uma pesquisa de métodos mistos. *Texto Contexto Enfermagem*, 26(3), e1590016.

Saraiva, K., Traversini, C., Lockmann, K. (2020). A educação em tempos de Covid-19: ensino remoto e exaustão docente. *Práxis Educativa*, 15, e2016289, 1-24.

Sawchuk, P. H. (2008). Theories and methods for research on informal learning and work: towards cross-fertilization. *Studies in Continuing Education*, 30(1), 1-16.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.

Silva, A. P. F., Santos de Aquino, R., Silva, T. S., Oliveira, A. D. (2019). Desempenho escolar na disciplina de Química em escolas do interior de Pernambuco. Dans: Baggio, V. (Org.). *Rumos da Educação*, 6(2), p. 129-139.

Silva, C. E. F., Sawaya, J. (Trad.). (2000). 2ª ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO.

Silva, J. G. F. (2007). *Modos de pensar, maneiras de viver: cristãos-novos em Pernambuco no Século XVI*. [Mémoire de Master em História, Université Fédérale de Pernambuco, Recife-PE, Brésil].

Silva, M. P. (2016). Educação intercultural: a presença indígena nas escolas da cidade e a Lei nº. 11,645/2008. Dans *A temática indígena na sala de aula: reflexões para o ensino a partir da Lei 11.645/2008*. Silva, E., Silva I, M. P. (dir.) 2ª ed., Recife-PE, Editora UFPE.

Silva, R. N. M., Carneiro-Leão, A. M. A. (2019). Expressão de conceitos e significados bioquímicos à luz da Gramática de Design Visual. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 423-447.

Silva, R. S., Levy, A. D. (2017). Índios Kariri: o grafismo do artefato para a criação de uma fonte tipográfica digital. *Projética*, 8(2) 29-50.

Silva, T. T. (2014). A produção social da identidade e da diferença. Dans: Silva, T. T. (dir.), Hall, S., Woodward, K. *Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais*. Vozes. (15. ed.).

Silva, T. T., Hall, S., Woodward, K. (2014). *Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais*. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes.

Singer, M., Bulled, N., Ostrach, B., Mendenhall, E. (2017). Syndemics and the biosocial conception of health. *Lancet*, 389(10072), p. 941-950. DOI: [https://10.1016/S0140-6736\(17\)30003-X](https://10.1016/S0140-6736(17)30003-X)

Sousa, J. M. (1995). Discussão em torno do conceito de coronelismo: da propriedade da terra às práticas de manutenção do poder local. *Caderno de Estudos Sociais*, 11(2), 321-335.

Souza, E. C., Souza, H. R., Orrico, N. R. (2019). “Você é tão inteligente, nem parece que é da roça” – relatos de jovens rurais que estudam em escolas urbanas. *Caderno de Pesquisa*, 26(3), 109-126.

Souza, K. R., Kerbauy, M. T. M. (2017). Abordagem quanti-qualitativa: suspensão da dicotomia quantitativa-qualitativa na pesquisa em educação. *Educação e Filosofia*, 31(61), 21-44.

Souza, S. C., Almeida, M. J. P. M. (2002). A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. *Ciência & Educação*, 8(1), p. 97-111.

Stairs, A. (1995). Learning processes and teaching roles in Native education: Cultural base and cultural brokerage. In M. Battiste & J. Barman (Eds.), *First Nations education in Canada: The circle unfolds*, Vancouver, Canada: University of British Columbia Press. 139-153.

Tardif, M. (2000). Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. *Revista Brasileira de Educação*, (13), p. 5-24.

Tardif, M. (2014). O trabalho docente, a pedagogia e o ensino: interações humanas, tecnologias e dilemas. In: Tardif, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 17. ed., Petrópolis-RJ/Brasil: Vozes.

Tauceda, K. C., Del Pino, J. C. (2016). A aprendizagem da fotossíntese no ensino médio através de aulas experimentais no referencial da teoria dos campos conceituais: uma proposta metodológica e alguns resultados parciais. *Revista de Extensão*, 3, n. Edição Especial XII EIE – Encontro sobre Investigação na Escola, 1-9, ISSN: 2179-4588.

Teixeira, M. N. (2016). O sertão semiárido: uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. *Revista Sociedade e Estado*, 31(3), 769-797.

Vaz, R. F. N., Nasser, L. (2019). Em busca de uma avaliação mais “justa”. *Com a Palavra o Professor*, 4(10), 269-289.

Verbi Software. (2019). *MAXAQDA 2020* [computer software]. Berlin, Germany: Verbi Software. Available from [www.maxqda.com](http://www.maxqda.com).

Vergnaud, G. (1985). Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation. *Psychologie Française*, 30, p. 245-252.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels : in recherches en didactique des mathématiques. *La Pensée Sauvage*, 10(2-3), 133-170.

- Vergnaud, G. (2001a). Piaget visité par la didactique. *Intellecta*, 33, 107-123.
- Vergnaud, G. (2001b). Psychologie cognitive et éducation : un enjeu scientifique et social. *Dialogue*, n. 100-101, p. 58-64.
- Vergnaud, G. (2001c). Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance. *Actes du Colloque GDM*, Montréal, Canada, p. 1-22.
- Vergnaud, G. (2002). L'explication est-elle autre chose que la conceptualisation ? Dans Saada-Robert (éd.). *Expliquer et comprendre en sciences de l'Éducation*, 31-44.
- Vergnaud, G. (2008). Culture et conceptualisation : l'une ne va pas sans l'autre. *Carrefours de l'Éducation*, 2(26), p. 83-98.
- Vergnaud, G. (2010). *A criança, a matemática e a realidade*. M. L. F. Moro (trad.). UFPR.
- Vergnaud, G. (2015). La prise en compte de l'enseignant dans la théorie des champs conceptuels. Conférence à la journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti. Dans : A. Bessot (Ed.), *Formations des enseignants et étude Didactique de l'Enseignant. Actes de la journée scientifique en l'honneur de Claude Comiti*, CNRS/INPG/UJF : Grenoble, (3-19).
- Vieira, H. T. G., Oliveira, J. E. L., Neves, R. C. M. (2013). The intermedicality relationship among *Truká* Indians in Cabrobó – Pernambuco. *Saúde e Sociedade*, 22(2), 566-574.
- Vieira, K. M., Gabrielli, F. P., Donaduzzic, G., Porto, C. S., Klein, L. L (2020). Vida de estudante durante a pandemia: isolamento social, ensino remoto e satisfação com a vida. *EAD em Foco*, 10(3), e1147. DOI: 10.18264/eadf.v10i3.1147.
- Voet, D., Voet, J. G., Pratt, C. W. (2002). *Fundamentos de Bioquímica*. Artmed.
- Vygotsky, L. S. (1991). *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, p. 368.
- Vygotsky, L. S. (1999). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, p. 73.
- Wandersee, J. (1983). Student's misconceptions about photosynthesis. Dans: Helm, H., Novak, J. D. (dir.). *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*, p. 441-466. Ithaca: Dept. of Education, Cornell University.

Weissman, L. (2018). Multiculturalidade, transculturalidade, interculturalidade. *Revista Construção Psicopedagógica*, 26(27), 21-36.

Wong-Villacres, M., Roldan, W., Dickson, J., Disalvo, B., Erete, S., Sambasivan, N., Gautam, A. et al. (2020). From needs to strength: operationalizing an assets-based design of technology. *CSCW'20 Companion*, 17-21 October of 2020, virtual event, USA, p. 527-535.

Woodward, K. (2014). Identidade e diferença: uma introdução teórica e conceitual. IN: Silva, T. T. *Identidade e diferença: a perspectiva dos estudos culturais*. (pp. 7-72). Silva, T. T. (Org.). Hall, S., Woodward, K. 15. ed., Petrópolis, RJ: Vozes.

