



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DIOGO DA SILVA

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR:
CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UMA COMPOSIÇÃO
INTERDISCIPLINAR POR MEIO DA INVESTIGAÇÃO PARA O
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Londrina
2018

DIOGO DA SILVA

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR:
CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UMA COMPOSIÇÃO
INTERDISCIPLINAR POR MEIO DA INVESTIGAÇÃO PARA O
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Silva, Diogo da.

Unidade de Aprendizagem Interdisciplinar: : Construção e análise de uma composição interdisciplinar por meio da investigação para o ensino de Ciências / Diogo da Silva. - Londrina, 2018.
194 f. : il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Ensino de Ciências - Tese. 2. Interdisciplinaridade - Tese. 3. Saberes Docentes - Tese. 4. Microbiologia - Tese. I. Batista, Irinéa de Lourdes . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

DIOGO DA SILVA

**UNIDADE DE APRENDIZAGEM INTERDISCIPLINAR:
CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UMA COMPOSIÇÃO
INTERDISCIPLINAR POR MEIO DA INVESTIGAÇÃO PARA O ENSINO
DE CIÊNCIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Mariana A. B. Soares de Andrade
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Vera Lúcia Bahl Oliveira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 20 de dezembro de 2018.

Dedico este trabalho aos que
concebem a educação como um caminho
que pode garantir a todos os tipos de emancipação.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado de vínculos de diversas pessoas que contribuíram em tempos diferentes para a reflexão e produção do mesmo.

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, à qual entreguei e concedi esse projeto.

Em especial, gratidão à minha orientadora, Profa. Irinéa de Lourdes Batista, por partilhar seus grandes saberes e contribuir com minha formação intelectual e profissional.

Às professoras doutoras Vera Lucia Bahl de Oliveira e Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade, por contribuírem também com minha formação e avaliarem meu trabalho, bem como a professora doutora Aniele Radzikoski Agner, por me incentivar ao longo da graduação para a relevância da pesquisa. Com o mesmo valor, a professora Marlene Ruiz Bueno, que ainda nas séries iniciais me mostrou o valor do professor por meio de sua dedicação, suas práticas e afeto à turma. Me inspiro em você.

Aos alunos, sujeitos da pesquisa que, sem ao menos ter ciência da tomada dos dados, participaram ativamente da abordagem, bem como aos professores que contribuíram para que a abordagem interdisciplinar de fato acontecesse.

Agradeço às amigas e aos amigos do Grupo de Pesquisa IFHIECEM, por todo apoio e colaboração ao longo deste processo de formação e desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus pais, Lazineira e José, que perceberam a educação como um meio pelo qual se deve incentivar, motivar.

À minha esposa Priscila e minha filha Lívia, que representam minha motivação para sair de casa em busca de trabalho e estudo e também ao retorno onde o amor, o carinho e o reconhecimento são sentidos e recíprocos.

Expresso aqui minha gratidão aos amigos que partilharam deste processo comigo. A todos, o meu obrigado.

“A educação é o ponto em que decidimos se amamos o mundo o bastante para assumirmos a
responsabilidade por ele.”

Hannah Arendt

SILVA, Diogo da. **Unidade de aprendizagem interdisciplinar**: construção e análise de uma composição interdisciplinar por meio da investigação para o ensino de Ciências. 2018. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

A perspectiva de interdisciplinaridade educativa promove a contextualização e o envolvimento das partes, constituindo ligações de complementaridade e correlação, interconexões e passagens entre os conhecimentos e especialidades, reconhecendo a complexidade que envolve as situações humanas. Tem como objetivo promover, por intermédio de uma abordagem, a integração de variados conhecimentos, estimulando e desenvolvendo habilidades cognitivas e relacionais, para que ocorra aprendizagem significativa, complexa e então interdisciplinar, assim como preparar o aluno para a interpretação e mudança de sua condição e atitude social frente à sua realidade. Proporcionando e capacitando o sujeito de modo que o mesmo reconheça a legitimidade e faça uso dos saberes científicos na prática cotidiana. Ocorrendo por meio de estratégias de ensino que abordaram questionamentos, reflexões e a participação em decisões. Propusemos a elaboração, aplicação e análise de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), para um grupo de vinte e oito alunos em uma turma interseriada do ensino médio, ora divididos em cinco equipes e ora participando de atividades individuais, assim proporcionando uma situação de aprendizagem em que aconteça a interdisciplinaridade para o ensino de Ciências. Nesta prática foram incluídos e entrelaçado aspectos da abordagem investigativa, da aprendizagem significativa e assim a consideração ao contexto do aluno, bem como princípios da complexidade, o conteúdo disciplinar de Microbiologia e por fim toda intervenção alicerçada nos saberes docentes. Além disso, organizamos e planejamos as etapas de modo que pudéssemos analisar a aprendizagem dos estudantes, por meio do V epistemológico, frente aos conceitos de Microbiologia. Nossa abordagem garantiu a promoção de situações coerentes a fim de manter o desenvolvimento de avanços que integram os conhecimentos cognitivos e sócio-relacional por parte dos estudantes e do professor pesquisador. Reconhecemos que nas propostas em equipe ficou mais evidente que essas relações aconteceram na qual os integrantes, apoiados por outros docentes da instituição, indicados ao longo da abordagem, contribuíram para as demonstrações e para as investigações. Percebemos, também, que a maior noção dos alunos gira ao torno do quesito que reconhecem e caracterizam os microrganismos como agentes benéficos ou prejudiciais à manutenção da vida na Terra. Acreditamos que o uso de uma metodologia investigativa de ensino poderia ser um fator que contribuiu para que as noções alternativas, elaboradas pelos alunos também em seu cotidiano, fossem reformuladas para a adoção de uma aprendizagem mais coerente com os conhecimentos científicos.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Complexidade. Saberes docentes. Ensino de Ciências. Microbiologia.

SILVA, Diogo da. **Unit of interdisciplinary learning**: construction and analysis of an interdisciplinary composition through research for the teaching of Sciences. 2018. 194 p. Dissertation (Master's Degree in Science Teaching and Mathematical Education) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The perspective of educational interdisciplinarity promotes contextualization and the involvement of the parties, constituting complementarity and correlation links, interconnections and passages between knowledge and specialties, recognizing the complexity involved in human situations. With the objective of promoting through an approach the integration of varied knowledge, stimulating and developing cognitive and relational skills, with the objective of meaningful, complex and then interdisciplinary learning, as well as preparing the student for the interpretation and change of their condition and social attitude in front of their reality. Providing and empowering the subject so that the subject recognizes legitimacy and makes use of scientific knowledge in everyday practice. Occurring through teaching strategies that addressed questions, reflections and participation in decisions. We propose the elaboration, application and analysis of an Interdisciplinary Island of Rationality (IIR) for a group of twenty-eight students in an inter-secondary classroom of high school, now divided into five teams and now participating in individual activities, thus providing a learning situation in which interdisciplinarity for science teaching takes place. Including in this practice the interweaving of aspects of the investigative approach, of meaningful learning and thus the consideration to the context of the student, as well as principles of complexity, the disciplinary content of Microbiology and finally any intervention based on the teaching knowledge. In addition, we organized and planned the steps so that we could analyze the students' learning, through the epistemological V, against the concepts of Microbiology. Our approach ensured the promotion of coherent situations in order to maintain the development of advances that integrate the cognitive knowledge and relational partner by the students and the professor researcher. We recognize that in the team proposals, it was more evident that these relationships happened, where the members, supported by other teachers of the institution, indicated throughout the approach, contributed to the demonstrations and to the investigations. We also perceive that the greater notion of students revolves around the issue that recognizes and characterizes microorganisms as beneficial or detrimental agents to the maintenance of life on Earth. We believe that the use of an investigative methodology of teaching could be a factor that contributed to the alternative notions, elaborated by the students also in their daily life, were reformulated for the adoption of a learning more coherent with the scientific knowledge.

Keywords: Interdisciplinarity. Complexity. You know teachers. Science teaching. Investigative Approach. Microbiology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Saberes Docentes para o desenvolvimento e aplicação da proposta Interdisciplinar	55
Figura 2 –	Versão original Vê epistemológico, Vê heurístico, Vê de Gowin (1970, 1981), Novak e Gowin (1984) e Moreira (1990).....	71
Tabela 1 –	Esquema geral da abordagem.....	84
Histograma 1 –	Frequências relativas (%) das UR referentes aos registros encontrados em algum momento da IIR	100
Histograma 2 –	Frequências relativas (%) das UR referentes aos aspectos encontrados em algum momento da IIR	101
Histograma 3 –	Frequências relativas (%) das UR referentes aos registros encontrados no V epistemológico	132
Histograma 4 –	Frequências relativas (%) das UR referentes aos aspectos encontrados no V epistemológico	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma	93
Quadro 2 –	Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma	96
Quadro 3 –	Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma	96
Quadro 4 –	Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma	97
Quadro 5 –	Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma	98
Quadro 6 –	Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma	98
Quadro 7 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 1	101
Quadro 8 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 1	104
Quadro 9 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 1	105
Quadro 10 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 1	105
Quadro 11 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 1	106
Quadro 12 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 2	108
Quadro 13 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 2	110
Quadro 14 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 2	111
Quadro 15 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 2	111
Quadro 16 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 2	112
Quadro 17 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 3	114
Quadro 18 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 3	116
Quadro 19 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 3	117
Quadro 20 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 3	117
Quadro 21 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 3	118
Quadro 22 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 4	120
Quadro 23 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 4	122
Quadro 24 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 4	123
Quadro 25 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 4	123
Quadro 26 –	Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	124

Quadro 27 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	124
Quadro 28 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	126
Quadro 29 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	128
Quadro 30 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	129
Quadro 31 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	129
Quadro 32 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HFC	História e Filosofia da Ciência
IIR	Ilha Interdisciplinar de Racionalidade
LDB	Lei de Diretrizes e Básicas da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
NCC	<i>National Curriculum Council</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 REFERENCIAL TEÓRICO	19
1.1 PROFISSIONAL PROFESSOR	19
1.2 CENÁRIO ESCOLAR CONTEMPORÂNEO	21
1.3 NOVAS PRÁTICAS PARA NOVOS CENÁRIOS	23
1.4 CONCEPÇÕES DE INTERDISCIPLINARIDADE E DESAFIOS DA PRÁTICA.....	26
1.4.1 Aprendizagem significativa	36
1.5 Interdisciplinaridade educativa e o pensamento complexo	41
1.6 SABERES DOCENTES EM FORMAÇÃO	46
1.7 INTERDISCIPLINARIDADE DOCENTE.....	53
2 ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR EDUCATIVA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	55
2.1 ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE: PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	56
2.1.1 Aspectos Interdisciplinares das Ilhas de Racionalidade	57
2.1.2 Construção das Ilhas Interdisciplinares da Racionalidade	59
2.2 O PROFISSIONAL PROFESSOR E SEU PAPEL NA PROPOSTA DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE	63
2.3 ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	64
2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICA CONEXÕES ENTRE A TEORIA DE APRENDIZAGEM E ABORDAGENS INVESTIGATIVAS	69
2.5 A MICROBIOLOGIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS	73
3 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	76
3.1 CENÁRIO E SUJEITOS DA PESQUISA	76
3.2 Caracterização da Pesquisa	77
3.3 COMPOSIÇÃO DA ABORDAGEM FUNDAMENTADA NAS ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE	78
3.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO	81
3.4.1 Pré-Análise: instrumentos de obtenção de dados	82

3.5	PESQUISA EMPÍRICA	83
3.5.1	Esquema geral da composição da abordagem da IIR.....	83
3.6	INVESTIGAÇÃO DO MATERIAL: UNIDADES DE CONTEXTO E DE REGISTRO	87
4	INTERPRETAÇÕES, INFERÊNCIAS, INTERVENÇÕES E CONTRIBUIÇÕES DA INVESTIGAÇÃO	92
4.1	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	92
4.1.1	Resultados obtidos ao longo das atividades da IIR	93
4.2	METATEXTO: INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS	133
4.2.1	Noções a respeito dos microrganismos como parte constituindo do mundo vivo.....	133
4.2.2	Noções a respeito dos microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano	137
4.2.3	Noções a respeito dos microrganismos e sua relação com os alimentos	140
4.2.4	Noções a respeito microrganismos e a decomposição e fermentação	141
4.2.5	Noções a respeito microrganismos e biotecnologia	142
4.2.6	Noções a respeito de hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)	143
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	152
	REFERÊNCIAS	158
	APÊNDICES	173
	APÊNDICE 1 – Abordagem IIR.....	173
	APÊNDICE 2 – Situações-problemas.....	181
	APÊNDICE 3 – Modelos didáticos.....	182
	APÊNDICE 4 – Esquemas	184
	APÊNDICE 5 – V Epistemológico	186
	ANEXOS	187
	ANEXO 1 – Gigantes e Invisíveis, Revista Ciência Hoje	187
	ANEXO 2 – Textos de apoio: de inimigos a aliados; parceria contra câncer e bactérias patogênicas – Revista Ciência Hoje	191

TRAJETÓRIA ACADÊMICA

Sou docente, formado em Ciências Biológicas pela Faculdade de Jandaia do Sul – PR, no ano de 2008, atuante na rede pública e privada de ensino desde quando estava em formação universitária.

Por intermédio de uma professora da graduação, cheguei à Universidade Estadual de Londrina para prática de Iniciação Científica no laboratório de genética, trabalhando com extratos de plantas aplicadas em camundongos a fim de reconhecer processos mutagênicos nos mesmos, pesquisas essas realizadas ao longo dos dois últimos anos da graduação. Reconheço essa fase com muita importância na decisão de ser professor, pois em mim não era inata. Aquela rotina laboratorial não era expectativa para mim, assim, no terceiro ano da graduação, ao longo da prática de estágio em sala, percebi que essa rotina seria minha profissão. Desde então, assinei contratos de trabalho na mesma instituição e continuo até os dias de hoje.

A respeito de formação em serviço, realizei quatro pós-graduações tipo *Lato Sensu*, sendo elas: Especialização em Gestão escolar, Supervisão de ensino pela Especialização em Gestão escolar, Supervisão de ensino, orientação; Especialização em Prevenção em dependência química na Fundação Fead Minas; Especialização em Ensino de Ciências Biológicas na Universidade Estadual de Londrina e Especialização em Genética para professores do ensino médio pela Universidade Federal do Paraná.

Todas elas contribuíram para os meus saberes docentes, na qual hoje os coloco em prática para a realização de mais este projeto.

INTRODUÇÃO

Considerando e aspirando aos objetivos da alfabetização científica, propomos uma abordagem interdisciplinar para escola básica, destinada ao ensino de Ciências por meio da elaboração, aplicação e análise de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), assim proporcionando uma situação de aprendizagem em que aconteça a interdisciplinaridade. Está incluído em tal prática o entrelaçamento de aspectos da abordagem investigativa, da aprendizagem significativa, a consideração ao contexto do aluno, bem como princípios da complexidade, o conteúdo disciplinar de microbiologia e por fim toda intervenção alicerçada nos saberes docentes. A finalidade é promover, por intermédio da abordagem, a integração de variados conhecimentos, estimulando e desenvolvendo habilidades cognitivas e relacionais, com o objetivo de que ocorra aprendizagem significativa, complexa e então interdisciplinar, bem como preparar o aluno para a interpretação e mudança de sua condição e atitude social frente à sua realidade. Além disso, organizamos e planejamos as etapas de modo que pudéssemos analisar a aprendizagem dos estudantes, por meio do V epistemológico, frente aos conceitos de microbiologia.

O objetivo geral deste trabalho foi o de reconhecer e analisar os aspectos epistemológicos bem como metodológicos dos saberes docentes necessários para promover ensino e analisar aprendizagem dos alunos de conhecimentos interdisciplinares, desenvolvendo relações profundas e complexas entre os saberes escolares, a ciência e a tecnologia, bem como:

- Projetar os saberes docentes em uma proposta interdisciplinar, que promova a autonomia, a comunicação entre estudante e estudante, estudante e docente e estudante e especialistas, assim como discutir a expressão dos saberes docentes ao longo da abordagem.
- Proporcionar e capacitar o aluno de modo que o mesmo reconheça a legitimidade e faça uso dos saberes científicos na prática cotidiana, aspectos objetivados na Alfabetização Científica. Ocorrendo por meio de estratégias de ensino que abordaram questionamentos, reflexões e a participação em decisões.
- Por meio de uma abordagem interdisciplinar com caráter investigativo, investigar se a estratégia de ensino e aprendizagem adotada seria capaz de promover conhecimentos interdisciplinares e aprendizagem significativa.

- Ao fim da abordagem, detectar indícios de aprendizagem dos alunos por meio do V epistemológico.

A presente investigação no campo da Interdisciplinaridade se caracteriza como uma tradição de pesquisa, pelo fato de constantes explorações na linha adotada pelo grupo de pesquisa IFHIECEM – Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Londrina.

Como apresentado nas pesquisas de Santos, Franco, Leon, Ovigli e Junior (2017), os mesmos expuseram que entre os anos de 2011 e 2016, no Brasil, apenas quatro obras entre dissertações e teses apresentavam investigações interdisciplinares no contexto da educação, com foco no processo de formação docente e em práticas pedagógicas. Com relação ao conteúdo que será abordado ao longo da proposta didática a Microbiologia, de acordo com os levantamentos de Jacobucci e Jacobucci (2009), são pouquíssimas as divulgações científicas a respeito de ensino em Microbiologia, nem ao menos produções a respeito de como essa temática vem acontecendo e os conflitos nos quais docentes que se propõem a pesquisar, se deparam em apresentar a Microbiologia ao público em geral. O mesmo cenário é também encontrado nas investigações de Andrade (2016), a respeito de abordagens e percepções dos professores diante da temática de Microbiologia, que ao fim propõe mais contribuições quanto a investigações, estratégias e práticas que contribuam para a área.

Reconhecemos a relevância de investigações desta linha de pesquisa, por legitimar sua importância na formação e atuação do profissional professor, bem como tal docente caracterizar e construir sua prática ou os momentos de sua prática como sendo disciplinar, multidisciplinar, ou interdisciplinar, com isso promovendo os objetivos coerentes com tal proposta de alfabetização científica, dos processos de ensino e aprendizagem, bem como com a organização do currículo da escola e dos profissionais que atuam na mesma, coerentes com a titulação e manifestação de suas práticas e abordagens.

Mediante estas motivações, para a discussão da pesquisa organizamos este trabalho em três capítulos. **No Capítulo I: Referenciais Teóricos**, exporemos o cenário e o contexto teórico no qual nossa investigação está inserida. Traremos uma discussão em relação ao profissional professor, bem como o que atualmente a sociedade espera deste profissional, a conceituação do termo Interdisciplinaridade, do pensamento complexo, da Teoria de Aprendizagem significativa, e dos saberes docentes. Também apresentamos as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade de Fourez (1997) como uma proposta interdisciplinar para

alfabetização científica, bem como o papel do professor nesta proposta e os aspectos da prática investigativa que serão essências para o desenvolvimento da abordagem. E, por fim, um retrato da Microbiologia e o ensino de Ciências, expondo o entrelaçamento dos aspectos que darão subsídios à produção, aplicação e análise para nossa abordagem.

No **Capítulo II: Encaminhamentos Metodológicos**, abordaremos em detalhes todo o caminho de nossa investigação, de acordo com os referenciais a respeito de Pesquisas Qualitativas. Nossa investigação constitui-se de duas etapas complementares, uma Pesquisa Teórica e, na sequência, a Investigação Empírica. Constitui-se da Investigação Teórica o levantamento da literatura, das investigações acadêmicas e em relação a abordagens interdisciplinares por meio da Ilha Interdisciplinar da Racionalidade, práticas investigativas e o Ensino de Ciências. Quanto à Pesquisa Empírica, apresentaremos o processo de aplicação da abordagem didática, e da tomada de dados empíricos, bem como as Unidades de Contexto e Unidades de Registro que foram expostas com base na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2004), a fim de nos amparar na avaliação da proposta.

No **Capítulo III: interpretações, inferências, intervenções e contribuições da investigação**, exibiremos o tratamento dos dados, das inferências e interpretações dos resultados, servindo de norte para elaboração do **Metatexto** fundamentado no referencial teórico exposto.

Ao final, evidenciaremos as **Considerações Finais** e prováveis conclusões desta dissertação, sinalizando, como suporte nos resultados, possíveis intervenções de aperfeiçoamento, e nosso parecer a respeito do assunto abordado, os quais dão procedência para novas interrogativas e pesquisas.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 O PROFESSIONAL PROFESSOR

A formação do profissional professor vem sendo esboçada ao longo de sua trajetória acadêmica como aluno e como docente. Então essa personificação do professor encontra-se muito arraigada, expressando práticas e ações às quais o mesmo participou, sendo estas referências de como mediar e construir o conhecimento. Assim, transparecendo uma forte resistência à mudança, logo é fundamental um conflito que possa transformar seu modelo didático pessoal em relação ao seu trabalho, considerando a integração dos conhecimentos diversos que lhes são garantidos ao longo de sua formação como docente, bem como reconhecendo seus limites, barreiras disciplinares e entrelaçamentos interdisciplinares entre as diversas disciplinas e especialidades de sua formação.

Furió *et al.* (1992) discute:

Assim, o objecto de métodos de ensino específicos pode proporcionar não só a estruturação do conhecimento (educação, psico-socioeducacional e científico), mas também a sua integração com a prática de ensino, favorecendo a sua orientação teórica, orientando atividades educacionais e promover reflexão crítica após a interação (FURIÓ *et al.*, 1992, p. 19).