Yaouanq, M.-H. (dir) (2012). *Term S Enseignement Spécifique Programme 2012*. Collection Math´x. Paris: Didier.

Zawojewski, J. S. (1988). *Teaching Statistics. mean, median and mode. research into practice*. Arithmetic Teacher, p.25-26.

Zibas, D. M. L. (2006). Uma visão geral do Ensino Técnico no Brasil – a legislação, as críticas, os impasses e os avanços. Dans: *Encuentro Internacional sobre Educación Técnico-Profesional*, La Educación Técnica Profesional en Australia, Brasil, Corea, España, Francia y México. Buenos Aires, Argentina, BID/Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología/INET.

Zompero, A. F., Laburú, C. E. (2014). Significados de fotossíntese apropriados por alunos do ensino fundamental a partir de uma atividade investigativa mediada por multimodos de representação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(2), 179-199.



## APPENDICE A – ARTICLES PARUS OU A PARAÎTRE DANS DES ACTES DE COLLOQUES

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Amaral, E. M. R. (2019). Teaching in cross-culture: a worldwide concern to improve the science education on a multicultural perspective. *International Journal for Infonomics* – IJI, v. 12, n. 4, p. 1929-1937. DOI: <http://10.20533/iji.1742.4712.2019.0199>

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Andrade, V. V. L. X., Jófili, Z. M. S., Acioly-Régner, N. (2019) Identificação e análise do perfil multicultural de professores do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária. *5º Seminário Doutoral Internacional Interdisciplinar*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 4 e 6 de setembro de 2019. <https://www.ufpe.br/documents/39006/0/Anais+5+IDI+2019/010a41da-2fef-4a70-a800-87595568c901>

Santos de Aquino, R., Acioly-Regnier, N., Andrade, V. L. V. X. (2021) L'urgence de l'éducation interculturelle dans l'émergence de l'enseignement virtuel en biochimie dans un contexte multiculturelle au Brésil. *Biennale Internationale de l'Éducation, de la Formation et des Pratiques professionnelles* - Édition 2021, Association la Biennale ; Chair UNESCO "Formation Professionnelle, Construction Professionnelle, Transformation Sociales" et ICP; Institut Catholique de Paris, Sep 2021, Paris, France. fihal-03504181 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03504181/document>

Santos de Aquino, R., Carneiro-Leão, A. M. A., Andrade, V. L. V. X., Acioly-Régner, N., Régner, J.-C. (2021). Análise estatística implicativa e análise de variância: estudo estatístico comparativo sobre o desempenho escolar em sala de aula multicultural. In : RÉGNIER, J.-C., GRAS, R., BODIN, A., COUTURIER, R. *Analyse Statistique implicative Analyses qualitatives des liens orientés entre variables et/ou groupes de variables*, Université de Bourgogne-Franche Comté, p. 169-189, ISBN : 978-2-9562045-4-1. fihal-0321603. [https://sites.univ-lyon2.fr/asi/11/pub/ASI11\\_ISBN\\_978-2-9562045-5-8\\_NUMERIQUE2021.pdf](https://sites.univ-lyon2.fr/asi/11/pub/ASI11_ISBN_978-2-9562045-5-8_NUMERIQUE2021.pdf)

**APPENDICE B – QUESTIONNAIRE  
D'IDENTIFICATION DU PROFIL MULTICULTUREL  
DES ENSEIGNANTS**

# Questionário para Identificação do Perfil Multicultural dos Professores

Essa pesquisa está cadastrada na Plataforma Brasil, do sistema de apreciação ética em pesquisa brasileiro CONEP/CEP, sob o registro CAAE nº. 32536620.2.0000.9547.

Por favor, clique no endereço eletrônico abaixo para obter o TCLE desta pesquisa assinado pelo pesquisador principal e o guarde consigo.

<https://drive.google.com/drive/folders/1yx469a3QOYIWDDTReXIBHx9PdFKqeA6Z?usp=sharing>

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Convidamos você que é professor atuante no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária do IF SERTÃO-PE, campus Salgueiro, para participar, como voluntário (a), da pesquisa “Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil”.

Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador RAFAEL SANTOS DE AQUINO, residente à rua João Alves de Barros, nº. 82, Camaragibe Residence, apt. 01, bloco A, Timbí, Camaragibe/PE, CEP: 54.768-050, telefone: (81) 9 9805 8445, email: [rafael.aquino@ifsertao-pe.edu.br](mailto:rafael.aquino@ifsertao-pe.edu.br), ressalto a possibilidade para ligações a cobrar quando necessitar. O pesquisador é estudante de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências e Matemática (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e está sob a orientação de: Dr.<sup>a</sup> Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão, Telefone: (81) 9 9999 7439, e-mail ([ana.acleao@gmail.com](mailto:ana.acleao@gmail.com)).

Todas as dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a participação do estudo, você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

Este documento está de acordo com as normas regulamentadoras constantes na Resolução CNS nº. 466 de 2012 que trata da normalização ética de pesquisas envolvendo seres humanos e com a Resolução CNS nº. 510 de 2016 que trata das normas aplicáveis às pesquisas em Ciências Humanas e Sociais.

## INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

JUSTIFICATIVA: Nossa proposta se justifica pela urgência de: (1) contribuir com o ensino de Bioquímica, um conteúdo de natureza abstrata em razão de sua estrutura sub-microscópica que dificulta o processo de ensino e aprendizagem; (2) desenvolvimento da pesquisa em educação visando diferentes culturas em contribuição ao desenvolvimento social, visando minorias étnicas e contribuindo com uma educação igualitária.

**OBJETIVO:** Conhecer as influências culturais na formação de conceitos científicos em Bioquímica em salas de aulas multiculturais do IF Sertão-PE em Salgueiro-PE, Brasil (estudantes indígenas, quilombolas e sertanejos).

**DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS:** Será disponibilizado um questionário de investigação do perfil multicultural do docente atuante no curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico Agropecuária. O instrumento investigativo será aplicado por meio digital (Google Forms®) disponibilizado por e-mail ou Whatsapp®. As identidades dos professores não serão reveladas (nome ou disciplinas), as análises consistirão em relacionar grupos disciplinares como disciplinas técnicas, ciências naturais, ciências humanas, linguagem, etc.

**FORMA DE ACOMPANHAMENTO:** As respostas são computadas automaticamente através do sistema Google Forms, que gera uma planilha das respostas no Microsoft Excel. Os dados serão analisados pela análise estatística implicativa (ASI) através do software CHIC 7.0 (2014). Com a identificação de um perfil multicultural docente será possível cruzar os dados desta etapa com a investigação da formação de conceitos científicos realizadas com estudantes quilombolas, indígenas e sertanejos.

O período de participação será de uma semana, para que os 30 (trinta) professores atuantes no Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária possam responder os questionários.

**RISCOS** diretos para o voluntário.

Os possíveis riscos previstos para essa participação são desconforto e constrangimento relacionados às perguntas. Nossa proposta para amenizar os riscos são: (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários conforme os princípios de privacidade e confidencialidade; (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo.

**BENEFÍCIOS** diretos e indiretos para os voluntários.

Os benefícios diretos para os voluntários docentes envolvem: identificação de culturas existentes na sala de aula; possível sensibilização às questões socioculturais em sala de aula; reflexão sobre a temática da interculturalidade do campus Salgueiro. Os benefícios indiretos são: obtenção de resultados que contribuam com o planejamento das aulas; possibilidade de planejamento institucional em prol da educação intercultural e de possível melhoria da condição de trabalho docente para uma ação docente equitativa em sala de aula considerando todas as culturas presentes.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). As entrevistas ficarão armazenadas em pastas de arquivos em computador pessoal e/ou sistema de arquivamento em nuvem, sob a responsabilidade do pesquisador Rafael Santos de Aquino e da orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão, no endereço acima informado, pelo período mínimo de 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade,

as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

As pesquisas científicas brasileiras são obrigatoriamente avaliadas pelo sistema CEP - Comitê de Ética em Pesquisa/CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. O primeiro se trata de um comitê local formado por colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, constituído em instituições e/ou organizações, de caráter consultivo, deliberativo e educativo criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa dentro dos padrões éticos. Já a CONEP é uma instância colegiada, de natureza consultiva, deliberativa, normativa, educativa e independente, vinculada ao Conselho Nacional de Saúde/MS.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: [cep@ufrpe.br](mailto:cep@ufrpe.br) (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: [www.cep.ufrpe.br](http://www.cep.ufrpe.br). Ou ainda consultar a CONEP através do endereço SRTV 701, via W 5 Norte, lote D – Edifício PO 700, 3º andar – Asa Norte, Cep: 70.719-040, Brasília/DF; telefones: (61) 3315-2951, (61) 3315-5877, Telefax: (61) 3226-6453. Horário de atendimento ao público presencialmente das 8h às 18h e horário de atendimento on-line das 9h às 18h. E-mail: [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br).

RAFAEL SANTOS DE AQUINO  
PESQUISADOR PRINCIPAL

---

**\*Obrigatório**

1. Ao marcar a opção "Concordo", logo abaixo, você declara que leu os detalhes descritos acima e que obteve o TCLE no endereço eletrônico fornecido e assim dará prosseguimento a sua participação na pesquisa. \*

*Marcar apenas uma oval.*

Concordo.

Características  
docentes

Este perfil nos permite analisar os dados conforme sexo, tempo de docência, áreas de formação (técnica e propedêutica), etnia, etc.

## 2. 1) Sexo \*

*Marcar apenas uma oval.*

Feminino

Masculino

Outro

## 3. 2) Data de Nascimento \*

---

## 4. 3) Cidade em que nasceu (Cidade/Sigla do Estado) \*

---

## 5. 4) Professor de que área ou disciplina? \*

---

## 6. 5) Professor no IF Sertão-PE desde (semestre e ano): \*

---

## 7. 6) Já era professor antes do IF Sertão? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

## 8. 6.1) Caso tenha respondido "Sim" na questão anterior, informe desde quando (ano).

---

9. 7) Qual é a sua cor e/ou etnia? Pode marcar mais de uma. \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Negro
- Branco
- Pardo
- Indígena
- Outro

10. 7.1) Caso tenhas respondido "Outro" na questão anterior, informe qual.

Formação  
Acadêmica

Este tópico nos permitirá analisar os dados conforme as duas áreas de formação docente (técnico e propedêutica) quanto a natureza, origem formativa e tempo de formação.

11. 1) Qual é o curso de graduação que você se formou e que atua como professor? \*

12. 1.1) Qual o tipo do curso da pergunta anterior? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Bacharelado.
- Licenciatura.
- Tecnólogo.

13. 1.2) Qual foi a universidade em que você se formou? \*

14. 1.3) Em que ano você se formou? \*

---

15. 1.4) Considerando que sua formação seja Bacharelado você cursou também Licenciatura?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Estou cursando

16. 1.5) Qual o curso de Licenciatura que cursou ou estás cursando? Quando e onde se formou?

---

17. 2) Você tem Mestrado? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Está cursando

18. 2.1) Qual é o seu curso de Mestrado, quando (ano) e em qual instituição você cursou ou está cursando?

---



19. 3) Você tem doutorado? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Está cursando

20. 3.1) Qual é o seu curso de Doutorado, quando se formou (ano) e em qual instituição cursou ou está cursando?

Multiculturalismo  
na prática docente

Nesta seção objetivamos investigar influências do multiculturalismo em sua prática docente.

21. 1) Você considera a Ciência uma cultura? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

22. 2) Você identifica alunos de culturas diferentes em sua sala de aula? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

23. 3) Quais culturas você identifica em seus alunos? (pode marcar mais de uma) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Cultura da Capital (um tipo de cultura urbana)
- Cultura Urbana
- Cultura Sertaneja
- Cultura Indígena
- Cultura Negra
- Cultura Quilombola
- Cultura Campesina
- Cultura Cigana
- Cultura Judaica
- Cultura Religiosa de Matriz Africana
- Cultura Cristã
- Cultura portuguesa/Europeia
- Cultura Científica ou Escolar
- Outra

24. 3.1) Caso tenha respondido "Outra" informe qual.

---

25. 4) Você acredita que em uma sala de aula multicultural os alunos aprendem da mesma forma? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

26. 5) Você acredita que a aula ministrada por você atende a todas as formas de aprendizado? "Se um aluno aprende os outros devem aprender." \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

27. 5.1) Por que você respondeu "Sim"? Marque a afirmativa que mais se aproxima com o seu pensamento.

*Marcar apenas uma oval.*

- Na sua aula você aborda os conceitos científicos tal como são, utiliza bons recursos didáticos e cobra nas avaliações exatamente o que ensinou; quem não aprendeu foi porque não prestou atenção ou não participou da aula.
- Porque você explica os conceitos científicos de forma contextualizada à região onde a Escola está inserida.
- Porque você considera às diferentes culturas dos alunos para explicar contextualizada não só à região, mas também de acordo com as culturas presentes na região.

28. 5.2) Por que você respondeu "Não"? Marque a afirmativa que mais se aproxima com o seu pensamento.

*Marcar apenas uma oval.*

- Cada aluno tem uma forma de raciocinar e habilidades diferentes (escrita, síntese oratória, representação gráfica, desenho, esquematização, poesia, etc.) que o professor precisa considerar.
- A aula não atende igualmente ao aprendizado de todos os alunos devido às diferentes aptidões científicas (Ciências Humanas, Ciências Exatas, Ciências da Natureza), condições sociais e culturas diferentes.

29. 6) Você prepara aulas que atendam às diferentes culturas dos seus alunos? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

30. 7) Você considera que pode haver conflitos entre o Saber Científico que é ensinado e o Saber Cultural dos alunos em sua aula? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

31. 8) Você acredita que o aluno deve se moldar à aula do professor ou o professor deve moldar a aula de acordo com os alunos ou os dois? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Penso que o aluno deve se moldar ao estilo didático do professor.  
 Penso que o professor deve moldar a sua aula planejando-a ao público.  
 As duas opções anteriores.

32. 9) Você, como docente, busca conhecer a cultura do aluno? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

33. 9.1) Por que respondeu "Sim"?

*Marcar apenas uma oval.*

- Apenas por curiosidade.  
 Porque busco ensinar os conteúdos científicos de acordo com a cultura do aluno.  
 Porque conhecendo a cultura desenvolvo maior empatia e respeito com o aluno.  
 A disciplina que ministro me permite ensiná-la a partir da cultura do aluno.

## 34. 9.2) Por que respondeu "Não"?

*Marcar apenas uma oval.*

- Não tenho interesse em conhecer a cultura do aluno.
- Não há tempo para conhecer a cultura do aluno devido ao cumprimento da ementa e turmas numerosas.
- Conhecer a cultura do aluno não influenciará no aprendizado da Ciência.
- Nunca pensei a respeito disso.
- A disciplina que ministro não me permite abordar questões culturais.