Os saberes componentes do conhecimento profissional dos docentes encontram-se entrelaçados de tal maneira que não se pode colocá-los separados ou sozinhos. Reconhecemos assim que tais conhecimentos teóricos (psicológico, disciplinar, curricular, pedagógico, sócio-histórico e metodológico) permaneceriam associados durante a formação prática do professor (FURIÓ; GIL-PÉREZ, 1989).

As pesquisas de Stenhouse (1987) e Pérez-Gómez (1998) apresentam ponto de vista em relação ao currículo e a valorização dos docentes, que como agentes ativos constroem o currículo, justificando-o como uma representação da cultura escolar envolvendo as relações entre teoria e prática, bem como entre educação e sociedade.

[...] a formação deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projectos próprios, com vistas à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional (NÓVOA, 1991, p. 25).

Sendo assim, o professor coloca em prática todos os seus saberes, experiências como aluno e como professor, estabelecendo conexões entre o que aprendeu e como aprendeu e o que ensina e da forma como ensina uma relação reflexiva sistematizada para um público heterogêneo e carregada de valores próprios. O professor atuante em sala de aula concebe reconstrução constante de seu conhecimento a respeito de como ensinar por meio de suas próprias práticas. É preciso reconhecer o professor como investigador, refletindo antes, durante e depois de sua prática, adequando o currículo à realidade discente (FILHO, 1988).

Na realidade brasileira, embora ainda de uma forma um tanto “tímida”, é a partir da década de 1990 que se buscam novos enfoques e paradigmas para compreender a prática pedagógica e os saberes pedagógicos e epistemológicos relativos ao conteúdo escolar a ser ensinado/aprendido. Neste período, inicia-se o desenvolvimento de pesquisas que, considerando a complexidade da prática pedagógica e dos saberes docentes, buscam resgatar o papel do professor, destacando a importância de se pensar a formação numa abordagem que vá além da acadêmica, envolvendo o desenvolvimento pessoal, profissional e organizacional da profissão docente (NUNES, 2001, p. 28).

Neste novo cenário, investigações em relação à formação e saberes docentes aparecem por meio de produção intelectual, com a elaboração de estudos que utilizam uma abordagem teórico-metodológica que proporciona ao professor expor aspectos de sua formação e prática, baseadas em análise de sua trajetória, inspirações, projetos e histórias de vida. Para Nóvoa (1995), este novo tratamento veio em contraposição aos estudos anteriores que concluíam com uma visão reducionista da profissão docente a um composto de competências e técnicas, promovendo uma tensão na identidade docente em virtude de uma separação entre o eu profissional e o eu pessoal. Com isso, as investigações passaram a ter o professor como ponto central em estudos, análises e reflexões, as quais, considerando as influências do “modo de vida” pessoal, acabam por afetar no profissional. “Num universo pedagógico, num amálgama de vontades de produzir um outro tipo de conhecimento, mais próximo das realidades educativas e do cotidiano dos professores” (NÓVOA, 1995, p. 19).

Adota, assim, uma nova abordagem nos estudos, que reconhecem e consideram os saberes construídos pelos docentes, o que antes não era levado em consideração. Nessa concepção de refletir e analisar a formação docente, partindo da valorização dos mesmos, é que os estudos em relação aos saberes docentes ganham força e começam a despontar na literatura, numa tentativa de identificar os diferentes saberes implícitos na prática do professor. Neste sentido, “é preciso investir positivamente os saberes de que o professor é portador, trabalhando-os de um ponto de vista teórico e conceptual” (NÓVOA, 1992, p. 27).

Em meados dos anos 1990 foi evidente a demanda por busca de novos enfoques e paradigmas para o entendimento da prática docente e de seus saberes, mesmo sendo essas temáticas ainda pouco prestigiadas nas investigações e programas de formação docente.

Refletindo nos aspectos da formação dos professores, partindo da análise da prática pedagógica, Pimenta (1999) reconhece o aparecimento da questão dos saberes como uma das características consideradas nos estudos em relação à identidade da profissão do professor. Tendo como princípio de que tal identidade é construída a partir da

Significação social da profissão; da revisão constante dos significados sociais da profissão; da revisão das tradições. Mas também da reafirmação das práticas consagradas culturalmente e que permanecem significativas. Práticas que resistem a inovações porque prenes de saberes válidos às necessidades da realidade. Do confronto entre as teorias e as práticas, da análise sistemática das práticas à luz das teorias existentes, da construção de novas teorias (PIMENTA, 1999, p. 19).

Sendo assim, restaura a importância de considerar o professor em sua própria formação, num segmento de autoformação, de ressignificação dos saberes primários em confronto com sua prática vivenciada. Com isso seus saberes, partindo da reflexão, vão sendo reelaborados por meio da prática. Atitude reflexiva que se apresenta como um novo paradigma na formação docente, baseada em uma política de desenvolvimento pessoal e profissional dos professores junto às instituições escolares.

1.2 CENÁRIO ESCOLAR CONTEMPORÂNEO

Atualmente o cenário escolar vem sendo repensado diante das abordagens didáticas e metodológicas utilizadas, em função da progressão da sociedade contemporânea e a necessidade de uma renovação e adequação de instrumentos, didáticas e práticas norteadoras do processo de ensino e aprendizagem. Os professores do ensino básico se veem atualmente diante de uma constante renovação dos conteúdos, assuntos e temáticas que norteiam a ciência como disciplina escolar e os recursos e instrumentos na qual os mesmos são mediados pelos docentes.

A respeito do cenário contemporâneo:

Um dos aspectos mais interessantes nesse novo período é a aceitação de que teorias, conceitos, modelos e soluções anteriormente considerados suficientes na resolução de problemas científicos e sociais passam por um crivo crítico e se dão como alvo de questionamentos, o que nos leva a pensar

que o que está realmente em crise é o modelo de civilização no seu todo, ou seja, o paradigma da Modernidade (BATISTA; SALVI, 2006 p. 148).

Logo, os processos de ensinar e aprender requer se não novas habilidades e competências, ao menos a consciência de que, acima de tudo atualmente, vivemos em um período em que conhecimentos científicos, sociológicos e técnicos se mostram conectados, comunicando-se em um meio sistemático e organizado (Batista; Salvi 2006).

O que parece ocorrer é que a desatualização dos professores referentes a novas práticas didáticas ocorre por inúmeros motivos, logo se faz necessário inovar por meio de propostas didáticas e metodologias para tornar significativo o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Martins (2008), em relação ao letramento científico,

[...] uma caracterização do fenômeno do letramento para além de concepções reducionistas, que restringem a aprendizagem da leitura e da escrita à competência na codificação e decodificação de informação, para uma concepção na qual esta aprendizagem importa na medida que permite tomar parte em situações sociais às quais o conhecimento científico toma parte (MARTINS, 2008, p. 09).

Para Moura e Vale (2002), a pedagogia atualmente utilizada em sala de aula é, em sua maioria, “conteudista”, na qual a preocupação principal é quase sempre a transmissão de conteúdo. “[...] Essa pedagogia atual não considera a realidade do aluno e não se baseia nos conhecimentos que eles trazem para a escola” (VIEIRA, 2010 p. 61). Ainda estamos longe de alcançar totalmente o que se espera de nossos alunos e por nossos alunos. Buscar a interação do conceitual científico, sua relação com o senso comum e torná-lo significativo é um dos papéis do educador.

No cenário brasileiro, diante dos processos de ensino, nos dias que correm, se percebe uma deterioração em função de um sistema educacional enfraquecido, no qual encontramos docentes despreparados para assumir suas atribuições no presente contexto. Tal episódio encontra-se relacionado com uma debilitada formação do docente e de uma sociedade que não valoriza a educação, aspectos que se refletem na formação da identidade profissional (NEVES, 2012).

Em função de mudanças nos diferentes contextos sociais – político, econômico, tecnológico e científico – foram ocorrendo de forma acelerada transformações também na educação, como por exemplo, a desvalorização do professor e o aumento de sua responsabilidade social, crendo a sociedade que o docente é o maior e único responsável pela educação. Como colocado por Vasconcellos (2003, p. 19):

Da cumplicidade quase doentia entre escola e família, passando por um estágio de esvaziamento do papel docente (expresso, entre outras coisas, no famigerado fenômeno de chamar a professora de tia), parte-se para uma relação de desconfiança e de defesa incondicional dos filhos nos conflitos com o professor. O professor não tem vez com os pais: se o filho vai bem, é mérito dele (filho); se vai mal, é culpa do mestre...

O docente, assumindo uma atitude de responsabilidade com sua carreira e obrigações, comprometimento com constante formação continuada, se posicionando de forma crítica e reflexiva, expondo comportamento colaborativo com a educação, busca por mudanças em seu cenário.

Em virtude de uma prerrogativa de mudança de concepção da atitude docente, vem a ser essencial que ele passe a reconhecer os saberes que o mesmo já possui e quais ainda são necessários a serem desenvolvidos para que sua prática atenda aos anseios da profissão e os esperados pela sociedade.

Os conceitos de Ensino e Aprendizagem e o papel dos docentes devem ser revistos à medida que concebemos que o aluno, seja ele quem for, é o artesão de seu próprio conhecimento, amparado ou não pela escola.

Sob tal ponto de vista, o professor, além de responsável pelo ensino, também tem como obrigação conhecer os mecanismos do conhecimento referentes ao processo de ensino e aprendizagem. União entre o conhecimento e de como instruir, abordar, aplicar e contextualizar tais saberes. Compreendendo que os saberes docentes estão subordinados ao conhecimento prático e conhecimento didático. Assim, em função da progressão da sociedade contemporânea e da necessidade de uma renovação e adequação de instrumentos, práticas e abordagens norteadoras do processo ensino e aprendizagem devem ser adequadas e inovadas.

1.3 NOVAS PRÁTICAS PARA NOVOS CENÁRIOS

Para Felix e Navarro (2009, p. 02),

As mudanças atuais no conceito do que é ensinar dizem respeito à capacidade de ir além dos conteúdos e das informações didáticas, de modo que estes possibilitem a aprendizagem como uma competência central que possa ser desenvolvida tanto pelo educador quanto pelo educando, através de suas próprias realidades vividas. Tal ideia vem superar o conceito de ensino enquanto informação, apoiado numa relação passiva professor-aluno, que na maioria das vezes, por meio do livro didático, transmite as informações para o aluno, que normalmente as repetem, sem conseguir associá-las a uma interpretação e ligação com a realidade, que forneça sentido ao próprio aprendizado.

Com relação ao papel do professor, para Del Prette e Del Prette (1996), enquanto sujeito participante dos processos educativos, o mesmo conduz e faz a mediação das interações educativas. Além da competência profissional, é de extrema importância um repertório suficientemente diferenciado das habilidades sociocognitivas, tais como planejar, avaliar e fornecer *feedback*, se apresentar flexível para mudanças na atuação em sua prática, na percepção das demandas imediatas do contexto escolar, entre outros aspectos que são inerentes à formação do profissional docente contemporâneo, que está centrado nas relações interpessoais. Ainda a respeito de competências e habilidades do professor, Felix e Navarro (2009) apresentam:

Algumas competências e habilidades que não podem deixar de existir no trabalho em sala de aula são: respeitar as identidades e as diferenças; utilizar-se das linguagens como meio de expressão, desenvolver a comunicação e a apreensão de informações; inter-relacionar pensamentos, ideias e conceitos; desenvolver o pensamento crítico e flexível e a autonomia intelectual; adquirir, avaliar e transmitir informações; compreender os princípios das tecnologias e suas relações integradoras; entender e ampliar fundamentos científicos e tecnológicos; desenvolver a criatividade; saber conviver em grupo e aprender a aprender (FELIX; NAVARRO, 2009, p. 03).

É fundamental admitir a recorrente construção da prática docente por meio da tomada de decisões, aplicadas em situações únicas e particulares em um contexto escolar plural e heterogêneo. Tal constatação possibilita a ressignificação permanente de um corpo de conhecimentos, habilidades e instrumentos que são mobilizados a todo tempo se adequando aos objetivos educativos esperados e ao público alvo que se deseja sensibilizar, evidenciando a autonomia do profissional professor.

Novas práticas têm função de tentativa de superação da ação tradicional constante no cenário escolar, a qual torna a rotina de sala de aula menos produtiva e integradora, restringe o educando ao papel de ouvinte, passivo e executor de tarefas ordenadas (ROSSATI, 2007). E que novos trabalhos venham a refletir a propósito da construção dos saberes docentes que são ressignificados com a prática, por meio da investigação de problemas sociais, presentes no cotidiano dos envolvidos, refletindo e atualizando as percepções do professor por meio da construção de novas práticas.

Masetto e Behrens (2000) apresentam como estratégia de aprendizagem, modelos de alguma situação da realidade na qual o estudante deve investigar, buscando elucidação para um problema, analisando as variáveis que as compõem, elaborando modelos mentais de

reação a conflitos, aproximando seu cotidiano, e que o estimule a envolver-se com a atividade e a aprender para resolvê-la.

Segundo Schön (1995), diante da prática profissional do professor, como momento de construção constante de conhecimento e que a mesma se realiza por meio da reflexão, análise e da problematização,

O processo de reflexão-na-ação [...] pode ser desenvolvido numa série de “momentos”. [...] primeiramente um momento de surpresa: um professor reflexivo permite-se ser surpreendido pelo aluno [...] segundo momento [...] pensa sobre aquilo que o aluno disse ou fez, e, simultaneamente, procura compreender a razão por que foi surpreendido. [...] num terceiro momento, reformula o problema suscitado pela situação [...] num quarto momento, efetua uma experiência para testar a sua nova hipótese (SCHÖN, 1995, p. 83).

Para Fourez (2003), o ensino tem sentido para a compreensão do próprio mundo. Schneider (2002) também discute que a serventia e a contemporaneidade do que os alunos aprendem nas escolas levam à conclusão de que os conteúdos trabalhados são vazios de significados, de utilidade prática e, sobretudo, valorizam o desenvolvimento de habilidades. Ele enfatiza que

Urge buscar um modelo educacional e respectivos currículos que objetivem o equilíbrio entre valores, habilidades e conhecimentos. Se ser especialista foi condição *sine qua non* para vencer nas sociedades industriais, agora, com o surgimento da tecnologia da informação, com a conscientização e valorização da autoestima do trabalhador, da globalização de mercados etc., não basta ser especialista para ganhar um lugar neste tão disputado mercado. É por essa razão que se está propondo, neste trabalho, um ambiente de aprendizagem informatizado que leve em consideração uma ergonomia cognitiva a ser alcançada pela práxis construtivista e que seja operacionalizada em uma escola que se comporte como uma organização de aprendizagem (SCHNEIDER, 2002, p. 24).

Santos (2003), referindo-se à metodologia eficaz e à prática docente, diz que não basta ter conhecimento, é preciso inovar buscar novas práticas para se comunicar com o aluno. Mas um ponto que também pode ser visto é a relação professor-aluno permeada pelo conteúdo de ensino e a forma como o professor se relaciona com sua área de conhecimento e sua percepção de ciência e de produção do conhecimento que é importante para o crescimento do aluno (NAVARRO; SILVA, 2012 apud VEIGA, 1993). De acordo com Schön (2000), os alunos aprendem fazendo, se reconhecendo na atividade, logo o docente tem o papel de

orientar, e não apenas como professor, mas sim com atividades em um ensino prático: demonstrar, aconselhar, questionar e criticar.

O ato de “tornar-se professor”, aprender e desenvolver a profissão docente é um processo constante, no qual o professor aperfeiçoa sua prática por meio de reflexões fundamentadas em teorias de cunho metodológico e conceitual. O público que se atende nas escolas é cada vez mais diverso, plural, do ponto de vista social, cognitivo, linguístico, cultural e étnico, assim requer docentes com uma gama de conhecimentos mais flexíveis e atualizados dos conteúdos e de metodologias de ensino facilitadoras do aprendizado (MIZUKAMI, 1999).

Avanços da Ciência, das tecnologias e da sociedade nos fazem cotidianamente repensar ações pedagógicas no âmbito social e ético. A renovação contínua de materiais produzidos, bem como os métodos e modelos pela área científica nos fazem refletir a respeito de novos posicionamentos por meio da docência em relação a suas abordagens e procedimentos almejando a alfabetização científica.

1.4 CONCEPÇÕES DE INTERDISCIPLINARIDADE E DESAFIOS DA PRÁTICA

A perspectiva de interdisciplinaridade escolar permite a contextualização e o envolvimento das partes, proposta que constitui ligações de complementaridade e correlação, interconexões e passagens entre os conhecimentos e especialidades. O currículo escolar que privilegia tal abordagem deve considerar conteúdos e estratégias de ensino e aprendizagem que habilitem o aluno à cidadania e às relações em sociedade, à atividade produtiva e experiências subjetivas, visando à integração entre as mesmas. Uma estratégia pautada na prática interdisciplinar deseja formar alunos e alunas com uma visão global de mundo, aptos para “articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos” (MORIN, 2002b, p. 29). O autor refere-se a uma visão de mundo estabelecendo uma relação entre o todo e as partes, sem fragmentos, dando o respaldo necessário ao conceito de interdisciplinaridade a que concebemos. Tal conceito está apoiado na complexidade, na abordagem de um tema ou tópico que esteja acima das barreiras e fronteiras das disciplinas.

A concepção de disciplina, essencial para compreender o desenvolvimento das ciências e do pensamento humano, é entendida como uma classe organizada dentro de várias

áreas do conhecimento humano que as ciências abrigam. A noção de disciplina fundamenta a compreensão do termo interdisciplinaridade.

A disciplina é uma maneira de ordenar, delimitar, uma junção de conhecimentos sistematizados que são apresentados pelo professor ao educando, por meio de estratégias organizadas, com apoio de aparatos de procedimentos metodológicos e didáticos para o ensino e a avaliação dos processos de aprendizagem. Heckhausen (1972) compreende disciplina como uma Ciência e, assim, indica o termo *disciplinaridade* como uma: “Investigação científica especializada de uma matéria determinada e homogênea; exploração que consiste em fazer surgir novos conhecimentos que se substituem a outros mais antigos” (HECKHAUSEN, 1972 apud PALMADE, 1979, p. 221). Santomé (1998, p. 55) define disciplina como “uma maneira de organizar e delimitar um território de trabalho, de concentrar a pesquisa e as experiências dentro de um determinado ângulo de visão”.

Com relação ao termo interdisciplinaridade,

Esse posicionamento nasceu como oposição a todo o conhecimento que privilegiava o capitalismo epistemológico de certas ciências, [...] e a toda e qualquer proposta de conhecimento que incitava o olhar do aluno numa única, restrita e limitada direção (FAZENDA, 2002, p. 19).

A “interdisciplinaridade” é uma palavra do século XX (KLEIN, 2001). Ainda segundo Fazenda (2002), o movimento da interdisciplinaridade tem seu nascimento na Europa (principalmente na França e Itália) em meados da década de 1960. De acordo com a mesma autora, tal movimento surgiu em oposição à especialização demasiada do conhecimento que causava um distanciamento entre a academia e os problemas cotidianos.

Seguidamente alguns autores e suas concepções acerca de interdisciplinaridade.

Para Piaget (1972) apud SANTOMÉ, (1998, p. 70), a interdisciplinaridade corresponde a um,

... segundo nível de associação entre disciplinas, em que a cooperação entre várias disciplinas provoca intercâmbios reais, isto é, exige verdadeira reciprocidade nos intercâmbios e, conseqüentemente, enriquecimentos mútuos.

Por Piaget, evidenciamos um caráter de cooperação entre as disciplinas contribuindo para a interdisciplinaridade em meio educacional formal, no qual as disciplinas reconheçam suas limitações e permitam o entrelaçamento entre os conhecimentos. Expressando que existem diferenças nos conceitos, permitindo assim sugerir também variações teóricas e

metodológicas a serem compreendidas entre os vários níveis de contribuição (disciplinaridade, interdisciplinaridade e multidisciplinaridade).

Para Michaud (1972) apud FAZENDA, (1992, p. 27), uma interdisciplina representa uma,

... interação existente entre duas ou mais disciplinas. Essa interação pode ir da simples comunicação de ideias à integração mútua dos conceitos diretores da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização referentes ao ensino e à pesquisa. Um grupo interdisciplinar compõe-se de pessoas que receberam sua formação em diferentes domínios do conhecimento (disciplinas), com seus métodos, conceitos, dados e termos próprios

Com conceitos e meios próprios, as disciplinas se comunicam por meio de procedimentos de integração que interagem entre elas.

Lavaqui e Batista (2007, p. 407), apresenta aspectos em relação a interdisciplinaridade científica e escolar, na qual

... a interdisciplinaridade científica e escolar possui o mesmo objeto de estudo, a disciplina, porém, há diferenças no significado deste conceito. Pois a visão de disciplina científica está intimamente relacionada a um conjunto de conhecimentos bem específicos e que apresenta sua lógica de estruturação interna, com a utilização de métodos próprios de investigação, destinando-se a fazer avançar, por meio das pesquisas, o conhecimento em uma área específica

A prática interdisciplinar necessita de “pedagogia apropriada, processo integrador, mudança institucional e relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade” (KLEIN, 2001, p. 110).

Para Santomé (1998, p. 63), a interdisciplinaridade:

...implica em uma vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato é, por sua vez, modificada e passa a depender claramente umas das outras. Aqui se estabelece uma interação entre duas ou mais disciplinas, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, conseqüentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, em uma modificação de conceitos, de terminologias fundamentais etc. Entre as diferentes matérias ocorrem intercâmbios mútuos e recíprocas integrações; existe um equilíbrio de forças nas relações estabelecidas.

Para LENOIR (1998), a interdisciplinaridade escolar é compreendida de modo a uma abordagem didática que surge da integração de duas ou mais disciplinas escolares.

Fazenda (2014) em relação à concepção de interdisciplinaridade e a junção de duas ou mais disciplinas,

Interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, verificamos que tal definição pode nos encaminhar da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos chaves da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino relacionando-os. Tal definição como se pode constatar é muito ampla, portanto não é suficiente nem para fundamentar práticas interdisciplinares e nem para pensar-se uma formação humana de professores (FAZENDA, 2014, p. 10).

Com relação à Interdisciplinaridade escolar, LENOIR (1998, p. 52) expõe, como fundamental fim, a “difusão do conhecimento [...] e a formação de atores sociais”, promovendo um processo de integração de aprendizagens e conhecimentos escolares.

O entendimento dessas perspectivas é relevante para uma compreensão da interdisciplinaridade como prática escolar, pois revela a existência de pontos de vista diferenciados. Assim, entendemos que algumas questões importantes necessitam ser esclarecidas para se abordar a temática quando tomada como uma ação educativa: a distinção entre a interdisciplinaridade na pesquisa científica e na Educação Escolar; a compreensão dos fundamentos teórico-metodológicos de propostas que objetivam a implementação dessa prática no meio escolar, e a compreensão das características específicas da *interdisciplinaridade escolar* (LAVAQUI; BATISTA, 2007, p. 406).

“Na interdisciplinaridade escolar a perspectiva é educativa, assim os saberes escolares procedem de uma estruturação diferente dos pertencentes aos saberes constitutivos das ciências” (FAZENDA 2014, p. 11). Interdisciplinaridade Educativa, como também já tipificada por Batista e Salvi (2006), na qual sua proposta não corresponde a um currículo interdisciplinar, mas promove “momento específico no amplo ato de ensinar e aprender tratando-se de uma interdisciplinaridade educativa, englobando a interdisciplinaridade escolar formal e em ambientes alternativos” (BATISTA; SALVI 2006, p. 155), assim reconhecendo também a relevância dos momentos disciplinares e o reconhecimento histórico de cada ciência. Concepções estas adotadas na presente pesquisa.

Em outra publicação, Lenoir (2001) apresenta a interdisciplinaridade em três planos: a interdisciplinaridade curricular, a interdisciplinaridade didática e a interdisciplinaridade pedagógica. Na qual a interdisciplinaridade curricular se estabelece no âmbito administrativo, na elaboração curricular da instituição escola, define o lugar, os objetivos e programas de cada disciplina. A interdisciplinaridade didática compreendendo o planejamento do trabalho interdisciplinar a ser realizado, acordando os planos específicos de cada disciplina, de modo

que os conteúdos sejam integrados. E, por fim, a interdisciplinaridade pedagógica, abrangendo a prática pedagógica interdisciplinar, aquela que se estabelece na rotina da sala de aula.

Heckhausen (1972, p. 84) conclui que “qualquer ensino de uma disciplina na Universidade deveria começar por uma explicação do seu carácter de disciplina – a sua disciplinaridade”. Tendo como ponto de partida a circunstância da disciplinaridade, Heckhausen (1972) classifica seis tipos de relações interdisciplinares: interdisciplinaridade heterogênea, pseudo-interdisciplinaridade, interdisciplinaridade auxiliar, interdisciplinaridade compósita, interdisciplinaridade complementar e interdisciplinaridade unificada.

O interesse na diferenciação dos tipos de interdisciplinaridade, é abster-se de uma consideração incoerente de toda a interdisciplinaridade que não se apresentar resultante de uma verdadeira integração de métodos e linguagens, analisando as diferentes posições de agregação do saber, com isso, expondo possibilidades de explorações e aplicações variadas.

Tipificação, junto às definições propostas por Heckhausen (1972, p. 85-89).

- Interdisciplinaridade heterogênea, de acordo com Heckhausen, compreende aquele tipo de “esforços de carácter enciclopédico que conduzem à combinação de programas diferentemente doseados”, como exemplo os “*studium generale*”, ou o estudo preliminar de disciplinas fundamentais. Perspectiva interdisciplinar que permitiria ao docente e ao investigador ordenar o conhecimento, estabelecendo um “campo unitário da cultura” de que falava Gusdorf.
- Pseudo-interdisciplinaridade, é adequada para explicar a concepção (errada, para Heckhausen) de que “uma Interdisciplinaridade auxiliar intrínseca poderia ser estabelecida entre disciplinas que recorrem aos mesmos instrumentos de análise” (HECKHAUSEN, 1972, p. 86).
- Interdisciplinaridade auxiliar, de acordo com o autor, “instrumentos que cada disciplina utiliza para captar os fenómenos observáveis que dependem de um domínio de estudo particular e para transformar estes fenómenos em conjuntos de dados adequados a cada problema” (HECKHAUSEN, 1972, p. 87).
- Interdisciplinaridade compósita, na concepção do autor, uma espécie de *puzzle* do conhecimento. Correspondendo a integração teórica dos conhecimentos mas não os sobrepõem.
- A interdisciplinaridade pode também derivar da criação pontual de relações complementares.

- Ao final, Heckhausen expõe a interdisciplinaridade unificada, acarretando uma coerência dos domínios de estudo das disciplinas.

É fundamental reconhecer as relações integrativas entre os conhecimentos disciplinares. A característica do ensino formal em relação à disciplina atrapalha os processos de aprendizagem do aluno, sendo a fragmentação do conceito uma barreira entre as relações sistemáticas entre as disciplinas. “O parcelamento e a compartimentação dos saberes impedem apreender o que está tecido junto” (MORIN, 2000, p. 45).

Sendo assim,

Trabalhar com esta nova filosofia integradora significa transformar as salas de aula em lugares onde as questões surgem sem forçá-las, sem ter de recorrer a tarefas absurdas só porque esta ou aquela disciplina entra em ação [...] um plano de trabalho integrador não pode ser forçado; não é aconselhável buscar em cada subtópico todos os blocos e áreas de conteúdo, tentando não deixar nada de fora (SANTOMÉ, 1998, p. 227 e 233).

Em abordagens interdisciplinares, não se pretende extinguir as disciplinas, mas sim conceber comunicações, convergências, interconexões entre os conhecimentos, articulando os saberes docentes, curriculares, disciplinares, os saberes da formação profissional, experiencial e cultural, assim entendê-la em toda sua amplitude, tais como os processos históricos e culturais, atualizando-as em relação às práticas dos processos metodológicos de ensino. Fazenda (2008) acrescenta a necessidade de uma sustentação dialética, não linear e não hierarquizada, mas sim integrativa sintetizante e dinâmica na qual os vários saberes construídos pelos docentes não se restringem apenas em saberes da determinada disciplina.

Segundo Fourez (2001), o concebimento da interdisciplinaridade discute duas ordens diferentes, que se completam, de se entender uma formação docente nesta abordagem, uma de ordem científica e outra de ordem social. A de ordem científica nos coordenaria à construção do que intitulamos como saberes interdisciplinares, quais teriam, como estrutura, a parte essencial do conhecimento científico da ação de formar docentes, tais como a construção hierárquica das disciplinas, a organização e dinâmica, suas interações dos aspectos que as compõem, seus movimentos conceituais, bem como a conversação dos saberes nas sequências a serem organizadas.

Para Fazenda (2008), tal proposição levaria à procura da cientificidade disciplinar e junto a ela a aparição de novas motivações epistemológicas, de novas fronteiras existentes. Sendo assim, compreendemos que cada disciplina necessita ser analisada nos saberes considerados, nos conceitos existentes e nos movimentos que agregam e não apenas no lugar

que ocupa ou ocuparia na grade curricular. Assim, essa cientificidade, sendo originada das disciplinas, adquire uma colocação de interdisciplina no instante em que obriga o docente a repensar suas ações e a reencontrar seus talentos, no momento em que ao movimento da disciplina seu próprio movimento for integrado. Em seguida a segunda ordem, identificada como ordenação social, se remete ao desdobramento dos saberes científicos interdisciplinares às imposições sociais, políticas e econômicas. Tal reconhecimento coloca em interrogação toda a separação entre a construção das ciências e a requisição social.

Essa proposta destina-se a iniciar um processo cujo objetivo maior é a elaboração de um *currículo integrado*, que busca abranger os conteúdos de um determinado número de disciplinas ou áreas de conhecimentos durante um período considerável, pelo menos de um ano letivo, e deve ser planejado de tal forma que não gere lacunas importantes nos conteúdos a serem assimilados pelos estudantes (SANTOMÉ, 1998, p. 222).

Investigações na área da didática de ciências têm evidenciado uma tendência na formação de professores, considerando o conhecimento da disciplina como restrito ao campo teórico de conceitos disciplinares. Logo as mesmas pesquisas indicam a inevitabilidade pelos docentes em obter conhecimentos de contexto, relativos aos obstáculos epistemológicos que dão base à concepção do conhecimento científico, bem como estratégias e instrumentos metodológicos empregadas na construção desse conhecimento, as interações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o progresso científico e também as expectativas futuras, evitando uma ideia errônea da ciência pronta e terminada, de neutralidade e independente de momentos históricos e do tempo. Assim, a escolha de conteúdo dentro de uma perspectiva dinâmica, sistemática de processos e não acabada da ciência. E não menos importante e fundamental a formação do professor em conhecer a história e a epistemologia da ciência (Gil-Pérez, 1991; Carvalho, Gil-Pérez, 1993; Carrascosa, 1996).

A gradual circunstância de procedimentos interdisciplinares na Educação Básica Nacional é fruto de uma emergência, de um novo paradigma do conhecimento, segundo Fazenda (2011), que ainda está em fase de transição e que está sendo estudado em todo o mundo.

Sem embargo, Santomé (1998, p. 66) afirma:

A interdisciplinaridade é um objetivo nunca completamente alcançado e por isso deve ser permanentemente buscado. Não é apenas uma proposta teórica, mas sobretudo uma prática. Sua perfectibilidade é realizada na prática; na medida em que são feitas experiências reais de trabalho em equipe, exercitam-se suas possibilidades, problemas e limitações.

Percebe-se muitas dificuldades com os trabalhos interdisciplinares, como aponta Lenoir (2001) e Kleiman e Moraes (2002). Algumas dessas dificuldades são resultantes de uma formação disciplinar, desarticulada e positivista, impedindo o entendimento de como o próprio docente poderia se colocar nesse trabalho. O início da fragmentação do conhecimento é mencionado constantemente na literatura como sendo cartesiana. Mesmo que não exista consenso em relação a tal origem, em 1637, Descartes propõe no livro *Discurso do Método*, que para se resolver uma complexa questão deve-se decompô-la em partes menores a fim de simplificar o problema. Em seguida, a ligação das partes daria a solução do todo. Sendo assim, a especialização das Ciências marcou o século XIX, com os processos da industrialização e a decorrência da divisão do trabalho, se acentuando no século XX. Tal divisão também refletiu no ensino escolar disciplinar, que vigorou primeiramente no século XIX nas universidades modernas e com os avanços das pesquisas científicas, difundiu-se no século XX. Segundo Morin (2002a), as disciplinas surgiram de uma tentativa de organizar o conhecimento. Assim, tendem a ter linguagem, metodologia e teorias próprias.

Conforme Fazenda (2002), muitas vezes o docente não atinge sozinho a leitura das limitações e possibilidades de sua prática; sendo assim cabe auxílio de coordenadores e equipe pedagógica da instituição.

.... É fundamental o papel de um interlocutor que vá ajudando a pessoa a se perceber, que vá ampliando as possibilidades de leitura de sua prática docente e da prática docente de outros colegas. O papel de um supervisor ou de um coordenador pedagógico é fundamental nesse caso (FAZENDA, 2002, p. 72).

Rivarossa de Polop (1999) expõe os principais obstáculos a serem ultrapassados para a realização da interdisciplinaridade nas salas de aula:

- Formação muito específica dos professores, que não são preparados na universidade para trabalhar interdisciplinarmente;
- Distância de linguagem, perspectivas e métodos entre as disciplinas da área de Ciências Naturais;
- Ausência de espaços e tempos nas instituições para refletir, avaliar e implantar inovações educativas.

As mudanças nas metodologias nos processos de ensino devem ter a participação dos docentes partindo da própria prática, e não serem imposições “*de cima pra baixo*”, historicamente já se sabe que mudanças impostas normalmente não funcionam nas salas de aula (AMARAL, 1998). Sendo assim, percebe-se a relevância de se conhecer a noção dos

docentes a respeito das propostas interdisciplinares, se os mesmos já trabalham com essas abordagens, bem como as dificuldades que encontram e quais resultados se tem obtido.

Gadotti (2000) destaca os aspectos, em termos metodológicos, necessários para abordagens pedagógicas dessa natureza. A interdisciplinaridade acarreta na,

... integração de conteúdos; passar de uma concepção fragmentária para uma concepção unitária do conhecimento; superar a dicotomia entre ensino e pesquisa, considerando o estudo e a pesquisa, a partir da contribuição das diversas ciências; ensino-aprendizagem centrado numa visão que aprendemos ao longo de toda a vida educação permanente (GADOTTI, 2000, p. 222).

Atividades interdisciplinares têm “o propósito de construir-lhe um conceito e, principalmente, pensá-la como atitude pedagógica, comprometida em superar a fragmentação do conhecimento escolar” (HASS, 2011, p. 55).

Machado (2000) aponta que os currículos escolares seguem uma linearidade. Dogmaticamente concede que seja improvável aprender determinado conteúdo, sem antes conhecer o seu “antecessor”, mas isso parece não ser legítimo na maioria dos casos, percebendo uma estrutura rígida no encadeamento dos itens desenvolvidos parece desnecessário. O conceito de rede ou teia de significações proporcionaria uma maior flexibilidade aos currículos e seria uma abertura para a construção de um trabalho verdadeiramente interdisciplinar. Para Petraglia (2001, p. 69), “O currículo escolar é mínimo e fragmentado. [...] Não favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes. As disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram [...]”.

De acordo com pesquisas, o que se percebe é que os docentes, diante de suas diligências, formação e disposições, acabam por realizar, em suas salas de aula, projetos multidisciplinares e não interdisciplinares (MOZENA; OSTERMANN, 2014). Sendo assim, contrariando a filosofia interdisciplinar, que supõe a conexões e relações dos conceitos de várias disciplinas e especialidades, a fim de aprofundar os conhecimentos de determinado objeto de estudo, as abordagens multidisciplinares ocorrem por meio de projetos que são norteados pela escolha de uma temática comum a várias disciplinas, sendo trabalhada de maneira isolada e disciplinar na sala de aula, sem estabelecer nenhuma relação entre elas. Posto isto, trabalhos desta natureza em que há um tema comum a várias disciplinas, mas cada uma destas especialidades desenvolve os aspectos do tema estabelecendo vínculos ao seu programa de ensino, fazendo uso de linguagens, métodos e teoria próprios da disciplina, é

reconhecido multidisciplinar, e não interdisciplinar, sendo aparentes as barreiras disciplinares, evidenciadas também em pesquisas desenvolvidas por Augusto, Caldeira e Caluzi (2004).

Como apresenta Machado (2000, p. 17), “o confronto de professores que não consentem em abandonar seus objetos e pontos de vista, [...] pode ser a caracterização mais frequente, ainda que simplificada, das tentativas de implementação de ações interdisciplinares, e isso parece claramente insuficiente”.

Ao longo do tempo, muitas são as definições e concepções do termo Multidisciplinar encontrados na literatura.

Multidisciplina – justaposição de disciplinas diversas, desprovidas de relação aparente entre elas. Ex.: música + matemática + história (MICHAUD, 1972 apud FAZENDA, 1992, p. 27).

Jean Piaget também esclarece a terminologia para esse nível de interdisciplinaridade:

Multidisciplinaridade. O nível inferior de integração. Ocorre quando, para solucionar um problema, busca-se informação e ajuda em várias disciplinas, sem que tal interação contribua para modificá-las ou enriquecê-las. Esta costuma ser a primeira fase de constituição de equipes de trabalho interdisciplinar, porém não implica que, necessariamente, seja preciso passar a instâncias de maior cooperação. (PIAGET, 1972 apud SANTOMÉ, 1998, p. 70).

Com o mesmo objetivo, as diferenciações terminológicas propostas por Jantsch (1972) podem ser assim resumidas:

Multidisciplinaridade: Gama de disciplinas que se propõem simultaneamente, mas sem fazer aparecer as relações que possam existir entre elas. [Destina-se a um] sistema de um só nível e de objetivos múltiplos; [mas] sem nenhuma cooperação (JANTSCH, 1972 apud JAPIASSU, 1976, p. 73-74).

Assim como o termo Interdisciplinaridade apresenta várias definições de terminologia, com o termo multidisciplinar reconhecemos também seu caráter polissêmico. Porém, é comum entre os teóricos não se reconhecer a integração e relações entre as disciplinas, sendo assim ainda persiste a fragmentação e as delimitações de cada especificidade.

Essa falta de consenso parece ter influenciado as perspectivas interdisciplinares que seriam propostas posteriormente no campo educacional. Assim, as classificações apresentadas Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e Matemática... se mostram relevantes na medida em que revelam uma variação quanto ao entendimento conceitual, que não se apresentou bem definido no sentido de fundamentar a organização e

operacionalização de pesquisas científicas interdisciplinares, abrindo a possibilidade de múltiplas interpretações (LAVAQUI; BATISTA, 2007, p. 404).

Para Augusto, Caldeira e Caluz (2004, p. 281), em relação a abordagens interdisciplinares “se sente inseguro de dar conta da nova tarefa. Ele não consegue pensar interdisciplinarmente porque toda a sua aprendizagem realizou-se dentro de um currículo compartimentado”. Machado (2000) acredita que tais dificuldades ajudam a compreender os resultados inconsistentes nas tentativas de trabalho interdisciplinar, mesmo de professores que se empenharam em realizar um estudo sério em relação ao tema.

No entanto, como afirmado por Lück (1994), mais valoroso que constatar se uma tentativa de trabalho é ou não interdisciplinar ou classificá-la como uma abordagem interdisciplinar ou multidisciplinar, “é importante, outrossim, identificar esforços, valorizá-los, e identificar as transformações alcançadas e orientar o alcance de novos níveis de visão interdisciplinar” (LÜCK, 1994, p. 79).

1.4.1 Aprendizagem significativa

Em discussões acerca do processo de aprendizagem, pontua-se a aprendizagem significativa, teoria de aprendizagem, definindo-a como um processo de interação de novas ideias com conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aluno (MOREIRA, 2009).

A teoria da aprendizagem significativa tem como um de seus principais expoentes David Ausubel e Joseph Novak, que estabelecem como base da teoria que o novo conhecimento aprendido estará relacionado com um conhecimento prévio que já se dispõe, identificado como um conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor. “Subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos” (MOREIRA, 2012, p. 10). Sendo assim, os subsunçores seriam conhecimentos âncoras, um saber específico e relevante para o sujeito servindo de base para conhecimentos posteriores, numa elaboração em rede, difundido hierarquicamente, sendo transformado e se reorganizando continuamente o conceito inicial – reconhecendo então o aprendido.

Destaca-se no processo de aprendizagem a relevância dos conhecimentos prévios vindos com o sujeito, como o aspecto mais importante na efetivação do processo de ensino. Reconhecendo a possibilidade de modificações por meio do que se aprende sem eximir ou desqualificar qualquer que seja o sujeito por diferenças econômicas, sociais, culturais e cognitivas em desvantagens nos procedimentos escolares.

Os conteúdos prévios passarão a integrar os novos conhecimentos que, por sua vez, agregaram possíveis novas significações a aquelas preexistentes, caracterizando a aprendizagem. O fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, denominada como aprendizagem significativa subordinada. Outra forma de aprendizagem significativa é a superordenada, na qual um novo conhecimento ainda mais englobante passa a dominar conhecimentos prévios.

Esta forma de aprendizagem significativa, na qual uma nova ideia, um novo conceito, uma nova proposição, mais abrangente, passa a subordinar conhecimentos prévios é chamada de *aprendizagem significativa superordenada*. Não é muito comum; a maneira mais típica de aprender significativamente é a *aprendizagem significativa subordinada*, na qual um novo conhecimento adquire significado na ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante (MOREIRA, 2012, p. 3).

Uma terceira forma de aprendizagem significativa é classificada como combinatória, no qual diversos conhecimentos presentes na base cognitiva do sujeito se comunicam a um novo conhecimento, porém não é nem mais abrangente nem mais singular do que os conhecimentos originais.

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriosais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena (MOREIRA, 2012, p. 16).

Com relação à averiguação dos conhecimentos prévios, “isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 85). O novo aprendido significativamente irá se associar com os conceitos gerais preestabelecidos e se tornarão mais elaborados e, assim, mais diferenciados. Neste entendimento, a aprendizagem significativa se dá quando uma informação nova se associa de maneira não arbitrária e substantiva com conhecimentos já presentes na rede cognitiva do sujeito.

A aprendizagem significativa é capaz de ocasionar também relações entre conhecimentos já aprendidos, mas que eram vistos de forma dissociada ou isolada de outros conhecimentos na estrutura cognitiva. Sem a interação entre uma âncora para um novo conhecimento, tem-se o que Ausubel, Novak e Hanesian (1980) reconhecem como uma aprendizagem mecânica, que se opõe à aprendizagem significativa. Nesta situação a aprendizagem não ocorre de associação de conhecimentos relevantes presentes na estrutura

cognitiva, logo os novos conceitos não integram com os subsunçores, sendo assim a informação é retida de forma arbitrária.