## 35. 10) Você tem curiosidade em conhecer a história do aluno? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

## 36. 10.1) Por que respondeu "Sim"?

*Marcar apenas uma oval.*

- Apenas por curiosidade.
- Porque busco ensinar motivando os alunos.
- Porque procuro ensinar valorizando o construtivismo social (Vygotsky).
- Por outro motivo.

## 37. 10.1.1) Se marcou a opção "Por outro motivo" na questão anterior, por favor informe qual.

---

38. 10.2) Por que respondeu "Não"?

*Marcar apenas uma oval.*

- Não tenho interesse em conhecer a história de vida do aluno.
- Não há tempo para cumprir a ementa e conhecer a história dos alunos.
- Conhecer a história de vida do aluno requer uma aproximação que eu não desejo.
- Por outro motivo.

39. 10.2.1) Se marcou a opção "Por outro motivo" na questão anterior, por favor informe qual.

---

40. 11) Você faz relações entre a cultura do aluno e o conteúdo científico ensinado \*  
em aula?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

41. 12) Você conhece a Teoria Histórico-Cutural (THC) de Vygotsky? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

42. 13) Você aplica alguma teoria didático-educacional em suas aulas? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim.
- Não.
- Não sei ao certo.

43. 13.1) Se você respondeu "Sim" na pergunta anterior, qual ou quais são as teorias que você aplica?

---

44. 14) Você se considera um professor: (pode marcar mais de uma). \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Multi ou Interdisciplinar.
- Tradicional.
- Rígido ou severo.
- Flexível ou negociador.
- Inovador.
- Prático.
- Teórico.
- Tecnológico (usa tecnologias, TICs).
- Que dialoga sobre o conteúdo.
- Que apresenta o conteúdo.
- Motivador.
- Preocupado com o ensino e qualidade da aula.
- Preocupado com o aprendizado e avaliação.
- Gosta de sala de aula silenciosa.
- Gosta de sala de aula participativa.

Identificação dos  
saberes sobre  
Cultura e  
Multiculturalismo

Nesta seção poderemos investigar o objeto do estudo que é o conhecimento sobre cultura e multiculturalismo e suas influências na prática docente.

45. 1) De acordo com o seu entendimento sobre Cultura você CONCORDA com a afirmação: (pode marcar mais de uma opção) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- A Cultura é observada quando saímos da nossa cidade ou região verificamos que a Cultura pode ser observada pelo vocabulário e sotaque.
- A Cultura está presente quando observamos hábitos sociais distintos como aqueles do homem do campo (chapéu de palha, roupas de couro, vaquejada), africana (uso de turbantes, roupas brancas, colares) e dos índios (uso de cocares, colares, pinturas corporais).
- A Cultura pode ser detectada pelas características corporais das pessoas: quando apresentam olhos puxados são orientais, quando tem características indígenas são índios ou sul-americanos (bolivianos, peruanos, etc.).
- Quando viajamos percebemos que a Cultura muda de acordo com a região geográfica.
- Podemos perceber que a Cultura muda com o tempo quando observamos o comportamento e pensamento dos nossos pais e avós que são diferentes dos nossos.
- Quando visualizamos expressões artísticas diferentes compreendemos culturas também distintas como o forró e o xaxado no Nordeste, o samba no Sudeste, o carimbó no Norte.
- A Cultura é observada quando as pessoas demonstram suas crenças através da exposição das ideias e dos hábitos (carregar a Bíblia, usar crucifixo, uso de turbantes e guias, colares, fitas, sinais marcados por maquiagem, estilo de roupa, etc.).
- A diversidade Cultural pode ser observada em um único lugar (cidade, vilarejo, escola, família, etc.) através dos sinais da culturais.
- Gostaria de escrever meu próprio entendimento sobre cultura.

46. 1.1) Se você marcou a opção "Gostaria de escrever meu próprio entendimento sobre Cultura", escreva abaixo.

---

---

---

---

---



47. 2) Considerando a Cultura no Estado de Pernambuco, você CONCORDA com qual afirmação: (pode marcar mais de uma) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- A cultura é a mesma de todo o Nordeste.
- A cultura é igual em todo o estado de Pernambuco, mas diferente do Nordeste.
- A cultura de Pernambuco tem diferenças de acordo com as regiões do Estado.

48. 3) Quais as culturas que você identifica em Pernambuco? (Pode marcar mais de uma) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Cultura da Capital
- Cultura Urbana
- Cultura Sertaneja
- Cultura Indígena
- Cultura Negra
- Cultura Quilombola
- Cultura Campesina
- Cultura Cigana
- Cultura Judaica
- Cultura Religiosa de Matriz Africana
- Cultura Cristã
- Cultura Portuguesa/Europeia
- Cultura Científica ou Cultura Escolar

49. 4) Sobre você, qual ou quais seriam as suas Culturas? (Pode marcar mais de uma) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Cultura da Capital
- Cultura Urbana
- Cultura Sertaneja
- Cultura Indígena
- Cultura Negra
- Cultura Quilombola
- Cultura Campesina
- Cultura Cigana
- Cultura Judaica
- Cultura Religiosa de Matriz Africana
- Cultura Cristã
- Cultura Portuguesa/Europeia
- Cultura Científica ou Escolar
- Outra

50. 4.1) Se respondeu "Outra" na questão anterior, responda qual?

---

51. 5) Sobre a escola você concorda com qual das afirmações abaixo? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- A Escola tem apenas a cultura científica.
- A Escola tem uma cultura própria constituída por várias culturas (cultura dos alunos e dos professores).
- A Escola tem uma cultura própria constituída por várias culturas (a cultura dos alunos, dos professores e a cultura Científica).
- A Escola tem uma cultura própria constituída por várias culturas constituída pela cultura dos alunos, dos professores, da Ciência e da Comunidade onde está inserida)

52. 6) Você considera a linguagem como parte constituinte da Cultura? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

53. 7) O que você pensa sobre a linguagem dos alunos? (pode marcar mais de uma) \*

*Marque todas que se aplicam.*

Todos usam a mesma linguagem do professor.

Tem alunos que não tem a mesma linguagem do professor.

A linguagem dos alunos é inadequada para a Escola/Ciência.

A linguagem dos alunos pode ser desenvolvida na escola sendo considerada tal como é.

O aluno deve prezar pela linguagem formal/culta quando estiver na escola.

A linguagem do aluno servirá para facilitar o aprendizado.

54. 8) Sobre a influência da linguagem no processo de ensino-aprendizagem qual afirmação abaixo está mais próxima do que você pensa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Penso que o aluno tem que aprender a linguagem do professor ou linguagem científica para poder aprender.

Acho impossível ensinar alunos que tem linguagem diferente da linguagem científica escolar.

Penso que o professor deve aprender a linguagem dos alunos para facilitar o processo de ensino-aprendizagem da Ciência.

Nunca pensei a respeito da influência da linguagem no processo de ensino-aprendizagem.

Para lecionar a(s) minha(s) disciplinas não preciso pensar sobre a influência da linguagem.

Penso que o aluno e o professor devem compartilhar suas linguagens para que se desenvolva o processo de ensino-aprendizagem.

55. 9) O que você sabe sobre Educação Multicultural? Pode marcar mais de uma. \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Nunca ouvi falar.
- Penso ser uma educação voltada para imigrantes, como nos países europeus.
- Acredito que seja uma educação voltada para um público diverso culturalmente que deve aprender determinado conteúdo científico independentemente das peculiaridades de cada cultura.
- Penso que é uma educação preocupada com o processo de ensino-aprendizagem da Ciência considerando os saberes individuais de cada cultura frente ao saber científico ensinado.
- Penso que a Educação Multicultural se dá quando a escola é inclusiva, aceitando alunos de diversas culturas.