Promover a locupletação dos conceitos incorporados favorecendo assimilações subsequentes; conservação de conhecimentos por mais tempo; diminuição do risco de impedimento de novas aprendizagens; favorecimento de novas aprendizagens; promoção do pensamento criativo pelo maior nível e transferibilidade do conhecimento aprendido; auxílio do pensamento crítico e da aprendizagem como construção do conhecimento, são proveitos não reconhecidos em aprendizagem mecânica (PONTES NETO, 2001).

A aprendizagem é um procedimento que tem como ponto de partida os significados que o sujeito arquiteta com o mundo em que vive. Tal aprendizagem se constrói de maneira a condensar e associar informações que, segundo Moreira e Masini (1981), se somam em agrupamentos mais genéricos de conhecimentos que vão sendo associados no cérebro do sujeito e que serão futuramente estimuladas por um novo conceito e assim à reformulação da antiga estrutura do conhecimento. Dessa forma, integrando os conceitos totais do sujeito e representando a sua estrutura cognitiva. Sendo assim, à medida que os conceitos estão suficientes e entendíveis estarão disponíveis na estrutura cognitiva, ficando como bases de ancoragem, proporcionando apoio para novas ideias e informações, além de promover alterações significativas desses conhecimentos de base quando algo novo é incorporado.

Moreira e Masini (1981) enfatizam que:

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideia e informações que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA; MASINI, 1981, p. 4).

Novak (1988), também com uma perspectiva construtivista, considera processos educacionais como um somado de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que colaboram para o desenvolvimento humano. Sendo assim, compreende-se seres humanos como sujeitos que pensam, sentem e agem, e ajudam a explicar meios que podem efetivar e afinar os processos pelos quais os sujeitos fazem isso. Para Novak (1988), qualquer que seja o acontecimento educativo, é uma atividade de troca de significados e sentimentos entre os sujeitos e em meio do sujeito e o professor, sendo um evento afetivo orientado ao desenvolvimento humano. Logo, é essencial o que o sujeito sente, sendo esse sentimento que desencadeará para aprender significativamente.

A predisposição para aprender, colocada por Ausubel como uma das condições para a aprendizagem significativa, está, para Novak, intimamente relacionada com a experiência afetiva que o aprendiz tem no evento educativo. Sua hipótese é que a experiência afetiva é positiva e intelectualmente construtiva quando o aprendiz tem ganhos em compreensão; reciprocidade, a sensação afetiva é negativa e gera sentimentos de inadequação quando o aprendiz não sente que está aprendendo o novo conhecimento. Predisposição para aprender e aprendizagem significativa guardam entre si uma relação praticamente circular: a aprendizagem significativa requer predisposição para aprender e, ao mesmo tempo, gera este tipo de experiência afetiva. Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997, p. 23).

Desse modo, estudos de Ausubel, Novak e colaboradores fornecem uma gama de perspectivas de investigações em relação ao ensino de Ciências e suas abordagens, uma vez que garante ao sujeito que se expresse e assegure seu papel de ator principal responsável por sua rede de conhecimento.

A proposta apresentada e defendida por Ausubel, de valorização do conhecimento prévio, contraria o senso comum, “pois implica numa grande mudança na maioria das metáforas que direcionam políticas e procedimentos das escolas” (POSTMAN; WEINGARTNER, 1969, p. 62) neste contexto, propondo assim mudança na atitude docente, o que também se espera com docentes que fazem uso da proposta de ensino por investigação na rotina escolar. Ao modificar suas abordagens de ensino e aprendizagem espera-se que as atitudes dos alunos também se modifiquem em suas relações interpessoais e seu posicionamento individual.

Colocada por David Ausubel, a aprendizagem cognitiva se compreende como aquela na qual um determinado conhecimento se relaciona a uma estrutura cognitiva de forma organizada, estabelecendo um conjunto de informações organizadas. Tal estrutura cognitiva é conceituada como um composto global de ideias em relação a um determinado assunto, disciplina ou até mesmo a uma composição totalitária de raciocínios do sujeito (AUSUBEL, 2003). David Ausubel expõe a Teoria da Aprendizagem Significativa, apresentando uma teoria psicoeducativa cognitivista a fim de explicar o processo de ensino e de aprendizagem numa concepção diferente do modelo behaviorista predominante no período em que “o ensino e a aprendizagem eram focados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados” (MOREIRA; CABALLERO; RODRÍGUEZ, 1997, p. 1).

A aprendizagem significativa submete-se a quatro princípios: diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação (MOREIRA, 2012).

O princípio inicial, diferenciação progressiva, provoca a hierarquização dos conceitos, por sua ordenação dos mais generalistas aos mais peculiares, a fim de considerar duas hipóteses: primeiro, de que é mais simples apreender e distinguir um agrupamento de aspectos de um corpo de conhecimento, no momento que se tem por ponto de partida, que são os conceitos mais inclusivos e totalizantes, como ponto de chegada, aqueles menos inclusivos e totalizantes; sendo a outra hipótese de que aprender provoca uma composição hierárquica do conteúdo na estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2006).

[...] um tópico servirá de ideia ou ideias de esteio para os subtópicos em que se subdivide; ou, ainda, na sequência dos tópicos, se ordenados com o princípio da diferenciação progressiva, aqueles que vierem antes fornecerão base de assimilação ou esteio para os que vierem depois (FARIA, 1989, p. 29).

Como segundo princípio, a reconciliação integrativa abrange a constituição de relações e correlações entre os conceitos que compõem a organização hierárquica, pelo aumento na delimitação das diferenças e semelhanças que os discriminam (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; FARIA, 1989; MOREIRA, 2006). Sendo assim, acatar esse princípio no cenário educativo implica em prudência e organização com os materiais que serão utilizados para abordagem, pois o mesmo deve promover a investigações de relações e correlações entre as ideias que constituem a situação.

A estrutura cognitiva, considerada como uma estrutura de subsunçores inter-relacionados e hierarquicamente organizados é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 5).

Em sequência, o terceiro princípio proposto por Ausubel, Novak e Hanesian (1978), a organização sequencial provoca o arranjo contínuo dos aspectos, características ou unidades a serem abordadas, objetivando a simplificação do processo de entendimento e acomodação cognitiva dos conteúdos. Em propostas pedagógicas educativas alguns fatores devem ser considerados em relação ao arranjo sequencial dos conteúdos a serem abordados

como: logicidade, gradualidade e continuidade. A logicidade, tendo em vista harmonia das escolhas, dispendo a princípio por características mais simples da temática, indo aos mais complexos, buscando a ampliação dos conhecimentos e posicionamentos. A gradualidade, em relação à quantidade, das novas informações propostas, basicamente porque estas novas informações devem ser expostas dispendo como base as experiências e representações dos conhecimentos prévios dos sujeitos. Por fim, a continuidade, promovendo relações entre os conteúdos, os quais, estes se acrescentarão e se incorporarão de acordo com o processo de ensino e aprendizagem.

Enfim, o quarto princípio da consolidação garante a importância do domínio, da habilidade, da agilidade relativa ao objeto de conhecimento. O saber significativamente: assim o conhecimento efetivo aprendido é articulado para resolver diferentes situações concretas, tal saber se processa e sua aplicação é colocada em momentos diferenciados e em atos diversos. Na rotina de práticas educativas, a consolidação requer do docente atenção na promoção de regulações, realização de correções, confirmações, *feedbacks*, avaliações, anteriormente da colocação de outras situações.

1.5 INTERDISCIPLINARIDADE EDUCATIVA E O PENSAMENTO COMPLEXO

Morin (2015) considera a perspectiva complexa da realidade, na qual tal se implica ao analisar e compreender os fenômenos em toda sua complexidade. Assim, neste ponto de vista presume uma interação composta por várias partes que constituem o todo, em que este é a maior que a soma das partes fragmentadas. A interação e a comunicação entre as partes detêm a capacidade de transformar o todo e a si mesma. Contrapondo-se à perspectiva do pensamento linear no qual surgem as tentativas de aplicar aos problemas divergentes conjecturas simplistas de causa e efeito.

Partindo da noção de que somos indivíduos inacabados e em construção, percebe-se a relevância de pensar da complexidade humana, dado que são seres biológicos e culturais. Deste modo, a complexidade é concomitantemente uma possibilidade de expandir o pensamento e as concepções que se tem em relação ao mundo e à vida, reconhecendo a fragmentação como uma problemática dos saberes humanos, científicos e tecnológicos.

Morin (2015) ainda enfatiza que o pensamento complexo opera e interliga diferentes aspectos da realidade, logo essa concepção se contrapõe à fragmentação disciplinar e indica para tratamento integrado e interdisciplinar. Nessa lógica, Mariotti (2007) discute que a

complexidade não é um conceito teórico e sim um fato que corresponde à multiplicidade, ao entrelaçamento e à contínua interação da infinidade de sistemas e fenômenos que constitui o mundo real.

A relevância de abordagens interdisciplinares na reconstrução do conhecimento no campo de ação escolar vem sendo abordada e discutida por vários autores. Zabala (2002) reconhece a interdisciplinaridade como a interação entre disciplinas, podendo provocar transferência de leis de uma disciplina a outra. Sommerman (2012) também conecta a interdisciplinaridade com integração entre as áreas. Na interdisciplinaridade há um encontro, de modo que as disciplinas se conectem umas com as outras a fim de estabelecer interação (POMBO, 2013).

Neste sentido a literatura evidencia um ponto comum em relação a sentido e finalidade da interdisciplinaridade, sendo assim, se objetiva em responder à necessidade de superação da fragmentação e barreiras nos procedimentos de produção e socialização do conhecimento (GIBBONS, 1997).

Reflexões em relação à complexidade supõem articulações entre realidade social e suas inovações e a ciência da natureza num movimento reestruturante do próprio saber. Um novo paradigma que rompe as fronteiras e barreiras do reducionismo do paradigma epistêmico cartesiano.

De acordo com Bachelard (1968, p. 123), “o método cartesiano é redutivo, não é indutivo”, assim estando disponível a falsear a realidade diante de diversas questões que o mundo nos coloca. “Uma tal redução falseia a análise e entrava o desenvolvimento extensivo do pensamento objetivo.” (BACHELARD, 1968, p. 123).

No presente, nos percebemos desafiados em como articular as infinitas informações que nos chegam, banhadas num pensamento linear reducionista e simplista. Logo operamos com uma nova forma de pensar, numa perspectiva do todo coerente e consistente a fim de obter uma uniformidade na organização das conjecturas, sem influenciar a diversidade do saber humano.

[...] creio profundamente que quando menos um pensamento for mutilador, menos mutilará os humanos. É preciso lembrar os estragos que as visões simplificadoras fizeram, não apenas no mundo intelectual, mas na vida. Muitos dos sofrimentos que milhões de seres suportam resultam dos efeitos do pensamento parcelar e unidimensional. (MORIN, 2008, p. 122).

O pensamento complexo tem como produto a complementaridade das visões de mundo sistêmico e linear, promovendo uma composição de saberes e práticas, assim como a

investigação de novas formas de pensar e compreender os sistemas naturais, sobretudo em saber lidar com elas. O pensamento sistêmico seria a ferramenta para compreender a complexidade do mundo real, mas destingem-se do pensamento sistêmico utilizado de maneira mecânica, como uma simples ferramenta promoveria resultados meramente operacionais ineficientes da compreensão da totalidade.

Segundo Morin (2002, p. 37), “a organização disciplinar institui-se no século XIX com a formação de universidades modernas, e desenvolveu-se no século XX com o progresso da pesquisa científica”. Ainda neste sentido, Petraglia (2001), embasada pelas colocações de Morin em relação ao currículo discute:

O currículo escolar é mínimo e fragmentado. Na maioria das vezes, peca tanto quantitativa como qualitativamente. Não oferece, através de suas disciplinas, a visão do todo, do curso e do conhecimento uno, nem favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes; dito de outra forma, as disciplinas com seus programas e conteúdos não se integram ou complementam, dificultando a perspectiva de conjunto e de globalização, que favorece a aprendizagem (PETRAGLIA, 2001, p. 69).

Logo se percebe a fragmentação do conhecimento expondo lacunas que não oportunizam uma relação de ligação entre áreas expostas, apresentando fronteiras e com isso dificultando a aprendizagem dos sujeitos presentes no processo de ensino. Assim, é relevante ressaltar a essencialidade em abordagens da complexidade, em relação ao entendimento da necessidade das partes no todo, bem como a partes preenchem o todo, desse modo efetivando um e outro. Não significa a desvalorização da concepção disciplinar, mas em não o julgar como via única de desenvolvimento. Sendo que o contrário também é verdadeiro, logo não se pode reconhecer um pensamento sistemático se não se respeitar que tal composição é constituída de vários elementos.

Morin (2007) ainda acrescenta:

A tradição do pensamento que forma o ideário das escolas elementares ordena que se reduza o complexo ao simples, que se separe o que está ligado, que se unifique o que é múltiplo, que se elimine tudo aquilo que traz desordens ou contradições para o nosso entendimento (MORIN, 2007, p. 16).

Quanto ao conteúdo escolar e à construção do conhecimento, pode-se reconhecer o mérito do princípio do conhecimento pertinente no qual as relações disciplinares e suas junções se tornam indispensáveis, a fim de vencer a fragmentação, limites e barreiras disciplinares, indo ao encontro de abordagens interdisciplinares e assim permitindo uma visão globalizada do saber. É essencial que estabeleça a reflexão nos agentes e nos processos

pedagógicos em relação aos novos cenários e às novas demandas em formação, instituindo novas linguagens e comunicações entre as instituições e sujeitos. Em referência a novas formas de pensar, segundo Morin (2007, p. 17), “a maneira de pensar que utilizamos para encontrar soluções para os problemas mais graves de nossa era planetária constitui um dos mais graves problemas que devemos enfrentar”.

A noção de Morin (1998) colabora na dilucidação da relevância de abordagens da complexidade ao articular os saberes das disciplinas, partindo daí a efetivação do entendimento do todo. Abordagens complexas alertam a respeito das várias dimensões do sujeito, aferindo ao incluso e incerteza como itens relevantes a serem analisados ao direcionar a abordagem. Neste sentido, é importante compreender que o pensamento complexo já de início se estabelece com obstáculos, aceitando o ser humano em todos os seus aspectos.

Compreendendo essas colocações como exemplo, é relevante localizar o ensino de ciência e tecnologia e os seus desdobramentos transpostos pela complexidade. Segundo Bazzo (2014, p. 31-32),

[...] a ciência e a tecnologia se baseiam em valores do cotidiano de cada época, que põem em questão as nossas convicções e o nosso conhecimento de mundo. Elas são, na maioria de seus aspectos, a aplicação sistemática de alguns valores humanos, tais como a diligência, a dúvida, a curiosidade, a abertura para novas ideias, a imaginação, e de outros como a disciplina e a perseverança, que precisam ser despertados em todos os seres humanos. Não são apenas os cientistas ou os tecnólogos que devem respeitá-las ou entendê-las. É preciso que todas as pessoas sejam conscientizadas do amplo universo que a ciência e a tecnologia incorporam e como os seus valores demonstram dramaticamente o seu grau de importância no avanço do conhecimento, do bem-estar e, também, de riscos e prejuízos. Por conseguinte, se a ciência e a tecnologia forem ensinadas e construídas nestas perspectivas junto a todos, o resultado será o reforço dos valores humanos indispensáveis para nossa compreensão de mundo.

Bazzo (2014) cita os valores da ciência e da tecnologia, expondo a relação presente entre os aspectos em questão, evidenciando a sua complexidade. Reconhecendo a importância de estabelecer relações entre os envolvidos, apresentando conjunto, refletindo o todo em pensamento sistematizado e global.

É preciso reconhecer que a cultura acarreta em humanidades, formada com a história, a literatura, a filosofia, as artes promovendo discussões contextualizadas, contribuindo com a competência de refletir, em relação à integração de fenômenos que ora eram vistos e apresentados de maneira fragmentada. A problemática da complexidade e seus discursos se localizam numa via dupla, desafiando as conexões e assim sua religação e da incerteza. É

importante a reconexão do que vinha sendo colocado como desprendido ou isolado, aprendendo a fazer com que as certezas estabeleçam interações com as incertezas. “O conhecimento é, com efeito, uma navegação num oceano de incerteza respingado de arquipélagos de certeza” (MORIN, 1999, p. 46).

Morin (1999) propõe a relevância de propormos três princípios da reaprendizagem pela religação, associando em forma de espiral e não linear os conhecimentos feitos pela humanidade, no sentido que estabeleça diálogos entre os sujeitos em práticas que considerem o todo.

O problema da religação é um problema de reaprendizagem do pensamento que implica a entrada em ação de três princípios. O primeiro princípio é o do anel recursivo ou autoprodutivo que rompe com a causalidade linear. Este anel implica um processo onde os efeitos e os produtos são necessários à sua produção e à sua própria causação [...] Desta sociedade emergem qualidades como a língua ou a cultura que retroagem sobre os produtos, produzindo, assim, indivíduos humanos. [...]. A causalidade é representada de agora em diante por uma espiral, não sendo mais linear. O segundo princípio é o da dialógica, um pouco diferente da dialética. É preciso, em certos casos, juntar os princípios, as ideias e as noções que parecem opor-se uns aos outros. [...] Nesse contexto, o princípio dialógico é necessário para afrontar realidades profundas que, justamente, unem verdades aparentemente contraditórias. Chamei hologramático o terceiro princípio, em referência ao ponto do holograma que contém quase a totalidade da informação da figura representada. Não somente a parte está no todo, mas o todo está na parte (MORIN, 1999, p. 48).

Docentes que consideram a complexidade do conhecimento humano e os saberes disciplinares reconhecem a relevância de práticas interdisciplinares, pois reconhecem as delimitações dos fenômenos abordados como e quando as relações dos saberes devem ser estabelecidas, bem como os conhecimentos envolvidos nas problemáticas fazendo uso de estratégias investigativas, instrumento este que, segundo Azevedo (2004), propostas com abordagens investigativas têm seu início de uma problemática que propõe ao aluno a reflexão, discussão, argumentação para elaborar o próprio conhecimento na integração das dimensões de pensar-sentir-fazer.

Por fim, a complexidade nos faz analisar a necessidade de avanços na agregação dos saberes, logo percebendo a relevância da reforma de pensamento, bem como modificações na formação docente junto a suas práticas disciplinares que, como exposta e defendida aqui, a emersão de novas práticas com abordagens interdisciplinares, partindo e dando maior peso no contexto dos discentes, aliando a teorias de aprendizagem o método investigativo a resolver uma problemática e suas alianças com o(s) conteúdo(s) a ser(em) discutido(s).

1.6 SABERES DOCENTES EM FORMAÇÃO

Quais são os saberes que servem de base ao ofício de professor? Qual a natureza desses saberes? São técnicos, de ação, de habilidades adquiridas? São apenas cognitivos? São de natureza social? E quanto à subjetividade existente na relação professor/aluno? Como considerá-la e analisá-la? Estas são algumas questões consideradas por Tardif (2002), que se baseiam em nossas reflexões. De acordo com o mesmo autor, o saber do docente está entrelaçado com a pessoa, com a sua identidade, relacionadas com suas experiências de vida, com a sua carreira profissional, bem como com sua relação com os discentes e com os demais sujeitos do cenário escolar.

Inicialmente dando significado ao termo Saber, Gauthier *et al.* (1998) declaram que o entendimento do “saber” foi delineado a partir de três concepções desiguais que se remetem a um lugar particular, sendo a subjetividade, o juízo e a argumentação. Logo, o “saber” autêntico na subjetividade é considerado todo tipo de certeza subjetiva elaborada pelo pensamento racional, no qual se opõe à dúvida, ao errôneo e à imaginação e se diferenciando, dos outros tipos de convicção, como a fé e as ideias preconcebidas. Em essência, “saber” é possuir uma certeza subjetiva racional. Em seguida, o “saber” referente ao juízo expõe um juízo verdadeiro não sendo fruto de uma intuição ou de uma representação subjetiva, sendo efeito de uma atividade intelectual, de juízo verdadeiro a respeito de um fenômeno ou objeto, juízos de fato. Por último o “saber” da argumentação, compreendido como uma prática discursiva na qual o sujeito tenta tornar válida uma proposta ou uma ação, se dando normalmente por meio da lógica, da dialética ou da retórica. Nestas concepções do ‘saber’ uma determinada coisa não se reduz a uma simples prática do juízo verdadeiro, no entanto implicando na capacidade de expor as razões dessa pretendida verdade do juízo.

Bombassaro (1992, p. 20) apresenta duas interpretações do uso do termo “saber”. Inicialmente um deles está relacionado à crença, sendo que “saber” implicaria em “crer”. Nesta percepção, “saber que” significa “crer em”. Neste sentido, observa-se uma forma “proposicional”, pois o conteúdo “é sempre expresso por uma proposição, que pode ser verdadeira ou falsa”, estabelecendo uma crença pessoal em algo. Em seguida a outra interpretação “saber”, se relaciona ao “poder”. Neste sentido, ao dizer que “se sabe” compreende dizer que “se pode”. Bombassaro (1992) discute que, o ‘saber/crer’ está relacionado a uma proporção prática, enquanto que o “saber/poder” estabelece à habilidade e à disposição. Assim, de acordo com o mesmo, a noção de saber impõe “ser capaz de”,

“compreender”, “dominar uma técnica”, “poder manusear”, “poder compreender”, promovidas ao mundo prático, visto as possibilidades e a noção de ser elaborada e estabelecida.

Estabelecendo a noção de “saber” como habilidade/disposição, apresentada por Bombassaro (1992), discutimos a noção de saberes docentes. Discutindo e analisando aspectos norteados pela questão “quais são os saberes necessários à prática do professor?”, inspirada por Tardif (2014).

Segundo Tardif (2014), o saber docente é composto de vários saberes advindos de diferentes fontes. Entre eles compreendemos o saber curricular, promovido dos programas e dos manuais escolares, o saber disciplinar, constituído do conteúdo das matérias ensinadas na escola, o saber da formação profissional, assimilado no ato da formação inicial e ou contínua, o saber experiencial, proporcionado na prática da profissão, e por último, o saber cultural provido de seu percurso de vida e de sua herança cultural particular, partilhadas em escalas iguais ou diferentes ao seu aluno. Em suma, o SABER DOCENTE é uma composição de vários saberes experimentados pelos professores. “Um professor mergulhado na ação, em sala de aula, não pensa, como afirma o modelo positivista do pensamento, como um cientista, um engenheiro ou um lógico” (TARDIF, 2014, p. 272),

[...] se os saberes profissionais dos professores têm uma certa unidade, não se trata de uma unidade teórica ou conceitual, mas pragmática: como as diferentes ferramentas de um artesão, eles fazem parte da mesma caixa de ferramentas, porque o artesão pode precisar deles no exercício de suas atividades (TARDIF, 2014, p. 264).

Algo a ser considerado relevante aos saberes, não tem uma receita equilibrada na prática docente. De acordo com o movimentar e a aplicabilidade na sala de aula, o docente, de modo subjetivo, opta por dar mais ênfase a saberes mais efetivos, percebendo a importância do contexto.

Rotineiramente os docentes partilham de seus saberes e experiências por meio de materiais didáticos, dos aspectos do fazer, da organização. Até mesmo trocando informações com os alunos. Aparentando que são os saberes aprendidos na prática que mais são valorativos pelos professores quando estão desenvolvendo suas funções. Em suma, “os professores, dividem uns com os outros um saber prático sobre suas atuações” (TARDIF, 2014, p. 52). Logo se percebe a valorização dos saberes experienciais, a rotina de trabalho prático se coloca como uma fonte privilegiada de seu saber-ensinar (TARDIF, 2014). “Para atingir fins pedagógicos, o professor também se baseia em juízos provenientes de tradições

escolares, pedagógicas e profissionais que ele mesmo assimilou e interiorizou” (TARDIF, 2014, p. 66). Discussão em grupo de professores oportuniza reflexão em equipe, debates de práticas consagradas e relevantes sendo uma boa oportunidade de troca de experiências. Os saberes necessários ao ensino são reelaborados e construídos pelos professores “em confronto com suas experiências práticas, cotidianamente vivenciadas nos contextos escolares” (PIMENTA, 1999, p. 29).

Seremos reconhecidos socialmente como sujeitos do conhecimento e verdadeiros atores sociais quando começarmos a reconhecer-nos uns aos outros como pessoas competentes, pares iguais que podem aprender uns com os outros. Diante de outro professor, seja ele do pré-escolar ou da universidade, nada tenho a mostrar ou a provar mas posso aprender com ele como realizar melhor nosso ofício comum (TARDIF, 2002, p. 244).

Pimenta (2005) destaca que o saber docente não deve apenas ser constituído da prática, mas também alimentado pelas teorias da educação, na qual se ressignificam de modo mútuo, capacitando os sujeitos de vários aspectos para uma ação contextualizada, ofertando perspectivas de análise para que os docentes compreendam os diversos contextos vivenciados por eles.

[...] os saberes teóricos propositivos se articulam, pois, aos saberes da prática, ao mesmo tempo ressignificando-os e sendo por eles ressignificados. O papel da teoria é oferecer aos professores perspectivas de análises para compreender os contextos históricos, sociais, culturais, organizacionais, e de si mesmos como profissionais, nos quais se dá sua atividade docente, para neles intervir, transformando-os. Daí é fundamental o permanente exercício da crítica das condições materiais nas quais o ensino ocorre (PIMENTA, 2005, p. 26).

O saber dos professores é plural, compósito, heterogêneo porque envolve, no próprio exercício do trabalho, conhecimentos e um saber-fazer bastante diverso, provenientes de fontes variadas e, provavelmente, de natureza diferente (TARDIF, 2014, p. 18). O saber profissional está, de um certo modo, na confluência de vários saberes oriundos da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educacionais, das universidades etc. (Tardif, 2014, p. 19). O professor atuante na sala de aula concebe que exige reconstrução constante de seu conhecimento a respeito de como ensinar por meio de suas próprias práticas.

A ação docente é sempre intencional e incerta e deve sempre refletir o objetivo do processo para, a partir daí, selecionar qual conteúdo deve ser ensinado junto à sua epistemologia sem se esquecer do para quem se está ensinando. Construindo a identidade do

professor, de reconstrução dos significados, das teorias de aprendizagem, dos conceituais aliados aos procedimentais e atitudinais.

Tardif (2014) ainda coloca reflexões pertinentes ao contexto atual, em relação à prática docente:

[...] os saberes advindos da realidade prática da sala de aula são pouco valorizados por instituições e mecanismos que determinam os conteúdos da cultura e dos saberes escolares, assim como das organizações pedagógicas (TARDIF, 2014, p. 46).

Ainda de acordo com o autor, essa tensão parece ter danificado a crença de que sempre seria estabelecida uma conexão lógica ou utilitária entre os saberes escolares e os saberes necessários à atualização das funções sociais, técnicas e econômicas da sociedade. Logo, os saberes desenvolvidos na educação formal não parecem mais ter correspondência aos saberes socialmente aproveitáveis no mercado de trabalho. Tal despropósito provocaria, eventualmente, uma visão desvalorizada dos saberes difundidos pelos docentes, levando a questionamentos como “para que serve exatamente?”, e dos saberes escolares de modo geral, cuja importância social não é mais tida como evidente ou essencial. A escolarização, enquanto estratégia global, não seria mais suficiente (TARDIF, 2014, p. 47).

Saviani (1996, p. 145) atenta para o fato de que o educador é aquele que educa, sendo assim, os educadores devem ter excelentes atributos de formação teórica e metodológica, precisa dominar os saberes implicados na ação de educar. Nesta visão, o autor diz que “em lugar de os saberes determinarem a formação do educador, é a educação que determina os saberes que entram na formação do educador”.

Para Tardif (2014), em relação ao saber ensinar,

[...] remete a uma pluralidade de saberes. Esta pluralidade de saberes forma, de um certo modo, um “reservatório” onde o professor vai buscar suas certezas, modelos simplificados de realidade, razões, argumentos, motivos, para validar seus próprios julgamentos em função de sua ação. É claro que, dentro da própria ação, esses julgamentos podem ser instantâneos ou parecer originados de uma intuição e não de um raciocínio; mas o que chamamos de deliberação não é necessariamente um processo logo e consciente; por outro lado, o que chamamos de intuição intelectual nos parece ser o resultado de processos de raciocínio que se tornaram rotineiros e implícitos de tanto se repetirem (TARDIF 2014, p. 210).

Saviani (1996, p. 147), em relação aos saberes que devem ser construídos pelos docentes em formação inicial e continuada, se referindo aos saberes que estabelecem o trabalho do educador, consideração que para o autor ultrapassa a de professor, expondo que “o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é

produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens”, consiste o trabalho educativo que é do educador, afirmando ser o processo educativo um fenômeno complexo, como a composição dos saberes.

Uns dos papéis da formação docente universitária é o de instrumentar o professor plenamente, viabilizando seu papel como produtor de conhecimento acerca do ensino, proporcionando e oportunizando ao aluno o aprendizado. Porém, atualmente, existe uma formação acadêmica deficiente dos professores, na qual, muitas vezes, não saem preparados para desenvolver tais responsabilidades, nem mesmo articular os conhecimentos pedagógicos, curriculares junto às concepções epistemológicas, resultando em uma prática interrogativa comum entre os estudantes, “Para que devo aprender isto?”, “Para que serve isto”?... ao qual se evidencia um ensino de conhecimento pronto e acabado, não fazendo referência ao cotidiano e situações vivenciadas pelo aluno, em que tal não se percebe participante ativo da causa. Logo parece que os conteúdos são peças que se encaixam de forma linear e não em forma de rede na qual tal conhecimento está inserido e não se estabelece relações entre conceitos advindos de outros problemas como base, ponte ou alvo (FILHO, 1988).

Com relação à formação docente, acredita-se no potencial do “paradigma de formação do professor reflexivo”, pois à medida que o professor reflete em relação à sua prática a mesma se reconstrói numa visão de ressignificação proporcionando ao professor uma ação transformadora. Segundo Freire (2001, p. 39), “[...] o importante é que a reflexão seja um instrumento dinamizador entre teoria e prática”, a fim de promover novas atitudes aos conflitos apresentados anteriormente.

O professor tem de assumir uma postura de empenhamento autoformativo e autonomizante, tem de descobrir em si as potencialidades que detém, tem de conseguir buscar em seu passado aquilo que já sabe e que já é e, sobre isso, construir o seu presente e o seu futuro, tem de ser capaz de interpretar o que vê fazer, de imitar sem copiar, de recriar, de transformar. Só o conseguirá se reflectir sobre o que faz e sobre o que vê fazer (ALARCÃO, 1996, p. 18).

Segundo Schön (1995), diante da prática profissional do professor, como momento de construção constante de conhecimento, a mesma se realiza por meio da reflexão, análise e da problematização.

- O professor como alguém que também está inacabado, que está em formação e que, portanto, tem o que aprender e isto busca ao ensinar;
- O professor com um projeto de ensino assentado em um projeto de sociedade;
- O professor que assume compromisso social, político e ideológico em relação ao projeto que tem de sociedade;
- O professor com esperança e amor; não assistencialista, amor que instrumentaliza para a autonomia;

- Ação educativa na dimensão do diálogo horizontal;
- A palavra e a autoria – alfabetizar para refletir, para falar, para autorar, para agir;
- Reflexão para ação;
- Processo educativo como processo de empoderamento “*empowerment*”, não só na dimensão individual da vida do educando, mas na dimensão da sua atuação político-social na construção de uma sociedade humana (MOREIRA, 2008, p. 100).

Assim, estabelecer-se como um profissional reflexivo tem significado de atenção a todas as características da prática, uma vez que a reflexão na e acerca da ação podem nortear a uma aprendizagem limitada se forem realizadas de forma isolada pelos docentes, uma vez que o desenvolvimento e o planejamento dos processos de ensino e aprendizagem acontecem num cenário colaborativo se mostrando mais eficiente, visto que esforços individuais de professores têm influência apenas em suas turmas, mas quando analisamos o coletivo desses educadores chegamos a uma metáfora, a da escola reflexiva que aprende e ensina (ALARCÃO, 2007), pensando de maneira contínua em si própria, na sua missão social e na sua organização.

Diante da concepção de formação e prática reflexiva, temos a ação docente como algo a mais do que um agrupado de normas, procedimentos técnicos e metódicos da tradicional transmissão de conhecimentos, estabelecendo um compromisso com a comunidade a partir de seu objetivo colaborativo para a formação crítica e consciente do sujeito em formação escolar, bem como do profissional professor que opera e estabelecendo diálogos com o contexto social, integrando dimensões éticas, epistemológicas e políticas.

Freire (2001) discute o movimento reflexivo realizado entre o fazer e o pensar, entre o pensar e o fazer, ou seja, no “pensar para o fazer” e no “pensar sobre o fazer”. Neste sentido, a reflexão emerge da curiosidade acerca da prática docente, colocando que a curiosidade de início é ingênua, porém, com o constante exercício, ela vai se transfigurando em crítica. Assim, o movimento da reflexão crítica constante se estabelece como orientação prioritária para a formação continuada dos professores que almejam a transformação por meio de sua prática educativa:

A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer. [...] O que se precisa é possibilitar que, voltando-se sobre si mesma, através da reflexão sobre a prática, a curiosidade ingênua, percebendo-se como tal, se vá tornando crítica. [...] A prática docente crítica, implicante do pensar certo, reenvolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer (FREIRE, 2001, p. 42-43).

Diante desta compreensão, em relação à reflexão o mesmo ainda inclui duas novas categorias, a crítica e a formação permanente. Na qual a crítica é a curiosidade epistemológica, consequência da transformação da curiosidade ingênua, ao mesmo tempo em que a formação docente permanente é o fruto do conceito da “condição de inacabamento” do ser humano e a consciência de tal.

A educação é permanente na razão, de um lado, da finitude do ser humano, de outro, da consciência que ele tem de finitude. Mas ainda, pelo facto de, ao longo da história, ter incorporado à sua natureza não apenas saber que vivia, mas saber que sabia e, assim, saber que podia saber mais. A educação e a formação permanente se fundam aí (FREIRE, 1997, p. 20).

Nóvoa (1991) ainda considera outros três aspectos: o pessoal, o profissional e o organizacional, como pontos essenciais no processo de viabilização de uma formação contínua de qualidade. O desenvolvimento pessoal do professor, norteador pela formação crítico-reflexiva; o desenvolvimento profissional, isto é, elaborar a profissão docente, a sua identidade com base em questões relacionadas à autonomia e profissionalismo do docente frente ao controle da administração junto às questões burocráticas da legislação vigente; em sequência, o desenvolvimento organizacional, no qual as inovações não acontecem sem que aconteçam as transformações na organização escolar.

[...] a formação deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projectos próprios, com vistas à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional (NÓVOA, 1991, p. 25).

Zeichner (1997) crê na perspectiva de professores coautores da pesquisa pedagógica, logo aumentando a legitimidade das investigações realizadas pelos próprios docentes. O mesmo autor enfatiza, de maneira especial, a questão da validade dialógica reflexiva, isto é, a eficácia da investigação proporcionar o diálogo e a reflexão entre os docentes, promovendo cenários de interação para convivência crítica, para além da rotina e dos espaços burocraticamente organizados. Diante disso, não menos relevante a pesquisa necessita estabelecer suas impressões não apenas na reflexão dos sujeitos, mas como também nos espaços administrativos se transformando em espaços pedagógicos.

1.7 INTERDISCIPLINARIDADE DOCENTE

Abordagens interdisciplinares tornaram uma “ideia-força” a fim recrutar os docentes professores numa prática conjunta. No entanto, relatos obtidos por meio de experiências no sentido de integrar as disciplinas escolares de forma proposital ainda são ignorados (LÜCK, 1994).

Apesar de que propostas colaborativas, ou seja, que abranjam dois ou mais docentes, sejam ideais, uma abordagem interdisciplinar, por outro lado, pode ser garantida por um único professor com atitude de integrar conteúdos de outras disciplinas com os de sua área (AUGUSTO, 2004).

O professor tem de assumir uma postura de empenhamento autoformativo e autonomizante, tem de descobrir em si as potencialidades que detém, tem de conseguir ir buscar ao seu passado aquilo que já sabe e que já é e, sobre isso, construir o seu presente e o seu futuro, tem de ser capaz de interpretar o que vê fazer, de imitar sem copiar, de recriar, de transformar. Só o conseguirá se reflectir sobre o que faz e sobre o que vê fazer (ALARCÃO, 1996, p. 18).

Faz-se importante investigações contínuas em relação aos saberes docentes e de construções de abordagens didáticas interdisciplinares, conectando aspectos históricos, filosóficos, epistêmicos e teórico-didáticos, pois se acredita que professores bem articulados nestes aspectos conseguem atingir os objetivos educacionais de formação básica e superior que se pretende. Docentes que consideram os saberes interdisciplinares garantem repertório e reconhecem as delimitações dos fenômenos abordados e os conhecimentos envolvidos nos problemas, além de reconhecer as diversas metodologias possíveis de aplicação.

Abordagens interdisciplinares promovem a utilização de diferentes métodos, procedimentos e enfoques de ensino e aprendizagem, como Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (MORTIMER, 1996); Ilhas de Racionalidade (FOUREZ, 1997) e História e Filosofia da Ciência (MATTHEWS, 1995); Momentos Interdisciplinares (BATISTA; SALVI, 2006); Unidades Didáticas Integradas (SANTOMÉ, 1998) e outras.

Para Severino (2001, p. 41), “se o sentido do interdisciplinar precisa ser redimensionado quando se trata do saber teórico, ele precisa ser construído quando se trata do fazer prático”.

Reconhecendo as diversas situações pedagógicas, é fundamental que o docente conheça e reconheça em sua prática os fundamentos referentes aos processos de ensino e aprendizagem, estabelecidos aqui. Os processos de ensino sendo as abordagens incorporadas aos recursos didáticos aliando a teoria de aprendizagem, os processos de desenvolvimento e

construção deste fenômeno, ou seja, como o aprendizado se origina, desenvolve e se transforma em uma experiência significativa de aprendizagem, instituindo um enfoque interdisciplinar. Reconhecendo assim as relações entre o objeto de estudo, a abordagem didática, o instrumento metodológico e não menos importante à teoria de aprendizagem que oferecerá subsídio e estratégias de ensino e aprendizagem.

Acerca das ações pedagógicas “Os docentes incorporam, geralmente, de forma inconsciente práticas de ensino que estão esvaziadas de uma fundamentação teórica que os auxilie em suas tomadas de decisão” (ZABALA, 1998, p. 27). Sendo assim, para Peres *et al.* (2014, p. 249) “toda proposta metodológica traz consigo concepções, valores, crenças em relação aos processos de ensinar e aprender que provam que não há ação pedagógica neutra”. Evidenciando assim que mesmo sem reconhecer nas ações pedagógicas as fundamentações teóricas envolvidas nestes processos, o professor traz em sua prática todas as suas concepções de como ensinar e de como o aluno aprende.

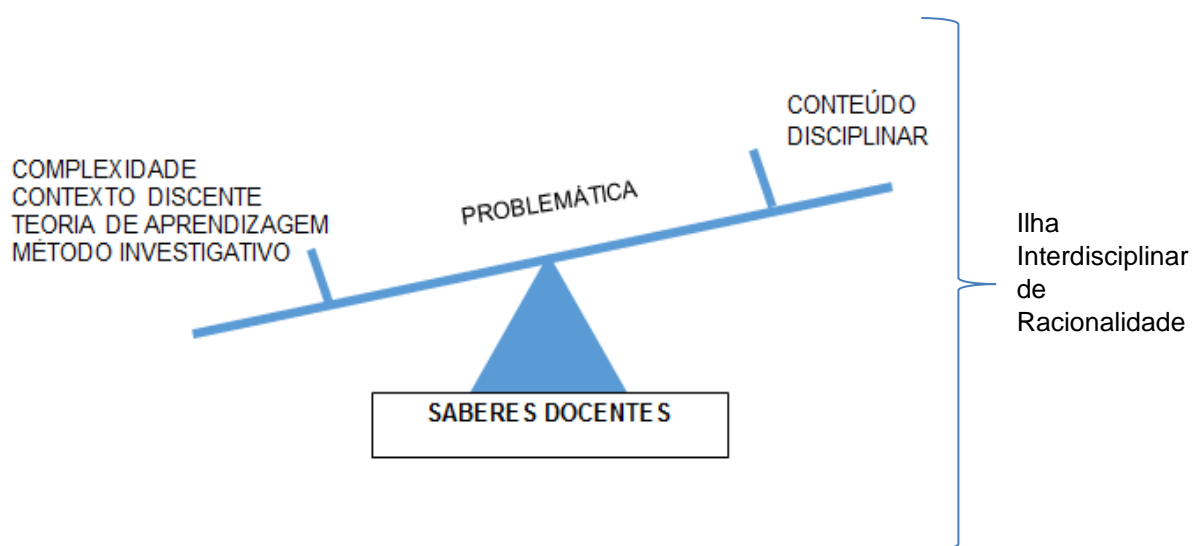
Logo, os processos de ensinar e aprender requerem, se não novas habilidades e competências, ao menos a consciência de que, acima de tudo atualmente, vivemos em um período em que conhecimentos científicos, sociológicos e técnicos se mostram conectados, comunicando-se em um meio sistemático e organizado (Batista; Salvi, 2006).

Assim, propostas de aprendizagem e alfabetização científica são centradas na mudança conceitual, mostrando a necessidade de mover conceitos para a integração de outros aspectos justificando as considerações de várias propostas feitas no campo da educação científica, objetivando a construção de um novo modelo de ensino e aprendizagem, em que a ciência exhibe uma profunda realimentação, o *feedback* mútuo fértil entre conceitual, epistemológica e processual.

2. ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR EDUCATIVA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

A composição dos saberes docentes apresentados aqui é baseada para a elaboração, aplicação e análise da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) como proposta, enfatizando a contextualização em abordagens interdisciplinares. Expõe articulação e integração que têm por princípio os saberes docentes, estabelecendo ao professor o papel de fundamentar a abordagem, definir os objetivos de aprendizagem, relacioná-los ao conteúdo disciplinar, bem como proporcionar o pensamento complexo e a promoção de outros conhecimentos e especialidades diversas, como também conduzir a investigação e oferecer suporte ao longo do desenvolvimento da proposta. Ajustando maior peso e ênfase ao contexto dos alunos, por meio da teoria de aprendizagem, empregada aqui a aprendizagem significativa, sensibilizando os subsunçores dos discentes para novas aprendizagens em função dos fenômenos interdisciplinares que envolvem os microrganismos, promovendo avaliação da realidade social e do cenário escolar junto à ação-reflexão-investigação pedagógica, bem como uma reconstrução da práxis docente, e a complexidade aos conteúdos e conhecimentos interdisciplinares. Não menos relevante, mas retratado com menor influência, o conteúdo disciplinar a ser ministrado em sala junto à sua epistêmico-metodologia, produzindo abordagens e discursos que vão ao encontro da realidade escolar.