56. 10) Sobre a educação Multicultural no Brasil, você concorda? (pode marcar mais de uma) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- A educação multicultural no Brasil só é válida para imigrantes.
- As escolas no Brasil não têm diversidade cultural.
- As escolas brasileiras têm diversidade cultural, mas essa diversidade não é considerada pelo professor/escola.
- As escolas brasileiras são multiculturais por que permitem o acesso de pessoas de qualquer cultura.
- As escolas brasileiras são multiculturais por que ensinam sobre outras culturas como a indígena e a africana.
- As escolas brasileiras são multiculturais por que ensinam contextualizando o conteúdo com a realidade do aluno.

57. 11) Você teve alguma disciplina durante a sua formação em que foi abordada a Educação Multicultural ou fez algum curso sobre essa temática? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

58. 11.1) Caso tenha respondido "Sim" informe o título do curso ou disciplina.

---

59. 12) Você já ouviu falar nos Paradigmas Científicos? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim.

Não.

60. 13) Qual o Paradigma Científico que já ouvistes falar? \*

*Marque todas que se aplicam.*

Tradicional, também chamado de Cartesiano, Newtoniano, Reducionista.

Emergente.

Sistêmico.

Complexo.

Nunca ouvi falar sobre os paradigmas científicos.

61. 14) Você se identifica com algum desses paradigmas da Ciência? Marque aqueles que você se identifica (pode marcar mais de um). \*

*Marque todas que se aplicam.*

Tradicional, também chamado de Cartesiano, Newtoniano, Reducionista.

Emergente.

Sistêmico.

Complexo.

Não sei informar.

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

**Google** Formulários

**APPENDICE C – QUESTIONNAIRE BASÉ SUR LA  
TRIADÉ D'ENQUÊTE INTERCULTURELLE  
(KIDMAN, YEN, ABRAMS, 2013) QUI A SERVI DE  
BASE À L'ENTRETIEN RÉALISÉ PAR  
VIDÉOCONFÉRENCE POUR L'ENQUÊTE  
INTERCULTURELLE DES ÉLÈVES DE L'IFSERTÃO-  
PE, CAMPUS SALGUEIRO**

# QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO DA TRÍADE INFORMATIVA PARA PESQUISA INTERCULTURAL DOS ESTUDANTES DO IF SERTÃO-PE, CAMPUS SALGUEIRO, DO CURSO DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA

## **Registro da pesquisa no sistema de apreciação ética:**

CAAE: 32536620.2.0000.9547

## **Público-alvo:**

Estudantes do 4º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária.

## **Universo amostral:**

Vinte e dois estudantes. Participaram dezesseis sendo quatro urbanos, cinco sertanejos, quatro indígenas (dois Trukás e dois Atikuns) e uma quilombola.

## **3ª Parte da pesquisa**

A metodologia da tríade informativa para pesquisa intercultural proposta por Kidman, Abrams e Yen (2013) abrange investigações da esfera sociocultural pautadas em três bases estruturantes:

- 1) **histórias de vida** – para obtenção de informações sobre as famílias, atividades não-escolares, celebrações, feriados, comidas que gostam de comer e de lugares e territórios que gostam de estar;
- 2) **atitudes relacionadas à Ciência Escolar** – para conhecer as experiências e percepções da ciência na sala de aula em particular e amplamente, de cientistas, sobre o conhecimento científico e da Ciência;
- 3) **Envolvimento cultural ou indigenismo** – para obter informações sobre suas participações em experiências e nas relações entre comunidades indígenas e grupos majoritários.
- 4) **Ensino remoto** – para obtenção de informações sobre a metodologia de ensino remoto utilizada com urgência para o período de pandemia por Covid-19 e que fez o ambiente escolar ficar virtual, na verdade é uma extensão do segundo ponto da tríade.

Com base nisto, propomos uma orientação de entrevista, realizada por videoconferência através do Google Meet. A entrevista está pautada na tríade intercultural e não será engessada nas perguntas permitindo aprofundar as perguntas para conhecer detalhes não externados e possibilitar esclarecimentos durante a entrevista. A orientação da entrevista é apresentada no questionário seguinte.

## Quadro 1: Orientação de entrevista da tríade intercultural.

### 1. HISTÓRIAS DE VIDA

#### 1.1. Família

- a. Quais são os familiares que convivem com você em sua casa?
- b. Como é a sua rotina em casa? Você ajuda os seus pais em casa, na roça, na aldeia, na feira, na comunidade...? Fale a respeito.
- c. Você conhece a história da sua família?
- d. Você conhece a cultura da sua família?
- e. Você convive com avós e tios? Aprende ou aprendeu alguma coisa com eles?
- f. Qual é o significado que a sua família tem para você?

#### 1.2. Comunidade

- a. Você participa de atividades culturais e sociais na sua comunidade/aldeia? Por exemplo: vaquejada, pegas-de-boi, *toré*, celebrações religiosas, festas, coco-de-roda, sambada, etc.
- b. Como você se diverte no local onde vive? Por exemplo: se joga bola, pesca, corre gado, corre vaquejada, toma banho e nada no rio, gasta o tempo no celular, na igreja, dentre outros.
- c. O que você mais gosta e o que você menos gosta na sua comunidade/aldeia?
- d. De que tipo de comida você mais gosta? Tem alguma comida típica na sua comunidade? Comente a respeito.
- e. Tem algum lugar na sua comunidade/aldeia que você gosta de estar? Porque?
- f. E há alguma coisa da sua comunidade/aldeia que você gostaria de ter? Porque?

### 2. ATITUDES RELACIONADAS À CIÊNCIA ESCOLAR

#### 2.1. Escola

- a. Você gosta de estudar?
- b. Você gosta da escola? O que você mais gosta e o que você menos gosta na escola?
- c. A ciência que você aprende no IF é diferente daquela que é ensinada na escola da sua comunidade/aldeia onde você estudou antes de vir para o IF?
- d. Você gostava de estudar na escola anterior ao IF? Porque? Comente.
- e. O que você acha da linguagem usada na escola pelos professores? É muito diferente da sua? Você gosta ou sente alguma dificuldade com a linguagem científica escolar?
- f. Você acha que a escola (professores, estudantes e gestores) valoriza a sua cultura/etnia? Porque?
- g. Você acha que a escola inclui ou exclui a sua cultura/etnia? Porque?
- h. Qual é o motivo, para você, pelo qual os estudantes abandonam o IF? Para você, quais são as características dos estudantes que abandonam a escola?



- i. O abandono escolar tem a ver com a cultura e etnia? Porque?
- j. Quais as características dos professores que você mais gosta ou admira?

## **2.2. Estudo**

- k. Quais disciplinas você mais gosta e quais são aquelas que você menos gosta? Porque?
- l. Você gosta de Biologia e de Química? Comente sobre.
- m. E de Bioquímica? O que você acha desse assunto?
- n. Você conhece algum cientista ou tem admiração por algum? Quem é e porquê?
- o. Você tem o hábito de estudar em casa? Porque?
- p. Os seus pais acompanham os seus estudos? Porque?
- q. Você se acha um bom aluno, um aluno mediano ou um estudante abaixo da média? Porque?
- r. Você tem motivação para estudar? Porque?
- s. O que te motiva ou o que te desmotiva para estudar? Porque?
- t. Quais são as dificuldades que você tem para estudar? Porque?
- u. Você gostaria de estudar as coisas do seu dia a dia? Porque?
- v. Você gostaria que as disciplinas escolares estivessem relacionadas à sua cultura e ao seu contexto? Porque?
- w. Você acha que seria possível unir as disciplinas com a sua cultura e história (indígena, quilombola, sertanejo)?