Figura 1 – Saberes Docentes para o desenvolvimento e aplicação da proposta Interdisciplinar



Fonte: o autor

Sendo assim, permitindo a reelaboração da prática docente, partindo do contexto real da escola, tendo como ponto de partida a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, considerando um paralelismo entre a estrutura cognitiva individual e coletiva, o conteúdo empírico e teórico a serem mediados, os recursos instrumentais da escola, contextos históricos, a adaptação da linguagem, os referenciais didáticos e, por fim, a avaliação processual dos envolvidos, alunos e professores.

2.1 ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE: PROPOSTA INTERDISCIPLINAR PARA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Segundo Fazenda (2002, p. 74), “existe a necessidade de um projeto inicial que seja suficientemente detalhado, coerente e claro para que as pessoas, nele envolvidas, sintam o desejo de fazer parte dele”.

Fourez (1997) propõe as Ilhas Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), como sendo uma metodologia de ensino, sendo assim, uma perspectiva de Alfabetização Científica e Tecnológica. O mesmo considera que tal abordagem metodológica, de atitude epistemológica, contribui para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, afirmando que: “Uma pessoa que é capaz de representar situações específicas, poderá tomar decisões razoáveis e racionais contra uma série de situações-problemas” (FOUREZ, 1997, p. 61).

São estipulados por Fourez, (1997) três aspectos fundamentais para que um estudante seja considerado alfabetizado cientificamente: “autonomia (possibilidade de negociar suas decisões perante as pressões naturais e sociais), uma certa capacidade de comunicar (encontrar maneiras de dizer), um relativo domínio e responsabilidade, frente a uma situação concreta” (FOUREZ, 1997, p. 62).

A alfabetização científica para Fourez (2003) se desenrola por meio de objetivos humanísticos, sociais e econômicos. Os objetivos humanísticos demandam capacidades de se assentar em um mundo técnico-científico, e poder desfrutar destes conhecimentos para fazer a leitura do mundo atual. Os objetivos sociais demandam a diminuição das desigualdades, propondo assim a autonomia e a criticidade à frente de fatores sociais entre os indivíduos de uma mesma sociedade. “Os objetivos econômicos e políticos estão ligados à participação efetiva do cidadão no desenvolvimento do potencial tecnológico e econômico do mundo” (FOUREZ, 2003, p. 113).

Nesta perspectiva, Fourez (1997) apresenta um método de ensino intitulado como Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, o qual representa uma modelização, ou

representação teórica de uma situação em particular. “Trata-se de inventar, frente a um projeto, um modelo adequado, suficientemente simples, utilizando conhecimentos provenientes de diversas disciplinas – e também saberes da vida cotidiana – indispensáveis em situações concretas” (FOUREZ, 1997, p. 69).

A Ilha Interdisciplinar de Racionalidade se coloca como um método ou representa um norte para direcionar o que será desenvolvido ao longo do trabalho. “Assim, a definição sobre o que será feito na atividade não é determinada pelas diversas disciplinas vinculadas ao tema, mas pelo projeto, por sua finalidade e por seu contexto” (PIETROCOLA *et al.*, 2000, p. 107).

O projeto advém de um problema ou situação-problema, o qual irá suscitar outros questionamentos mais precisos e complexos em relação ao contexto estudado, logo intimando saberes disciplinares diferentes. Bettanin (2003, p. 36-37) esclarece que “A construção de uma Ilha parte de uma situação-problema que envolve aspectos do cotidiano do aluno e tem como objetivo dar significado ao ensino escolar”, afirmando que o método “[...] envolve um contexto e um projeto que ultrapassa os domínios disciplinares e que direciona a uma conclusão com elaboração de um produto final”. Carvalho e Gil-Pérez (1993) apresentam que a resolução de problemas tem como finalidade derrotar uma barreira por intermédios apropriados, elucidando o problema que anteriormente não se sabia alternativas possíveis para uma difícil situação.

Para Fourez (1997), em relação à construção e a representação do mundo,

[...] que estão estruturadas e organizadas em função de um projeto humano (ou de um problema a resolver), em um contexto específico e para destinatários específicos, apelando para várias disciplinas, com a intenção de chegar a um resultado original não dependendo das disciplinas de origem, mas sim do projeto que se tem. A representação – às vezes chamada de “ilha de racionalidade, pois deve também tornar possível as comunicações e os debates organizados e precisos em torno de um projeto” (FOUREZ, 1997, p. 106).

2.1.1 Aspectos Interdisciplinares das Ilhas de Racionalidade

Em trabalhos disciplinares são as regras tradicionais do paradigma da disciplina que determinam os recortes do modelo teórico que vai sendo elaborado e construído, expondo suas fronteiras e limitações. Neste modelo organizacional o aluno reconhece uma série de afirmações desconexas, distantes do seu cotidiano. Isso ocorre porque o conteúdo científico escolar se demonstra como se possuísse uma existência independente, isto é, como se o conhecimento científico que lhe deu origem não tivesse sido produzido partindo de um

esforço intelectual de interpretação real do mundo. Logo, em trabalhos interdisciplinares recorreremos ao contexto, trabalhamos para o projeto, para o sujeito destinatário e para o produto, considerando assim todos os aspectos implícitos e explícitos e sujeitos envolvidos.

Assim, a proposta interdisciplinar se refere a um trabalho em que ouvimos as particularidades e especialidades, bem como os especialistas¹ e as outras disciplinas, para nortear e responder aos problemas de um projeto específico, o produto final assim corroborado, tomando em consideração as cooperações dos envolvidos, mediadas pela negociação.

Uma das bases da metodologia é a negociação, referindo-se que o docente deve favorecê-la, a fim de não persuadir ou induzir as escolhas feitas pelos alunos. Assim percebe-se uma atitude de mediação por parte do professor, reconhecendo a importância do contexto, na qual o aluno pode participar e cooperar com a organização das atividades, dos métodos, recursos didáticos, critérios e dos conteúdos. Nesta perspectiva, “ser alfabetizado científica e tecnicamente significará, sobretudo, que se tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe por que, em vista de que e para que foram inventados” (FOUREZ, 1994, p. 67).

Segundo Santomé (1998), em relação às práticas interdisciplinares na escola, exige-se do professor uma atitude diferente:

Planejar, desenvolver e fazer um acompanhamento contínuo da unidade didática pressupõe uma figura docente reflexiva, com uma bagagem cultural e pedagógica importante para poder organizar um ambiente e um clima de aprendizagem coerentes com a filosofia subjacente a este tipo de proposta curricular (SANTOMÉ, 1998, p. 253).

Por fim, a requisição e a explicitação de um resultado final vão requisitar uma negociação e um compromisso, por parte dos envolvidos no projeto, resultando a construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR), um modelo teórico apropriado de um contexto e de um projeto.

A prática interdisciplinar necessita de “pedagogia apropriada, processo integrador, mudança institucional e relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade” (KLEIN, 2001, p. 110).

Um ensino pautado na prática interdisciplinar pretende formar alunos e alunas com uma visão global de mundo, aptos para “articular, religar, contextualizar, situar-se num

¹ Especialistas: Intitulamos como especialistas nesta investigação, docentes ou outros profissionais que participaram ao longo da IIR.

contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos” (MORIN, 2002b, p. 29). Abordagem sistêmica, do todo, uma visão de mundo baseada entre as partes. Perspectiva baseada na complexidade, em uma prática que esteja acima das barreiras e fronteiras disciplinares.

Atualmente, influenciados por recursos tecnológicos e digitais nas salas de aula, a proposta de rede de conhecimento encontra-se cada vez mais presente. Com isso os currículos das várias disciplinas precisam estar também entrelaçados formando uma rede facilitadora da aprendizagem (MACHADO, 2000). O modelo de rede ou teia de significações é uma boa representação do trabalho interdisciplinar, por apresentar seus elos, nós e entre nós. Segundo o mesmo, as redes se caracterizam por apresentarem acentrismo, metamorfose e heterogeneidade.

2.1.2 Construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades

Os conhecimentos de variadas disciplinas serão empregados na construção e composição que represente a situação, em que a ilha interdisciplinar constitui-se, logo na própria representação, sendo o modelo teórico o meio de comunicação com o que será feito em relação à situação, a ser determinado pelos sujeitos, aspectos e questões envolvidas. Os parâmetros que definem o corpo de conhecimento que será trabalhado é o projeto, isto é, para quem e para o que ele se propõe. “Ele visa produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado” (FOUREZ, MATHY; ENGLEBERT-LECOMTE, 1993, p. 121).

Assim, a prática da construção de uma ilha de racionalidade acarreta em conectar saberes advindos de conhecimentos das várias disciplinas, além dos conhecimentos do cotidiano, a fim de estruturar um modelo (ou uma representação, ou uma teorização). Portanto, a determinação a respeito do que será proposto não é determinada pelas diversas disciplinas cruzadas ao tema, mas pelo projeto, finalidade e contexto.

Para Fourez (1997), há algo mais importante que caracteriza a IIR:

[...] trata-se de inventar, frente a um projeto, uma modelização adequada, suficientemente simples, porém utilizando conhecimentos provenientes de diversas disciplinas, e também saberes da vida cotidiana, indispensáveis nas práticas concretas (FOUREZ, 1997, p. 69).

A grandeza e eficiência de uma ilha de racionalidade estão ligadas à sua precisão de dar uma representação que contribua para elucidação de um determinado problema ou uma problemática.

Adoção de problemas enunciados e reconhecidos no cotidiano dos alunos como trilho condutor ao trabalho de teorização é de extrema relevância, reconhecendo assim o contexto da situação e motivando os alunos a uma percepção de reconhecimento do problema e da situação a ser investigada. Fourez (1977, p. 111) apresenta:

Se a situação escolhida for demasiadamente artificial, o grupo, no momento de negociar, faltará de critérios firmes e tenderá a questionar as hipóteses da situação fictícia. O resultado então será geralmente frustrante.

Considerando aspectos já apresentados, está-se diante de um corpo organizacional próprio ao conhecimento científico escolar, suspendendo a fragmentação e o reducionismo. Nesse sentido, Fourez (1994, p. 65) acrescenta que:

Importa então sempre deixar em evidência os critérios e os projetos subjacentes aos processos científicos. Em vez de simplesmente ensinar aos alunos a observar-medir-comparar-seriar-classificar, como se tais processos fossem determinados por eles mesmos, é melhor dizer que se observa utilizando técnicas particulares de observação, que se mede em função de critérios que pareçam interessantes, que se compara segundo características selecionadas, que se realiza seriação em relação aos objetivos e que se classifica segundo uma representação teórica previamente aceita.

Para a construção de uma Ilha de Racionalidade, Fourez (1997) propõe oito etapas que colaboram na delimitação do trabalho para que o propósito final possa ser atingido.

Etapa 1: Elaboração do **clichê da situação-problema:** Tal etapa tem por objetivo que alunos apresentem suas noções em relação ao tema abordado, de maneira espontânea, expondo um panorama da problemática e proporcionando reflexão do cotidiano do grupo, servindo de ponto inicial para investigação, apresentando hipóteses, ideias e suposições acerca do estudo. É, para Fourez (1997), a primeira etapa de construção de uma IIR. Conforme o mesmo autor:

Por clichê, entendemos todas as representações (certas ou erradas) que a equipe de investigação tem sobre o problema. Ela está dando uma descrição espontânea (o ponto de partida da investigação). Para isso, a equipe será interrogada em uma tempestade de ideias, indo das questões mais gerais às mais específicas (FOUREZ, 1997. p. 112).

Maingain e Dufour (2008, p. 92) defendem que “antes de explorar uma problemática interdisciplinar, verificar o campo de conhecimento dos alunos e assegurar-se da existência de uma bagagem suficiente para fazer arrancar o processo”.

Etapa 2: Elaboração de um **Panorama Espontâneo**: “Trata-se de ampliar o contexto do clichê. Utiliza-se uma grade de leitura que permita realizar questões desprezadas durante a primeira etapa” (FOUREZ, 1997, p. 114). Momento no qual se objetiva na ampliação do clichê, produzido na etapa anterior, por meio da formulação, pelo docente e alunos, apresentando outras questões pertinentes relacionadas com o projeto a ser desenvolvido, que podem não ter sido colocadas inicialmente. Ainda se apresenta a espontaneidade, questionando e apresentando dúvidas e não respostas. Percebe-se a necessidade do envolvimento dos alunos diante ao projeto, em tal momento não se faz apelo aos especialistas, contudo são essenciais os saberes da prática, da experiência do profissional professor, auxiliando na definição das questões e norteamento das propostas que serão consideradas. Também é interessante nesta etapa reconhecer e produzir por parte dos envolvidos: Listagem dos sujeitos envolvidos; Investigação de normas, regras e condições impostas para a pesquisa; A lista dos jogos de interesse e das tensões, expondo pontos negativos e positivos, assim, apresentando vantagens, desvantagens e limitações dos aspectos a serem considerados; Elaboração descritiva das caixas-pretas pertinentes ao problema proposto, exposição das especificidades reconhecidas e a noção do tempo para a abertura das caixas-pretas e realização do projeto; Lista de bifurcações, uma bifurcação “designa um momento em que o ator social tem que fazer opção entre dois caminhos, duas estratégias” (FOUREZ, 1994, p. 96); Lista dos especialistas e especialidades pertinentes.

Fourez (1998, p. 11) discute:

Um dos elementos do contexto da pesquisa merece uma atenção particular: o tempo no qual se dispõem para construir a IR. Como também para um médico, o diagnóstico deve ser produzido a tempo de poder guiar a terapia, a IR deve ser construída para influenciar na ação. Este tempo disponível influenciará as estratégias – notadamente para decidir as ‘caixas pretas’ a serem abertas.

Etapa 3: Consulta aos especialistas e às especialidades: A equipe determina qual dos especialistas listados na etapa anterior será consultado, a fim abordar as caixas-pretas. Critérios que devem ser considerados nesta escolha é a situação e o projeto, estabelecendo correspondência com os objetivos acordados. Logo, um especialista pode ajudar a compreender aspectos da situação ainda não entendida pelo grupo. Fourez (1997) explica que

o bom uso de uma especialidade faz parte dos aspectos de estar alfabetizado científica e tecnicamente, como: saber se comportar diante de um especialista, reconhecer quando desconsiderar a sua opinião, saber se é necessário buscar uma outra opinião, saber como relacionar o conhecimento do especialista de um contexto ao outro, saber adaptar os saberes com as competências mais abstratas do especialista.

Etapa 4: Indo à prática: Uma fase de aperfeiçoamento, ocorrendo o confronto entre a própria experiência e as situações concretas. Na qual pode haver: entrevistas, pesquisas de campo, pesquisas, leituras, descontrações, entre outras práticas. Instante em que estabelece a relação entre o abstrato e trabalhamos com a concretude. Fourez (1997, p. 117) coloca o termo “Descer ao terreno” partindo da conjectura do que conhecemos, para então sofisticá-la. “O objetivo desta etapa é de ter uma noção mais concreta da situação” (FOUREZ apud SCHMITZ, 2004, p. 113). E registra que ir à prática depende dos objetivos do projeto e dos atores envolvidos na construção de uma Ilha de Racionalidade. Parte ativa do estudante.

Etapa 5: Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares que são base de uma tecnologia: Etapa composta de aprofundamento de conteúdos conceituais que culminam as disciplinas específicas. Fourez (1997, p. 118) expõe que: “Nesta fase pode-se, na forma de uma investigação mais fundamental, aprofundar em um ou outro aspecto do contexto estudado, com o rigor de uma disciplina científica”. Inclui que cada conteúdo é escolhido em função do contexto do projeto e dos estudantes.

Etapa 6: Esquematisação global da tecnologia: Etapa de síntese da ilha de racionalidade proposta. Síntese pode ser exposta em um resumo, figura, que aborde as principais características da ilha de racionalidade, assim como, especificando as caixas-pretas que podem ser abertas pelo professor, dependendo dos objetivos, sendo facultativa a busca por especialistas, nesse aprofundamento.

Etapa 7: Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas: Nesta etapa, a equipe poderá aprofundar seus questionamentos, ou caixas-pretas, sem o auxílio de um especialista. Caracteriza-se então, adicional às fases anteriores, fica a cargo da equipe a busca de respostas ainda não disponíveis. Assim, “desta maneira eles constroem modelos aproximados e provisórios, que mesmo não contendo todo o rigor necessário, tratam de situações envolvendo o cotidiano e produzindo um sentimento de autonomia neles” (SCHMITZ, 2004, p. 115).

Etapa 8: Síntese da IIR produzida: O produto final, última etapa, em que se objetiva em organizar de forma oral ou escrita a Ilha de Interdisciplinaridade produzida ao longo do projeto. Para Fourez (1997), algumas perguntas devem ser respondidas nesta etapa:

Até que ponto o que foi estudado nos ajuda a negociar com o mundo tecnológico focado durante o trabalho? O que nos proporciona autonomia no mundo científico-tecnológico e na sociedade em geral? De que maneira o conhecimento obtido nos ajuda a discutir com maior precisão quando decisões precisam ser tomadas? Como isso nos dá uma representação do nosso mundo e da nossa história que nos permite comunicar e posicionar-se melhor? (FOUREZ, 1997. p. 121).

Deste modo, tal etapa pode ser finalizada e concretizada expondo vários esquemas desde que seja construído de maneira que retrate o que foi desenvolvido durante o percurso.

O método de IIR está relacionado à promoção da Alfabetização Científica, na qual se objetiva formar estudantes autônomos, que estabeleçam a negociação e o diálogo fazendo uso de seu conhecimento com responsabilidade.

De acordo com Milaré (2014), as etapas de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade não necessariamente precisam ser cumpridas na ordem colocada, no entanto vão aparecendo conforme é elaborada junto aos alunos.

Mesmo que a IIR seja elaborada de acordo com a proposta das etapas, considerando o contexto, a realidade e o envolvimento dos alunos, é papel do docente elaborar o planejamento de ensino que norteará os processos de desenvolvimento e de avaliação em sala de aula, de acordo com os objetivos desejados.

2.2 O PROFISSIONAL PROFESSOR E SEU PAPEL NA PROPOSTA DE ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

O docente que deseja fazer uso do modelo de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade deve ter em mente que:

[...] professor também precisa elaborar um planejamento de ensino, que inclui o reconhecimento da realidade dos estudantes, uma previsão de como será feito o processo em sala de aula e a avaliação, além da obtenção de elementos que subsidiem a reestruturação dos próximos planos (MILARÉ, 2014, p. 127).

Como se percebe, ao docente cabe atribuições fundamentais na elaboração e desenvolvimento das IIR. É a ele que a equipe deve recorrer à consulta inicialmente antes de buscar especialistas, pois com todo seu aparato metodológico científico, indica elementos necessários para a abertura das caixas-pretas, assim como apontando para outros docentes sugerindo bibliografias, norteados as investigações para dentro do foco e avaliando os

processos. Até mesmo o professor estabelece relações com as colocações dos alunos, oferecendo uma abordagem inicial, observando assim características não pertencentes à sua formação.

Neste sentido, uma atribuição valiosa de docente interdisciplinar, o professor expandindo sua própria competência para além das fronteiras de sua formação disciplinar original, reconhecendo o caráter multidisciplinar do projeto e do currículo.

Para Santomé (1998), desacompanhados os estudantes não estão aptos a construir as correlações. É importante que o docente atribua a contextualização dos conteúdos e torne perceptíveis as relações entre as disciplinas. Tais abordagens interdisciplinares proporcionam esse tratamento dos conteúdos.

A experiência tem demonstrado que os alunos não transferem espontaneamente para o resto das matérias aquilo que aprendem em uma disciplina, nem o utilizam para enfrentar situações reais nas quais esse conhecimento torna-se mais preciso (SANTOMÉ, 1998, p. 71).

O professor coloca em prática todos os seus saberes, experiências como aluno e como professor, estabelecendo conexões entre o que aprendeu e como aprendeu e o que ensina e da forma com a qual ensina uma relação reflexiva sistematizada para um público heterogêneo e carregada de valores próprios. O professor atuante em sala de aula concebe reconstrução constante de seu conhecimento em relação a como ensinar por meio de suas próprias práticas. É preciso reconhecer o professor como investigador, refletindo antes, durante e depois de sua prática, adequando o currículo à realidade discente (FILHO, 1988).

2.3 ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

De acordo com os fundamentos de abordagens interdisciplinares, o total não é a simples adição de suas partes, o conhecimento acadêmico, escolar ou não, é integralmente complexo, e para o entendimento de suas relações entre os saberes, pelos alunos, é fundamental que a complexidade esteja presente no cenário dos processos da educação escolar.

Fazenda (1991) expõe como um aspecto essencial de atitudes interdisciplinares:

“É a ousadia da busca, da pesquisa, é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir” e reconhece que a solidão de uma insegurança inicial e individual, que muitas vezes marca o pensar interdisciplinar, pode transmutar-se na troca, no diálogo, no aceitar o pensamento do outro (FAZENDA, 1991, p. 18).

Logo percebemos que a disciplinarização dos saberes não consegue atender a realidade complexa do conhecimento. Capra (2004, p. 25) apresenta um novo paradigma que pode ser identificado como “uma visão de mundo holística, que concebe o mundo como um todo integrado e não como uma coleção de partes dissociadas”. Os problemas reconhecidos pelo homem também são complexos, assim são perceptíveis a todos os saberes, portanto os problemas abordados pela biologia também são da física, da química e das outras “disciplinas”, em que cada área do saber compõe um distinto modelo da natureza, na qual vários aspectos, características, princípios, leis, e outros se conectam, relacionam, associam e se inter-relacionam.

Interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e o engajamento de educadores, num trabalho conjunto de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual (LÜCK, 1994, p. 64).