## **2.3. Aplicação da ciência**

- x. Você acha que os assuntos que você aprende na escola servem para a vida? Servem para você aplicar na sua comunidade/aldeia, na roça, etc.?
- y. Você saberia dar exemplos da Bioquímica na sua vida, no corpo humano, na sua comunidade, nos animais e nas plantas?
- z. Você saberia falar sobre a importância que a Bioquímica tem para a nossa vida?
- aa. Quais os assuntos ou disciplinas que você leva para toda a vida?
- bb. O que você sabe sobre átomos, ligações químicas e moléculas? Qual é a importância desse conhecimento para as nossas vidas?

## **2.4. Contexto**

- cc. Você gosta de animais e das plantas? Você gosta da natureza, dos rios, da caatinga? O que a natureza tem que lhe chama a atenção?
- dd. Na sua comunidade as pessoas aplicam a ciência, o conhecimento adquirido nas escolas? Como e porquê?

- ee. Na lida com o gado, com a agricultura ou até mesmo nos costumes do sertão é possível encontrar a ciência escolar? Explique.
- ff. O conhecimento dos pais e avós, líderes comunitários, pajés, matriarcas, caciques, dentre outros podem ser constituídos de conhecimento científico? O que você acha?
- gg. Você acha que indígenas ou quilombolas ou sertanejos têm mais facilidade ou mais dificuldade com a ciência escolar (aprendizagem)? Porque? Comente.

## **2.5. Ensino Remoto**

- hh. O que você acha da escola durante a pandemia por Covid-19? Você sente falta da escola e da convivência com os professores e colegas? O que você mais sente falta?
- ii. Quanto a sua adaptação ao ensino remoto com Google Classroom e o Google Meet, o que você pode responder? - Me adaptei; -Não me adaptei; -Estou me adaptando
- jj. Você prefere o ensino presencial ou remoto? Porque?
- kk. O que você gosta no ensino remoto?
- ll. O que você não gosta no ensino remoto?
- mm. Quais são as dificuldades que você tem com o ensino remoto? - Aprendizado; -Atividades virtuais; -Excesso de atividades; -Didática do professor; - Internet; -Computador/Notebook; -Tablet; -Celular; -Compartilhamento de eletrônicos (computador, tablet, etc.); local de estudo em casa; organização do tempo de estudo; apoio da família para estudar em casa; outro motivo.
- nn. Na sua opinião, quais são os pontos positivos do ensino remoto quanto ao aprendizado, à acessibilidade, à flexibilidade, à aula, dentre outros?
- oo. Quais seriam os pontos negativos do ensino remoto quanto ao aprendizado, à acessibilidade, à flexibilidade, à aula, dentre outros?
- pp. Você acha que as aulas remotas são bem planejadas? Quais são as críticas que você faz para a forma como as aulas acontecem?
- qq. Nas aulas por videoconferência (Google Meet) você usa a câmera ou a deixa desligada? Por qual motivo você costuma usar ou não a câmera?
- rr. Se você pudesse dar dicas ao seu professor para melhorar as aulas, o que você diria? Como as aulas remotas podem ficar melhor motivando o estudante para participar?
- ss. Você acha que as atividades escolares durante a pandemia, com o ensino remoto: -Aumentou a quantidade; -diminuiu a quantidade de atividades; -Tem a mesma quantidade das aulas presenciais
- tt. Você consegue aprender com o ensino remoto? Porque sim ou porque não?
- uu. Você acha que apenas o acesso ao computador ou celular com Internet são suficientes para que haja ensino remoto e aprendizagem? O que mais seria necessário para ensinar e aprender nessa nova realidade?

## **3. ENVOLVIMENTO CULTURAL OU INDIGENISMO**

### **3.1. Participação e organização social**

- a. Você sabe como a sua comunidade/aldeia está organizada? Quem é o líder comunitário? Qual é o papel dele?
- b. Você participa das atividades culturais e políticas da sua comunidade/aldeia? Quais são as atividades que você participa? Comente.

- c. Essas atividades (reuniões, assembleias, etc.) acontecem com que frequência? Você ou algum familiar participa?
- d. Você (quilombola, indígena ou sertanejo) vivencia a sua própria cultura? Você a valoriza? O que há de diferente das outras culturas? Há diferenças?
- e. Você gosta de ser indígena/quilombola/sertanejo? Porque? Comente.
- f. Como se dá o reconhecimento cultural na sua etnia/comunidade? Você escolhe fazer parte da etnia ou basta ser descendente (filho ou neto de quilombolas e indígenas)?

### **3.2. História e características**

- a. Você conhece a história da sua comunidade? Se sim, como você conheceu? Quem contou a você? Conte um pouco dessa história.
- b. Quais são as principais expressões culturais da sua etnia ou comunidade? Você participa? Comente.
- c. Quais são os conhecimentos da sua cultura/etnia que você julga importante ter? Qual seria a sua utilidade?
- d. Quais são as crenças existentes em sua comunidade? Como por exemplo as religiões de matriz africana, catolicismo, protestantismo, catimbó, pajelança, encantamento, dentre outros.
- e. Na sua comunidade existe algum tipo de arte típica? Como por exemplo, uma dança, artesanatos, pinturas, vestimentas típicas, cantos, poesia, pinturas, etc.
- f. Fale sobre essa arte. Você aprendeu e pratica alguma expressão artística na sua comunidade? Qual? Qual é a importância dela?
- g. Você percebe alguma dificuldade e/ou facilidade na sua vida por ser indígena/quilombola/sertanejo? Comente sobre isso.

**ANEXES A – AVIS SURCONSTANCIÉ  
D’APPROUVATION ÉTHIQUE DE LA CONEP –  
COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA  
(COMMISSION NATIONAL BRÉSILIEEN D’ÉTHIQUE EN  
RECHERCHE)**

**PARECER CONSUBSTANCIADO DA CONEP**

**DADOS DA EMENDA**

**Título da Pesquisa:** Ensino de ciências em cultura cruzada: a formação de conceitos em sala de aula multicultural em Salgueiro, Pernambuco, Brasil

**Pesquisador:** RAFAEL SANTOS DE AQUINO

**Área Temática:** Estudos com populações indígenas;

**Versão:** 5

**CAAE:** 32536620.2.0000.9547

**Instituição Proponente:** INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SERTAO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.426.946

**Apresentação do Projeto:**

As informações contidas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram obtidas dos documentos contendo as Informações Básicas da Pesquisa (PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_1629756\_E1.pdf, de 09/11/2020) e do Projeto Detalhado (Projeto\_de\_Pesquisa\_on\_line\_ALTERACOES\_LIMPAS.docx, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

**INTRODUÇÃO**

Cenário: em uma sala de aula do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária no Sertão de Pernambuco, o professor recifense (urbano) ensina Bioquímica Molecular aos povos indígenas das etnias Atikum e Truká, aos quilombolas e aos sertanejos tradicionais (povos formados pelo sincretismo cultural entre europeus portugueses e holandeses, cristãos e judeus, indígenas e africanos, apresentando uma cultura única e sincrética revelada na adaptação cultural, social e econômica à região semiárida brasileira). Após cada aula o docente se questiona: Como se dão os processos de aprendizagem ou a conceitualização do real entre indivíduos de culturas tão diferentes? Como eles aprendem Bioquímica? Qual a influência do ensino na formação dos conceitos científicos e do desempenho escolar desses indivíduos? Essas questões justificam o interesse no desenvolvimento da pesquisa científica em Ensino de Ciências ao considerar como objeto de pesquisa a formação de conceitos

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

em Bioquímica sob a interação de diferentes matrizes culturais na sala de aula. Vários estudos (André et al., 2017; Araújo et al., 2017; Aquino et al., 2017; Brayner- Lopes et al., 2017) apontam para a necessidade de que os conceitos da Biologia Celular e Molecular não sejam tratados de forma fragmentada pois transitam entre os contextos micro e macroscópicos, exigindo contextualização para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto Brayner -Lopes et al. (2017) defendem que o ensino da Biologia deve obedecer a uma perspectiva integrada e holística o que requer uma imprescindível transição paradigmática (do paradigma tradicional para o complexo). Em uma sala de aula multicultural, o aprendizado ocorre mediante as travessias de fronteiras culturais (Aikenhead, 1996; Matos, Caraballo e Acioly-Régnier, 2019), a despeito das diferenças de concepção entre esses dois autores quanto à realidade do aluno e a Ciência. Para Aikenhead (1996) a realidade do aluno é representada por uma cultura constituída por outras subculturas e a Ciência Ocidental se constitui como uma subcultura escolar; na concepção de Matos, Caraballo e Acioly-Régnier (2019), a realidade do aluno é representada pelo contexto extraescolar e a Ciência Ocidental é composta pelo contexto escolar. Conhecer tais subculturas ou contextos possibilita planejamentos didáticos situados não só à realidade da escola, mas também à realidade do aluno. Isso favorecerá uma mediação mais adequada do conhecimento científico (construção e reconstrução do conhecimento), potencializando o processo de ensino-aprendizagem e enculturação científica (já que a Ciência Ocidental se revela como uma cultura a ser aprendida) sem que seja desmerecido o conhecimento cultural popular das diferentes culturas, ou seja, sem que o estudante tenha o contexto escolar sobreposto ao seu contexto extraescolar. Este projeto de pesquisa traz a preocupação em ofertar um plano teórico-metodológico, após a apreensão da realidade das diferentes culturas, chamado de Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco - MoMuP-PE (Brayner-Lopes, 2015, 2019; Sá et al., 2018, 2019), desenvolvido e analisado no Ensino Superior em cursos de licenciatura . A utilização desta metodologia no processo de ensino e aprendizagem permitirá perceber a formação de conceitos científicos na dinâmica do cruzamento de fronteiras culturais. Dessa forma, nossa preocupação vai além da formação de conceitos em si, pretendendo identificar relações extra e intraescolares que, permeadas pelas relações de poder, se revelam na multiculturalidade neste caso apontado.

#### HIPÓTESE

As representações da realidade que emergem de estudantes pertencentes a diversas culturas influenciam o processo de aprendizagem em Bioquímica?

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

## METODOLOGIA

1. Pressupostos da influência cultural no rendimento escolar. Este estudo visa identificar possíveis influências do fator cultural no rendimento escolar dos alunos nas diversas disciplinas ou grupos disciplinares (Ciências Naturais, Ciências Humanas, Linguagem, Técnicas, Propedêuticas, dentre outras). Para esse estudo serão coletados dados dos alunos do curso de Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária de 2011 até 2018. Os dados serão obtidos sem a identificação dos alunos, sendo considerados o sexo, o grupo social ao qual pertencem (indígenas, quilombolas ou sertanejos tradicionais) e as médias obtidas em todos os componentes curriculares que serão estudados individualmente ou em grupos disciplinares. Para análise dos dados de desempenho será utilizada a análise estatística implicativa (ASI) com no mínimo 85% de implicação sob o uso do software CHIC (2014).

2. Perfil Multicultural dos Professores. Será aplicado um questionário semiestruturado digital (Google Forms®) para 30 professores do IF Sertão-PE, Campus Salgueiro. Se espera traçar um perfil multicultural dos docentes a partir de sua origem, da história formativa e das características gerais de suas práticas pedagógicas. Assim, propomos um questionário estruturado em três aspectos gerais atrelados às questões multiculturais: 1. Características e formação do professor; 2. Prática docente; e 3. Concepções e conhecimentos teóricos educacionais e multiculturais. Os dados serão organizados em planilhas do Microsoft Excel® (2010) para análise percentual descritiva e para atendimento das peculiaridades exigidas para processamento das informações pelo software CHIC 7.0 (2014) para a análise estatística implicativa. A identidade dos respondentes será preservada.

3. Pesquisa Etnográfica Educacional. Para este tipo de análise serão utilizadas ferramentas de captação de dados como entrevistas semiestruturadas e histórico de vida. Poderão ser utilizadas ferramentas de registro de dados como notebook, câmeras fotográficas digitais e gravadores de áudios. Serão convidados seis estudantes para participar da pesquisa etnográfica sendo dois quilombolas, dois indígenas e dois sertanejos. O convite aos estudantes para participação da pesquisa se dará mediante a disponibilidade de representantes de cada cultura no 2º ano do Ensino Médio do Técnico em Agropecuária. Estes mesmos alunos participarão da etapa de pesquisa sobre a formação de conceitos científicos em Bioquímica, visto que esta etapa será chave para o planejamento do ensino conforme o Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco, MoMuP-PE, apresentado na etapa seguinte. Os respondentes terão as identidades preservadas.

3. Formação de Conceitos em Bioquímica. Para atender a esta etapa de pesquisa em sala aula será utilizado o Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE) que é uma Base de

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

Orientação da Atividade (BOA) específica para a formação de conceitos em domínios complexos e pouco estruturados como é o caso da Bioquímica, conforme Brayner-Lopes (2015).

A análise da formação de conceitos será realizada conforme a interpretação quanti-qualitativa considerando as seguintes categorias: Relações interdisciplinares; Coerência conceitual, Travessia de fronteiras culturais (Aikenhead, 1996 e 1997), Equívocos conceituais, limitações paradigmáticas, Influências do MoMuP-PE, Relações multiculturais étnicas (Candau, 2008), Relações de Poder (Van Dijck, 2015). As categorias foram determinadas conforme Couto et al. (2017) tomando por base a coerência conceitual, equívocos e lacunas, sendo propostas outras categorias conforme o objetivo desta proposta de pesquisa. Análises quantiquantitativas serão feitas mediante a utilização da Análise Estatística Implicativa (ASI) com utilização do software Classificação Hierárquica Implicativa Coesitiva - CHIC 7.0 (2014) considerando a intensidade de implicação mínima de 85%.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

##### **OBJETIVO PRIMÁRIO**

Conhecer as influências culturais na formação de conceitos científicos em Bioquímica em salas de aulas multiculturais do IF Sertão-PE em Salgueiro-PE, Brasil (estudantes indígenas, quilombolas e sertanejos).

##### **OBJETIVOS SECUNDÁRIOS**

- Investigar as culturas envolvidas no contexto escolar e extraescolar em Salgueiro-PE;
- Analisar o MoMuP-PE (Modelo das Múltiplas Perspectivas Pernambuco) como alternativa metodológica para trabalhar a Bioquímica Molecular dos Carboidratos como proposta metodológica no processo de ensino e aprendizagem intercultural;
- Compreender a sala multicultural conforme seus atores (professor e estudantes), seus contextos extraescolares e seus processos relacionais.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

##### **RISCOS**

Os riscos para os estudantes participantes são: desconforto e constrangimento relacionados à aula, que será ação de pesquisa ou pela identificação cultural (identificação coletiva como quilombolas, indígenas ou sertanejos), já que as identidades dos participantes não serão reveladas; prejuízo financeiro de ordem alimentar ou de transporte no dia da ação de pesquisa.