A articulação e a perspectiva das práticas investigativas, da pesquisa e do ensino se abordadas de fato garantem os pressupostos e expectativas interdisciplinares. As abordagens investigativas como um procedimento de ensino, propõem uma nova atitude com relação ao conhecimento e à prática de ensinar. De acordo com essas colocações e considerando que “o trabalho do professor não é ensinar, é fazer algo para que o aluno aprenda” (CHARLOT, 2010, p. 32), aflora a pesquisa, como uma oportunidade de motivar e sensibilizar aspectos cognitivos, procedimentais e atitudinais, no sujeito que aprende. Wachowicz (2009) alega a pesquisa como um ponto de partida didático em todos os níveis de ensino, ademais de proporcionar a inovação, expectativa maior do enigma, das aspirações e do conflito do processo de aprendizagem. Prática baseada na investigação científica direcionada para o desenvolvimento da competência de analisar situações e posicionar-se criticamente, além de resolver problemas dentro de uma visão sistêmica, holística e complexa.

Embora existam variadas nomenclaturas e conceitos que se identificam de acordo com as influências de seus autores, o entendimento do ensino fundamentado na investigação tem como base promover e aprimorar o raciocínio e as habilidades cognitivas, assim como a cooperação entre os sujeitos envolvidos no processo, ademais a promoção do entendimento da natureza do trabalho científico (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Os processos de ensino por meio da investigação de ciências foi um movimento originado nos Estados Unidos da

América e recebeu grande evidência em países europeus. No Brasil não foi apresentada igual tendência, mesmo tal metodologia de ensino sendo exposta nas reformas curriculares anteriores às políticas de educação em vigência. Tal proposta emerge principalmente a partir das repercussões do filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey, principalmente a partir dos anos 1930, originalmente intitulado em inglês “*inquiry*”.

No cenário brasileiro, abordagens investigativas ganham notoriedade nos anos de 1920-1930 na construção curricular, com ideias progressivistas norte-americanas, que salientam as contribuições de John Dewey relacionadas aos pensamentos de Anísio Teixeira, assim visto como uma estratégia didática, uma das heranças da tendência escolanovista brasileira, percebendo modificações curriculares, propondo maior autonomia para os estudantes e o reconhecimento dos procedimentos de uma aprendizagem ativa por intermédio das teorias cognitivas, essencialmente o construtivismo.

Baseado nestas convicções emerge o “método de projetos” ou “sistema de projetos”, mais tarde intitulado como pedagogia de projetos (DEWEY, 1967), indicando propostas ativas em que os alunos participem por meio da vivência para aprender os conteúdos. Atualmente propostas de ensino têm tido a investigação como base, assumindo destaque no Brasil a partir dos anos 1960, após estar contida na publicação da primeira versão da Lei de Diretrizes e Básicas da Educação (LDB de 1961).

Conforme Dewey (1967), em trabalhos pedagógicos com assuntos/temas que têm como início as concepções prévias dos alunos, consiste a valorização educativa da experiência, instituindo a necessidade de que os docentes reconheçam as experiências da rotina dos alunos para que então possam introduzir conceitos, indo ao encontro das colocações de Young (2007) ao expor a escola como tendo uma função de engrandecer o repertório cultural.

Segundo Azevedo (2004), propostas investigativas têm como ponto de partida uma situação problematizadora que norteia o aluno à reflexão, discussão, argumentação para a construção do próprio saber na integração das dimensões do pensar-sentir-fazer.

Nesta perspectiva, Bybee (2000) expõe que práticas de investigação no ensino de ciências podem ser empregadas da mesma forma como estratégia e como conteúdo, como estratégia de ensino com a finalidade de aprendizagem de conceitos, bem como forma de aprender conteúdos por meio da compreensão de processos que orientam a construção do conhecimento científico, ao mesmo tempo em que proporcionam o progresso e o desenvolvimento de habilidades próprias ao processo da investigação.

De acordo com Moreira (1983), práticas de investigação científica são propostas e desenvolvidas a fim de resolver um problema ou uma problemática tendo por base a ação dos estudantes. Devem ser propostos momentos de ação, proporcionando um ensino conectado de ações, demonstrações e observações com trabalho prático, motivando a reflexão, discussão, explicação e relato dos sujeitos envolvidos na proposta.

Freire (1996), por meio de suas reflexões, dizia que abordagens investigativas de ensino são valorativas, pois se interessa nas necessidades dos educandos quando privilegia e incentiva a aprendizagem autônoma, tendo por fim a busca de explicações de fenômenos ligados aos acontecimentos do cotidiano, estabelecendo familiaridade com ciência, se tornando interessante e desenvolvendo a curiosidade epistemológica.

Abordagens investigativas propõem a reprodução de alguma forma da atividade científica, promovendo questionamentos, elaboração de hipóteses, resolução de problemas por meio da pesquisa, proporcionando meios de investigar as respostas até deparar-se com as razões para os problemas ou perguntas (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000).

A ciência contemporânea é feita da pesquisa dos fatos verdadeiros e da síntese das leis verdadeiras. As leis verdadeiras da ciência têm uma fecundidade de verdades, elas prolongam as verdades de fato por verdades de direito. O racionalismo pelas suas sínteses do verdadeiro abre uma perspectiva de descobertas. O materialismo racionalista, depois de ter acumulado os fatos verdadeiros e organizado as verdades dispersadas, ganhou uma surpreendente força de previsão. A ordenação das substâncias apaga progressivamente a contingência de seu ser, ou, em outras palavras, esta ordenação suscita descobertas que preenchem as lacunas que faziam acreditar na contingência do ser material (BACHELARD, 1972, p. 45-46).

Andrade (2009) esclarece a pesquisa como um agrupado de procedimentos organizados de modo sistemático, fundamentado no raciocínio lógico, tendo como finalidade a elucidação de problemas propostos por meio de métodos científicos. Moraes (2004) expõe a significação da pesquisa como um movimento dialético, em espiral, que se inicia no entendimento do ato de questionar dos momentos do ser, fazer e conhecer dos envolvidos, elaborando argumentos que promovam o agir/criar e, ao fim, apresentar os resultados partilhando as explorações e evidências da investigação.

A pesquisa caracteriza o desafio de reconstrução do saber, diante de uma problemática sistemática, metódica e que por meio do argumentado propõe a capacidade de inovar e intervir na realidade dentro de uma tendência lógico-formal, promovendo a dialogismo. A investigação se faz necessária na rotina das propostas pedagógicas garantindo a manutenção do espírito investigativo (observação, registro e análise). Mendonça (2008) propõe a consideração do

processo de investigação, consistindo num aprendizado a ser mobilizado ao longo da formação, na qual as instituições de ensino promovam práticas que oportunizem os alunos a dominarem as noções básicas dos métodos e técnicas de pesquisa como, conhecimento de produções bibliográficas disponíveis, organizar e reorganizar os conceitos racionalmente e demonstrar um comportamento ético com os padrões e modelos da comunidade científica.

Nóvoa (2007) discute um outro ponto importante em relação ao posicionamento docente e à necessidade de novas abordagens:

É necessário enriquecer a aprendizagem com as ciências mais estimulantes do século XXI. A pedagogia e o trabalho do professor estão ainda muito fechados nas psicologias do desenvolvimento, nas psicologias de Piaget, em certas sociologias do século XX. A pedagogia precisa respirar. Os professores precisam se apropriar de um conjunto de novas áreas científicas que são muito mais estimulantes das que serviram de base e fundamento para a pedagogia moderna, desejo hoje de uma escola centrada na aprendizagem (NÓVOA 2007, p. 7).

Os processos de ensino que tenham a pesquisa como ponto central se colocam como um desafio no trabalho docente, desafio também visto na formação docente a essas novas perspectivas e abordagens da aprendizagem, como exposto por Nóvoa (2007, p. 13): “É preciso buscar modelos de organização nas escolas que mudem as formas como os docentes se organizam, a escola deve ser vista como uma instituição e não como um serviço”.

Para concretização de práticas investigativas, Gil-Perez e Valdés-Castro (1996) apresentam uma organização, um planejamento de momentos pedagógicos que, de acordo com os autores, compõe características investigativas: (a) apresentar situações problematizadoras abertas; (b) favorecer a reflexão dos estudantes em relação à relevância; (c) potencializar as análises qualitativas, propiciando a formulação de questões; (d) considerar a elaboração e testes de hipóteses como uma das etapas da investigação; (e) considerar a análise dos resultados com base nos conhecimentos disponíveis; (f) desenvolver o trabalho acompanhado por memórias científicas; e, (g) ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por meio de grupos de trabalho, propiciando interação entre si.

Para Fazenda (1996), a aplicação e a valorização da interdisciplinaridade podem ser ocorridas ao longo da formação geral, profissional, de pesquisadores e como forma de superar a dicotomia ensino-pesquisa. Assim, investigações interdisciplinares proporcionam a reconstrução do objeto/sujeito de conhecimento ultrapassando fragmentação do saber, em um diálogo fértil promovendo a integração das disciplinas e a manifestação das inter-relações num panorama dialógico, reflexivo e conectivo. Os professores necessitam ter conhecimento

em relação de como se organizará o progresso do ensino e da pesquisa nos encaminhamentos da investigação da proposta, fundamentando-se nas teorias que sustentam a construção dos saberes, assumindo uma atitude de pensamento que substitua a linearidade e a fragmentação.

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICA CONEXÕES ENTRE A TEORIA DE APRENDIZAGEM E ABORDAGENS INVESTIGATIVAS

A formação de sujeitos críticos e reflexivos é um posicionamento comum do ensino investigativo e dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, na qual os sujeitos estabelecem comunicação entre eles e diálogos com os acontecimentos em torno da sociedade elaborando e aplicando o aprendizado científico. Assim, a formação de sujeitos com atitudes reflexivas e de posicionamento crítico possivelmente seja o objetivo de abordagens de ensino que abandonem o ensino tradicional, no qual o professor se estabelece como um transmissor e organizador lógico dos conceitos, que se mantém afastado dos alunos, que acompanha os programas preestabelecidos, um local que não considera os saberes nem mesmo a individualidade dos sujeitos que não promove a discussão, a reflexão e a argumentação na prática escolar (MIZUKAMI, 1986).

Sendo assim, os pressupostos da aprendizagem significativa de David Ausubel e da aprendizagem significativa crítica de Marco Antônio Moreira estabelecem proximidade com as abordagens por investigação e se alicerçaram como referenciais teóricos da aprendizagem dos conhecimentos científicos. Proporcionar a investigação tem sentido de aproximar os saberes científicos dos conhecimentos escolares, provendo a ação do sujeito e a autonomia.

A maturidade cognitiva também deve ser considerada ao desenvolver propostas de aprendizagem, pois em crianças a elaboração de conceitos é do tipo de aprendizagem por descoberta, na qual se reconhecem e testam as hipóteses, de modo igual que operam generalizações a começar por pontos mais específicos. Após a mesma estabelecer vários conhecimentos por meio da formação de conceitos, a diferenciação adicional destes e a elaboração de novos continua principalmente por intermédio da assimilação de conceitos (NOVAK, 1981). Em crianças de mais idade, adolescentes e adultos obtêm conhecimentos novos por meio da assimilação de conceitos em sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 1981). É papel dos processos de ensino guiar o aluno para que o mesmo possa ultrapassar a sua posição cognitiva inicial e, assim, aprender a aprender (NOVAK, 2000). Sendo assim, as estratégias metacognitivas proporcionam ao sujeito a autonomia e a responsabilidade de sua aprendizagem de forma significativa (NOVAK, 1989). Tais propostas

abrangem a meta-aprendizagem, ou aprender a respeito de aprendizagem significativa e metachecimento, ou aprender a respeito da natureza do conhecimento (NOVAK, 1989).

As estratégias de meta-aprendizagem ajudam o aprendiz a entender que o significado do que aprendemos é uma decorrência dos conceitos e relações conceituais que já temos e das novas relações que incorporamos às estruturas de conhecimento que já possuímos. As estratégias de metachecimento, por sua vez, ajudam os estudantes a entender que conceitos são construídos a partir de regularidades percebidas em objetos ou eventos e que usamos rótulos linguísticos ou simbólicos para designar tais regularidades (NOVAK, 1989, p. 62).

Existe ainda uma apreensão em relação à estimulação da vontade, motivação do aluno em associar o novo apresentado à sua estrutura cognitiva, a fim de efetivar uma aprendizagem com significado e não meramente mecânica, mesmo quando o conhecimento não for potencialmente significativo (AUSUBEL, 2003). Logo, o estudante irá por fim desenvolver uma aprendizagem mecânica, se o material não for potencialmente significativo, mesmo havendo disposição e comprometimento do sujeito. Ausubel (2003), em relação à avaliação de uma aprendizagem, se foi significativa ou não, propõe que o novo conhecimento assimilado deve estar claro, preciso e que o sujeito deve ter competência em transferi-lo, compartilhando o mesmo em novas situações no sentido de desviar da “simulação de aprendizagem”. Assim fazendo uso de novas situações, desiguais das utilizadas anteriormente nos processos de ensino, logo não aparentadas com as iniciais investigando por evidências de um entendimento, compreensão significativa. “Uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem a memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos” (MOREIRA, 1999, p. 16).

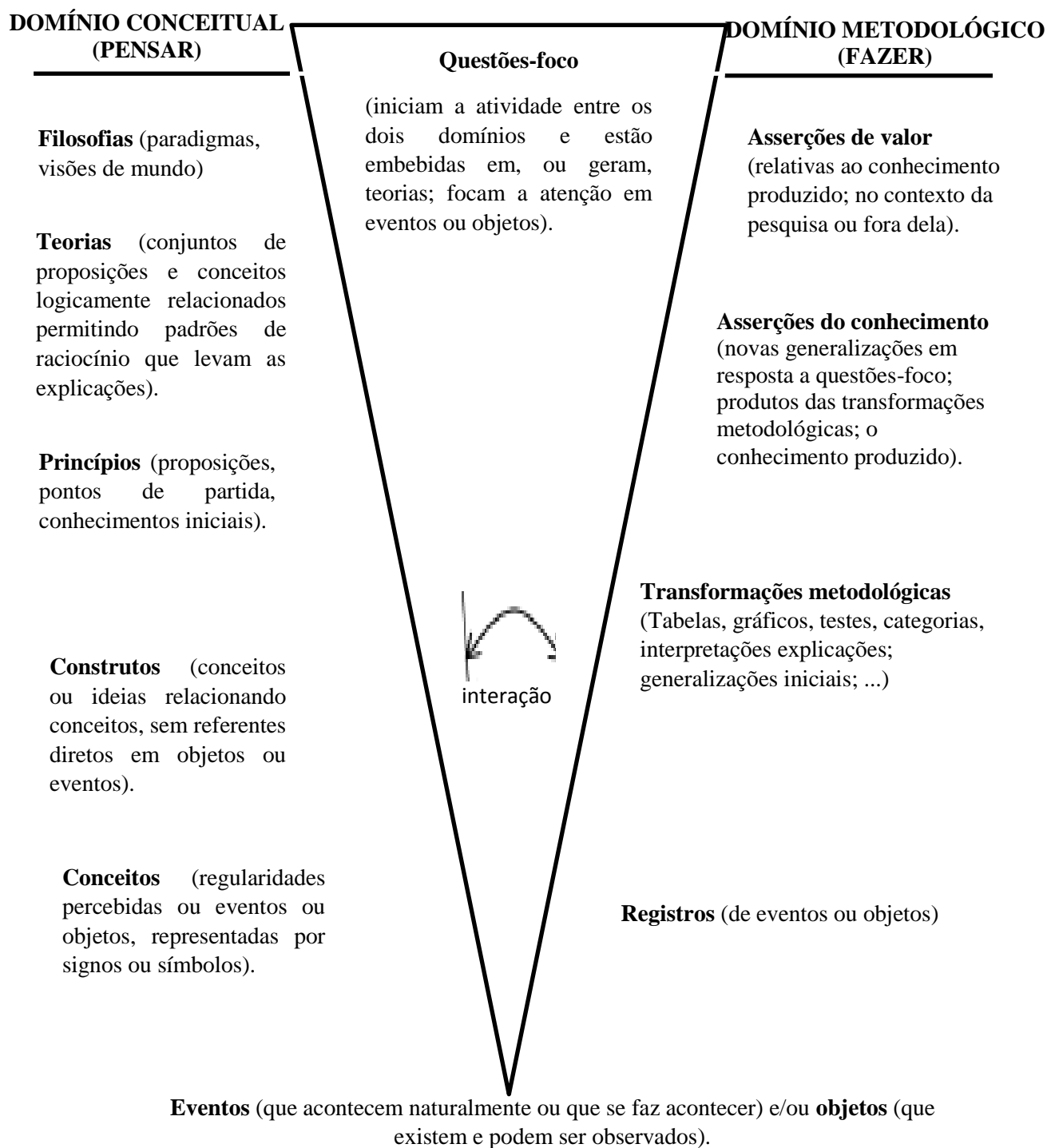
- Vê epistemológico de Gowin (1981)

Entre outras estratégias, o Vê epistemológico de Gowin (1981) é um instrumento que procura tornar evidente que o conhecimento científico é construído (MOREIRA, 2006), um diagrama para expor a organização dessa construção. “O objetivo deste diagrama é o de facilitar a compreensão da estrutura do processo de construção do conhecimento; daí ser chamado de Vê epistemológico ou heurístico” (MOREIRA, 2014 p. 5). Sendo assim, utilizamos tal instrumento a fim de reconhecer as evidências de aprendizagem da abordagem adotada.

O Vê heurístico tem origem a um agrupado de cinco questões a serem empregadas a qualquer trabalho de pesquisa: 1) Qual a questão-foco, a pergunta básica?; 2) Quais os conceitos-chave, a fundamentação teórica?; 3) Quais os procedimentos metodológicos?; 4) Quais

as asserções de conhecimento, as respostas à questão-foco?; 5) Quais as asserções de valor (relativas ao conhecimento produzido)? Assim apresentadas as cinco questões de Gowin (1981).

Figura 2 – Versão original Vê epistemológico, Vê heurístico, Vê de Gowin



Fonte: Novak e Gowin, (1984); Moreira (1990); Gowin e Alvarez (2005)

O Vê epistemológico tem seu início por meio de uma questão-foco, uma situação-problema, na qual para apresentar respostas, resoluções e explicações tem a necessidade de apresentar os registros de um evento que se realiza de forma natural ou se faz acontecer, ou também de um determinado objeto de estudo, podendo não ser propriamente um evento, porém que exista sendo capaz de ser observado. Com relação aos registros, são realizadas transformações metodológicas a fim de encontrar possibilidades de respostas à questão-foco, ou viáveis elucidções da situação-problema. De forma integrativa os domínios conceituais e metodológicos se interagem, com isso o conhecimento científico é construído por meio da integração e interação entre o saber e o fazer (MOREIRA, 2014).

1. QUESTÃO BÁSICA DE PESQUISA.

Qual é a questão-foco do trabalho?

2. CONCEITOS-CHAVE & ESTRUTURA CONCEITUAL.

Quais os conceitos-chave envolvidos no estudo?

3. MÉTODOS.

Quais os métodos utilizados para responder às questões básicas?

4. ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO.

Quais os resultados mais importantes do trabalho?

5. ASSERÇÕES DE VALOR.

Qual a significância dos resultados encontrados? (GOWIN, 1981, p. 88)

A Questão Básica de Pesquisa, ponto central da investigação, é o questionamento que norteia as reflexões da problemática, encaminhando as ações e tomadas de decisões.

Os Conceitos-Chave representam os conceitos que estão implicados na demanda da investigação, referentes à(s) área(s) de conhecimento. Logo, tais conceitos necessitam se relacionar de maneira a constituir uma Estrutura Conceitual.

Os Métodos são as estratégias empregadas, a fim de chegar à resposta da questão essencial, sendo as asserções de conhecimento. Os métodos incorporam também, entre outras tarefas, planejamento de etapas, técnicas utilizadas, amostragem, os dispositivos experimentais para o recolhimento dos dados e o processo de análise. Expondo as asserções de conhecimento, interroga-se a sua significância, utilidade e importância, tendo assim as Asserções de Valor.

A investigação é reconhecida por meio da constante *interação* dessas questões. A questão básica limita e orienta o que será investigado, os conceitos-chave ordenam a sustentação teórica para o questionamento colocado pela questão básica, os métodos indicam o desenvolver da pesquisa propondo resposta ao questionamento básico, sendo as asserções de conhecimento, estas, investigadas sua relevância, expondo as asserções de valor.

Gowin (1981) expõe que a apresentação ordenada dessas questões não implica obrigatoriamente que tais estejam ordenadas de forma fixa cronologicamente, em virtude de que o processo de construção de conhecimento tem sua origem de diversas maneiras.

Ainda em relação às relações estabelecidas entre o docente e os sujeitos aprendizes, Novak e Gowin (1996) indicam que esta relação é envolvida de negociação, incluindo materiais educativos a fim de construir e compartilhar os significados. Nesta associação o docente assume um papel de mediador envolvendo, estimulando pontos de ancoragem entre um conhecimento novo e o conhecimento prévio do sujeito, apoiado, geralmente, em suas experiências e vivências cotidianas, determinando a sua aprendizagem escolar, encaminhando os aprendizes à reflexão para desenvolverem, aceitar e valorizar conceitos cada vez mais próximos daqueles aceitos cientificamente, cumprindo o objetivo da alfabetização científica, ultrapassando um posicionamento tradicional do professor, de transmissor de conteúdo. Sendo assim, garantindo o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem, reconhecendo a responsabilidade de ambos, docente e estudante, considerando também a importância com o outro, com a coletividade, com o bem social, promovendo a modificação da estrutura cognitiva não apenas como uma atividade interna do sujeito (Novak; Gowin, 1996).