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br



# COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

Nossa proposta para amenizar os riscos são:

- (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários;
- (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa com o prazo de 1 (um) ano após a assinatura dos termos de assentimento livre e esclarecido (TALE) ou de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (prazo necessário para a realização das primeiras publicações científicas envolvendo os dados coletados);
- (3) os custos ocasionados pela participação na pesquisa como alimentação e transporte ou ainda qualquer problema decorrente a isso (distúrbios alimentares, perda do transporte escolar, custo adicional de passagem no trajeto escola-casa, valor de diária de R\$ 100,00, cem reais, hospedagem e alimentação em Salgueiro caso haja indisponibilidade de transporte escola-casa). serão custeados pelo pesquisador principal (Rafael Santos de Aquino).

Riscos para professores participantes são: desconforto e constrangimento relacionados às perguntas.

Nossa proposta para amenizar os riscos são:

- (1) manter sigilo sobre a identidade dos participantes voluntários;
- (2) os voluntários podem solicitar a sua desvinculação da pesquisa com o prazo de 1 (um) ano após a assinatura dos termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE), visto ser o prazo necessário para a realização das primeiras publicações científicas envolvendo os dados coletados.

## BENEFÍCIOS

Os benefícios diretos para os estudantes são: a aprendizagem de um conteúdo científico referente à Bioquímica; vivenciar uma pesquisa científica no campo do Ensino/Educação. Os benefícios indiretos são: valorização da diversidade cultural na pesquisa educacional; consideração das peculiaridades culturais no processo de ensino-aprendizagem; valorização sociocultural quilombola, indígena e sertaneja na escola; potencial à inclusão sociocultural no IF SERTÃO-PE, Campus Salgueiro, através de planos que atendam à educação intercultural. Os benefícios diretos para os professores são:

Os benefícios diretos para os voluntários docentes envolvem: identificação de culturas existentes na sala de aula; possível sensibilização às questões socioculturais em sala de aula; reflexão sobre a temática da interculturalidade do campus Salgueiro.

Os benefícios indiretos são: obtenção de resultados que contribuam com o planejamento das aulas; possibilidade de planejamento institucional em prol da educação intercultural e de possível melhoria da condição de trabalho docente para uma ação docente equitativa em sala de aula

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

Continuação do Parecer: 4.426.946

considerando todas as culturas presentes.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

**EMENDA 1**

Justificativa: Devido à pandemia de Covid-19 e seus efeitos com a suspensão das aulas presenciais e a retomada do ano letivo por meio do ensino remoto (on-line), não será possível que o pesquisador realize a coleta de dados de forma presencial. Sendo assim o pesquisador realizará a coleta de dados de forma remota, com anuência da instituição para coleta de dados, conforme descrito a seguir:

1. Sistema de Administração e Gestão Escolar – SAGE para obtenção dos dados de notas dos estudantes;
2. E-mails institucionais dos docentes atuantes no curso de Ensino Médio Integrado em Agropecuária com o intuito exclusivo de convidá-los para participação da pesquisa através de questionários investigativos on-line;
3. Participação como professor-pesquisador em sala de aula virtual da plataforma Google Classroom, utilizada institucionalmente para a execução das aulas remotas (online) com os estudantes do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Agropecuária;
4. Condução das aulas-experimento, enquanto professor-pesquisador DE forma remota.

As alterações propostas levaram à elaboração de novas versões do projeto detalhado, dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e do termo de assentimento.

A emenda impactou alteração no orçamento (redução de custos), mas a hipótese, objetivos e metodologia permanecem os mesmos.

Documentos alterados/apresentados na presente emenda:

1. PROJETO DETALHADO, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.
2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS PAIS/REPONSÁVEL LEGAL, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.
3. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ESTUDANTE MAIOR DE IDADE, postado

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

# COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

4. TERMO DE ASSENTIMENTO, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

5. ORÇAMENTO, postado na Plataforma Brasil em 09/11/2020.

6. TEXTO CONVITE PARTICIPACAO ESTUDANTE/CONSENTIMENTO DO RESPONSAVEL LEGAL ONLINE, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

7. TEXTO CONVITE PARTICIPACAO DO ESTUDANTE ONLINE, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

8. TEXTO CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO DO PROFESSOR ONLINE, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

9. CARTA ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO PARA USO DE DADOS REFERENTE AO ENSINO REMOTO, postado na Plataforma Brasil em 15/09/2020.

## **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

## **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não foram identificados óbices éticos na presente emenda.

## **Considerações Finais a critério da CONEP:**

Diante do exposto, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - Conep, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 510 de 2016, na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação da emenda proposta ao projeto de pesquisa.

Situação: Emenda aprovada.

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

# COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

## Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1629756_E1.pdf	09/11/2020 16:53:08		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEIS_MENORES_DE_IDADE_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.doc	09/11/2020 16:44:20	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Estudante_Maior_Idade_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.doc	09/11/2020 16:44:04	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Estudante_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.doc	09/11/2020 16:43:36	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.docx	09/11/2020 16:43:18	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Orçamento	Orcamento_on_line_ALTERACOES_LIMPAS.docx	09/11/2020 16:42:44	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEIS_MENORES_DE_IDADE_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.doc	04/11/2020 19:10:11	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Estudante_Maior_Idade_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.doc	04/11/2020 19:09:43	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_Estudante_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.doc	04/11/2020 19:08:34	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Orçamento	Orcamento_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.docx	04/11/2020 19:07:59	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_on_line_ALTERACOES_DESTACADAS.docx	04/11/2020 19:06:11	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ESTUDANTE_MAIOR_IDADE_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:24:27	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	JUSTIFICATIVA_MODIFICACAO_PROJETO_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:13:24	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TEXTO_CONVITE_PARTICIPACAO_E_ESTUDANTE_CONSENTIMENTO_RESPONSIVEL_LEGAL_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:06:58	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

# COMISSÃO NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

Outros	TEXTO_CONVITE_PARTICIPACAO_E STUDANTE_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:06:04	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TEXTO_CONVITE_PARTICIPACAO_P ROFESSOR_ONLINE.pdf	15/09/2020 22:04:06	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	CARTA_ANUENCIA_USO_DADOS_PE SQUISA_ENSINO_REMOTO.pdf	15/09/2020 22:00:37	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_PESQUISA_ENSINO_R EMOTO.pdf	15/09/2020 21:57:42	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_MUDANCA_PESQUISA_EN SINO_REMOTO.pdf	15/09/2020 21:57:02	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA.pdf	16/08/2020 17:24:23	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TERMO_COMPROMISSO_CONFIDEN CIALIDADE_alteracoes_limpas.pdf	16/08/2020 17:20:16	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	TERMO_COMPROMISSO_CONFIDEN CIALIDADE_alteracoes_destacadas.pdf	16/08/2020 17:19:37	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Questionario_Triade_Intercultural_Estud antes.pdf	02/07/2020 20:44:27	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Questionario_Perfil_Multicultural_Docent e.pdf	02/07/2020 20:42:49	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	27/05/2020 16:42:00	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Ana_Maria.pdf	09/03/2020 16:47:48	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Rafael.pdf	09/03/2020 16:47:29	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_Anuencia_IFSertaoPE_Rafael _Aquino.pdf	09/03/2020 16:46:04	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_plataforma_brasil.pdf	09/03/2020 14:03:10	RAFAEL SANTOS DE AQUINO	Aceito

## Situação do Parecer:

Aprovado

BRASILIA, 29 de Novembro de 2020

Assinado por:  
**Jorge Alves de Almeida Venancio**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASILIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** conep@saude.gov.br

COMISSÃO NACIONAL DE  
ÉTICA EM PESQUISA



Continuação do Parecer: 4.426.946

**Endereço:** SRTVN 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar

**Bairro:** Asa Norte

**CEP:** 70.719-040

**UF:** DF

**Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3315-5877

**E-mail:** [conep@saude.gov.br](mailto:conep@saude.gov.br)