Um professor com posicionamento comprometido com seu papel tem atitudes de valorização e respeito ao estudante e com sua história de vida, mediando ensino e aprendizagem de forma contextualizada, ativa, aberta, contínua e reflexiva. Sendo assim, a abordagem interdisciplinar é um dos meios facilitadores que podem promover a condução desses processos. Japiassu (1976) apresenta que a interdisciplinaridade se põe pela intensa troca entre as especialidades e pelo grau de integração real das disciplinas em um mesmo projeto, objetivando restabelecer a unidade humana e sua complexidade, pela passagem da subjetividade para a intersubjetividade.

2.5 A MICROBIOLOGIA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Como já foi apresentado anteriormente, a respeito das investigações e abordagens de Microbiologia, nos levantamentos de Jacobucci e Jacobucci (2009), são mínimas as publicações científicas quanto ao ensino em Microbiologia. O mesmo foi encontrado por Andrade (2016), em relação a abordagens e percepções dos docentes perante a temática de Microbiologia.

É consenso entre os pesquisadores Madigan, Martinko e Parker (2004) e Pelczar, Chan e Krieg (1996), estabelecer a Microbiologia enquanto conteúdo curricular que se constitui em discussões dos microrganismos no mundo, fundamentalmente em relação à sociedade humana e suas interações com todos os seres vivos. Na qual a área científica pode incluir duas grandes temáticas como os aspectos de natureza básica e aqueles de natureza aplicada, reconhecendo nesses, sentido como novas fontes de processos e produtos para o benefício da sociedade.

Ovigli (2010) expõe a respeito da presença dos microrganismos nos tópicos dos currículos de Ciências tais como Citologia, Ecologia, Saúde Pública, Ciclos Biogeoquímicos, Genética e Biotecnologia que, ocasionalmente, provocam dificuldades de compreensão por parte dos estudantes.

Com relação aos procedimentos a fim de propor aprendizado efetivo, especialmente em Microbiologia, se faz necessário o docente intervir com propostas de problematizar os conteúdos, evidenciando as verdadeiras interações do currículo com o mundo real. Neste sentido os PCNs (1998, p. 19):

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia.

Segundo Ovigli (2009, p. 401), os procedimentos desenvolvidos pelos docentes a respeito da Microbiologia devem proporcionar ao aluno um sentido de inclusão no seu contexto.

O desenvolvimento de uma determinada área científica ou tecnológica, como é o caso da Microbiologia, requer a elaboração de um conjunto de estratégias em educação e disseminação do conhecimento produzido para aproximar e informar a sociedade sobre os avanços na área, abrindo espaço para uma análise crítica das contribuições dessas inovações.

É consenso entre Campos e Nigro (2009) e Limberger (2009) que abordagens investigativas e experimentais favorecem o aprendizado dos alunos a respeito dos microrganismos, assim reconhecendo a atribuição dos mesmos na vida humana.

Para Souto *et al.*, (2015, p. 60):

A experimentação é uma atividade fundamental no ensino de ciências, tendo como potencial motivar os alunos, incentivando reflexões sobre temas propostos, estimulando a participação ativa no desenvolvimento da aula e contribuindo para possibilidade efetiva de aprendizagem.

Limberger, Silva e Rosito (2009) relatam que a Microbiologia normalmente é exposta nas práticas escolares de forma teórica, com poucas propostas ativas de investigação e observação, justificada pela precariedade das estruturas laboratoriais.

A senso comum, os microrganismos são identificados por promover diversas patologias e poucos alunos os reconhecem como possíveis agentes que podem estabelecer relações benéficas ao homem (SOUZA; RUMJANEK, 2001).

Zômpero (2009) expõe a necessidade de reconhecer as concepções prévias associadas aos microrganismos, bem como a revelação do papel de simbiose deles, promovendo atividades didáticas para o ensino de microbiologia, que proporcionem mudanças conceituais, ressignificações de atitudes diante das crenças e valores dos alunos.

Com relação à atitude do professor e ao reconhecimento e identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, Bizzo (2008, p. 57) diz:

O professor deve buscar conhecer essa bagagem e incorporá-la às aulas que ministra. Em segundo lugar, o professor deve perceber que a escola tem uma contribuição importante a dar para que o aluno possa compreender sua própria experiência a partir de uma perspectiva mais global e abrangente, o que lhe permitirá aplicar sua atuação social.

Consequentemente, para que ocorra a identificação real do papel dos microrganismos, é necessária a construção de uma abordagem que contraponha as barreiras informativas, a fim de que se exponham não só os impactos nocivos acarretados por eles, mas também as relações harmônicas promovidas pelos microrganismos (RAHMEIER *et al.*, 2011; PRADO; RODRIGUES; KHOURI, 2004).

3. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Por meio de uma abordagem interdisciplinar integrando discussões teórico-metodológicas a respeito de saberes e práticas docentes, em forma de uma unidade didática.

De acordo com LAVAQUI e BATISTA (2007), uma unidade didática integrada,

[...] busca promover um entendimento dos conteúdos disciplinares em uma perspectiva mais ampla, não necessariamente abrangendo todas as disciplinas ou áreas do conhecimento, mas articulando-as de tal forma que as abordagens disciplinares estabeleçam vínculos e proporcionem o desenvolvimento de ações mais complexas (LAVAQUI; BATISTA, 2007 p. 407).

Assim, tal unidade tem como objetivo proporcionar ações e procedimentos de educação científica aliada a tal abordagem interdisciplinar educativa, de maneira que promova reflexão do conhecimento científico, tendo como ponto de partida o conhecimento prévio dos sujeitos, incluindo propostas com significados que possibilitem a aprendizagem de conhecimentos interdisciplinares conceitual dos avanços científicos e tecnológicos do contexto atual.

3.1 CENÁRIO E SUJEITOS DA PESQUISA

A cidade de Arapongas, situada na região norte do estado do Paraná foi o município de aplicação da prática em questão. O cenário de realização da pesquisa é uma escola da rede privada de Ensino Médio, conta com docentes das variadas disciplinas e também com membros da supervisão, orientação e coordenação pedagógica.

O município de Arapongas provém da Companhia de Terras Norte do Paraná, pioneira do povoamento da região. Tem como idealizador e fundador da cidade, William da Fonseca Brabason Davids, diretor da mesma companhia que, na época da fundação de Arapongas, exercia o cargo de prefeito de Londrina. Sua urbanização tem início em 1935, com o comerciante francês René Cellot e sua família, adquirindo os primeiros terrenos conduzidos a este fim. Em sequência, no espaço foram sendo estabelecidas colônias constituídas por imigrantes japoneses e eslavos. O território fazia parte do município de Londrina até o ano de 1943, quando se deu origem ao município de Rolândia, que faz fronteira ao mesmo, ao qual passou a pertencer como distrito. Somente em 10 de outubro de 1947 se dá sua emancipação para então ser intitulada como município de Arapongas, fato garantido pela riqueza das terras,

destinadas para a cultura do café. Hoje tem visibilidade nacional e mundial como importante polo moveleiro e tecnologias desta área, ocupa uma área de aproximadamente 382 km². Sua população em 2017 foi estimada em 118.477 habitantes, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, assim ocupando o décimo sexto município mais populoso do Paraná.

O cenário de realização da pesquisa foi uma escola particular de Ensino Médio com uma filosofia interdisciplinar e uma metodologia de trabalho que em sua maioria ocorre em equipes de cinco a seis integrantes, com turmas interseriadas, promovendo abordagens investigativas e atitude ativa dos alunos por meio da pesquisa. A escola conta com 120 alunos distribuídos em 4 turmas, sendo atendidos por uma equipe composta de 11 professores, 1 monitor, 1 secretária, 1 orientadora pedagógica, 1 coordenadora e 1 gerente. O colégio dispõe de bons e equipados laboratórios de informática, de ciências e uma biblioteca. Seu currículo disciplinar é distribuído em 14 disciplinas presenciais e 5 disciplinas em um portal à distância, projetos de iniciação científica e incentivo à pesquisa. Assim, a educação básica nível ensino médio corresponde a uma carga horária total de 3.640 horas.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se caracteriza como uma abordagem qualitativa. Moreira (2009 apud ERICSON, 1986) vê a pesquisa interpretativa (qualitativa) em ensino fundamentalmente sob a ótica do significado:

Seres humanos, supõe a perspectiva interpretativa, criam interpretações significativas do ambiente físico e comportamental que os rodeia [...] Através da cultura seres humanos compartilham significados aprendidos e em determinadas situações frequentemente parecem ter criado interpretações significativas similares. Mas estas similaridades superficiais mascaram uma diversidade subjacente; em uma dada ação não se pode supor que os comportamentos de dois indivíduos, atos físicos de forma similar, tenham o mesmo significado para os dois indivíduos [...] Portanto, uma distinção analítica crucial em pesquisa interpretativa é entre comportamento, o ato físico, e ação, que é o comportamento mais as interpretações de significados atribuídas por quem atua e por aqueles com os quais o ator interage [...] O objeto da pesquisa interpretativa social é ação, não comportamento [...]. (Moreira 2009 apud ERICSON, 1986, p. 25)

Segundo Moreira (2009, p. 25),

[...] a pesquisa qualitativa é um termo que tem sido usado alternativamente para designar várias abordagens à pesquisa em ensino, tais como pesquisa

etnográfica, participativa observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa, antropológica cognitiva [...].

Quando realizadas abordagens qualitativas, as mesmas exigem rigor de arrecadação e análises, logo existindo um determinado conjunto de aquisições técnicas para produção da mesma. Igualmente, as investigações qualitativas são consideradas abordagens científicas.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), os dados obtidos carregam o peso de qualquer interpretação do investigador, existe uma preocupação com os efeitos da subjetividade, podendo prejudicar o tratamento dos dados produzidos. Até mesmo sua presença pode influenciar nas respostas colocadas pela sua população pesquisada, sendo tal efeito intitulado como “efeito do observador”.

A seletividade das visões humanas, colocando que cada sujeito enxerga determinado objeto ou situação de uma forma diferente, embasado em aspectos culturais, predileções e aptidões, sendo assim, o olhar então é influenciado pela vivência diária, pela história pessoal, privilegiando certos aspectos da realidade e negligenciando outros. Diante disso, para que as observações ganhem cunho científico é preciso que a observação seja controlada sistematizada, implicando em planejamento e preparo rigoroso do observador, determinando com autenticidade o que se quer observar, delimitando o objeto de estudo (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

A abordagem se realizou em uma turma com 28 alunos distribuídos em cinco equipes, com o consentimento e autorização da equipe pedagógica da unidade escolar, a qual aconteceu durante o horário regular das aulas, sendo desenvolvida nas 2 aulas geminadas de Biologia por semana e aplicada pelo professor regente, atuando como professor pesquisador. Os dados foram adquiridos por meio das anotações do docente ao longo da abordagem da IIR, das produções individuais e da equipe, do diário de bordo de cada equipe e ao final do V epistemológico elaborado individualmente que se pretende identificar evidências de aprendizagem significativa, sendo analisada posteriormente.

3.3 COMPOSIÇÃO DA ABORDAGEM FUNDAMENTADA NAS ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE

A abordagem em questão segue a fundamentação das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade de Fourez, e da composição elaborada pelo pesquisador, sendo aqui apresentada em etapas preestabelecidas e planejadas, porém podendo acontecer sobreposição das etapas. Em seguida é apresentado um esquema geral da composição da abordagem da IIR,

a fim de tornar mais evidentes aspectos e características que estão implícitos e presentes em tal abordagem, ou que requerem mais atenção ao longo da prática. Na sequência a abordagem didática apresentada aos estudantes.

A escolha do conteúdo de Microbiologia se deu por algumas razões, entre elas, o conteúdo curricular destinado à mediação no segundo trimestre do ano letivo, na determinada instituição de ensino, bem como a compreensão de complexidade dos conceitos de microbiologia pelo professor pesquisador.

Etapa 1: Sensibilização dos estudantes

Por meio da leitura de artigos e reportagens da revista CIÊNCIA HOJE, (Anexo 1 e 2) organizados em equipes de 5 ou 6 alunos, o professor proporciona leitura e discussão das reportagens, assim como o levantamento e descrição dos temas e assuntos que foram abordados na leitura. Os textos estão disponíveis nos anexos deste trabalho.

Mesmo sem explicitar, o professor já tem em seu planejamento os objetivos conceituais, habilidades e competências, bem como os conteúdos estruturantes e específicos disciplinares/curriculares que serão desenvolvidos ao longo do projeto, os quais são considerados pelo mesmo que seleciona os materiais que darão base para as discussões.

Etapa 2: Elaboração do clichê da situação problema

Servindo de ponto inicial da discussão, de forma espontânea os alunos relatam e apresentam suas contribuições pessoais em relação ao(s) temas(s) e assunto(s) abordado(s) na leitura, estabelecendo pontos de convergência entre os aspectos diagnosticados com conhecimentos prévios dos alunos, expondo hipóteses e sugestões acerca do assunto. Produção organizada de forma descritiva com as contribuições dos alunos da equipe, a fim de armazenamento dos processos e produtos. O objetivo aqui é que o professor perceba o conhecimento vindo com os alunos, em um papel secundário o professor propõe a discussão dos alunos com pouca interferência. Assim, os alunos da equipe propõem a problematização que será norte para toda a investigação da abordagem, bem como a delimitação da mesma, partindo da temática que nesta pesquisa é Microrganismos.

Etapa 3: Elaboração de um Panorama Espontâneo

Nesta etapa os alunos formulam de forma descritiva uma problemática seguindo a temática anterior, elencando aspectos e características já reconhecidas na etapa inicial, também com o

subsídio de novas pesquisas os alunos acrescentam outros aspectos ainda não considerados inicialmente. A pesquisa e leitura de tais são creditadas pelo professor, que auxilia na elaboração da(s) questão(ões) na qual os alunos apresentam temas e assuntos e o docente sugere leituras complementares que abordam a problemática, porém os alunos também têm autonomia para selecionar leituras para esta fase. Assim, o professor estabelece uma ponte entre o novo e o conhecimento inicial, promovendo integração dos aspectos que ainda não eram considerados pelos alunos. O docente percebe e indica o(s) conteúdo(s) disciplinar(es) de sua especialidade que deverá(ão) fazer parte da lista de pesquisa, atingindo pontos planejados anteriormente. De forma colaborativa, o docente conduz de acordo com os objetivos da investigação. Etapa também marcada pela organização das investigações, meios de trabalho, distribuição das tarefas, pontos convergentes e divergentes da tarefa e do grupo, exposição das especificidades reconhecidas, indicação da noção do tempo para a abertura das caixas-pretas e realização do projeto, bem como apresentação das bifurcações e a decisão coletiva do caminho que será seguido no desenvolvimento da proposta.

Etapa 4: Consulta aos especialistas e às especialidades

Visto a complexidade do conhecimento e suas ramificações, nesta etapa a equipe determina a necessidade de especialidades e especialistas² que poderão contribuir para a solução da problemática formulada inicialmente. O objetivo agora é de abordar as caixas-pretas e abri-las, de modo que os conhecimentos específicos componham a(s) resposta(s) para o desafio, construindo correspondência com os objetivos de aprendizagem acordados pela equipe e com o professor.

Etapa 5: Indo à prática: uma fase de aperfeiçoamento

Parte mais prática do projeto, promovendo experiências, em que se estabelece a relação entre o abstrato e o concreto, compondo o conhecimento e caminhando por meio das investigações a fim de reconhecer os conhecimentos envolvidos já preestabelecidos, bem como uma noção mais concreta da situação estabelecida na problemática. Assim, podendo haver aulas de campo, práticas laboratoriais, entrevistas, leituras e outras todas as formas de pesquisa e integração dos conhecimentos em uma perspectiva investigativa.

² Especialistas: Intitulamos como especialistas nesta investigação, docentes ou outros profissionais que participaram ao longo da IIR.

Etapa 6: Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares que são a base de uma tecnologia

Etapa caracterizada pelo aprofundamento da investigação de conceitos, ênfase dada em um ou em vários conhecimentos, de acordo com os objetivos e especificidades elencadas anteriormente, seguindo o contexto e as possibilidades de aprofundamento da pesquisa.

Etapa 7: Esquematização global da tecnologia

Síntese da ilha de racionalidade. Podendo ser exposta em um resumo, figura, mapa ou outro que aborde os principais aspectos da ilha de racionalidade, bem como, evidenciando as “caixas-pretas” discutidas pelo professor, apresentada relação com os objetivos, não sendo obrigatória a participação de outros especialistas para o aprofundamento dos conhecimentos envolvidos.

Etapa 8: Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas

Etapa complementar a anterior, assim fica a critério da equipe responder a todas as variantes e questões encontradas ou não. Logo as equipes elaboram modelos contingentes e flexíveis, que abordam situações integrando o cotidiano dos mesmos, promovendo a autonomia.

Etapa 9: Síntese da IIR produzida: o produto final e avaliação da realização

Etapa final, caracterizada em organizar de alguma forma a Ilha de Interdisciplinaridade produzida ao longo do projeto, sendo importante também que a equipe apresente seu percurso de investigação e a(s) resposta(s) ou hipótese(s) para a elucidação da investigação. Nesta exposição é relevante expor como as tecnologias, o conhecimento social e científico pode interferir na tomada de decisão da investigação em questão, bem como apresentar relações deste conhecimento científico articuladas com outras situações habituais da sociedade e, no futuro, uma possível variação de posicionamento diante das mesmas.

3.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO

Tendo em vista as investigações produzidas na área de Ensino de Ciências, bem como reconhecendo os objetivos da nossa proposta de pesquisa, utilizamos a Análise de Conteúdo recomendada por Bardin (2004), com a intenção também de encaminhar metodologicamente nossa pesquisa.

Para a mesma autora, a análise de conteúdo é compreendida como “[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2004, p. 38).

A proposta de análise de conteúdo se objetiva em proporcionar “[...] a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que ocorre a indicadores (quantitativos ou não)” (BARDIN, 2004, p. 38). Assim, compete ao investigador “[...] compreender o sentido da comunicação (como se fosse o receptor normal), mas também é, principalmente, desviar o olhar para uma outra significação [...]” (BARDIN, 2004, p. 41, grifo do original).

A análise de conteúdo é realizada mediante três fases: a pré-análise, correspondendo à investigação do material, bem como o tratamento dos resultados obtidos na pesquisa. Sendo esta etapa como um momento de organização, no qual a finalidade se deu em organizar e sistematizar os dados para o encaminhamento das realizações consecutivas da pesquisa. Assim, teve na seleção dos registros a serem submetidos à análise, na declaração dos objetivos e na proposição de hipóteses, sendo fatores interferentes na produção dos indicadores para a interpretação final.

Na sequência, a fase de exploração do material, foram elaboradas as Unidades de Contexto e de Registro partindo do nosso referencial teórico, bem como dos objetivos da presente investigação. Assim também, realizada a análise empírica, promovendo a produção de Unidades de Registro Emergentes. Para Bardin (2004), uma unidade de contexto “[...] serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões (superiores às da unidade de registro) são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro” (BARDIN, 2004, p. 100). Já uma unidade de registro pode abranger uma palavra, uma frase, um tema, portanto “[...] a unidade de significação a codificar corresponde ao segmento do conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2004, p. 98). As frequências dos acontecimentos aconteceriam nos fragmentos textuais unitarizados nas unidades de contexto e de registro possibilitando a quantificação da ocorrência de certos elementos, fato que oportuniza a efetuação da interpretação e inferências partindo da unitarização e organização dos dados obtidos.

Com relação à última etapa, para Bardin (2004) é um período de intuição, de reflexão, comunicação e conexões com referencial teórico que esteia a investigação, correspondendo à

organização e tratamento dos resultados, inferências e interpretações, caracterizando uma aglutinação e ênfase para a análise finaliza em interpretações.

3.4.1 Pré-análise: instrumentos de obtenção de dados

A tomada de dados da presente investigação ocorreu por meio da aplicação de abordagem didática, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Fourez, na forma de uma sequência didática aos alunos da educação básica, do ensino médio, em colégio da rede particular de ensino da cidade de Arapongas, a qual está descrita em mais detalhes no item 3.1.

Ao longo da proposta foram utilizadas variadas estratégias para aquisição dos dados, atividades que compõem a Ilha, como: análise de textos, observações descritivas de práticas laboratoriais, produção e apresentação de modelos didáticos, diário de bordo, exposição de cartazes, elaboração de linha do tempo, mapa mental, infográficos, V epistemológico, propostas estas requeridas pela(s) equipe(s), ou integrante(s), como também intermediada pelo docente pesquisador, todo material constituindo nosso *corpus* de análise, compondo assim o material documental que proporciona ter noções em relação ao desenvolvimento da proposta colaborando para sua avaliação.

A IIR em questão foi realizada em um total de doze aulas, compreendida em seis dias, correspondendo em aulas geminadas, durante o segundo trimestre do ano letivo.

Participaram de nossa pesquisa 28 alunos matriculados na turma participante, sendo que todos estiveram presentes no primeiro dia da abordagem e 25 alunos estiverem presentes no último dia, no qual produziu-se a atividade final, o Vê epistemológico. Os alunos tinham idades entre 14 e 18 anos, sendo 11 mulheres e 16 homens.






3.5 PESQUISA EMPÍRICA

Nossa pesquisa empírica se caracteriza como uma pesquisa participativa em que o próprio pesquisador realizou a aplicação da abordagem didática elaborada na forma de Ilha de Racionalidade Interdisciplinar. Integrando ainda a pesquisa empírica ocorreu a organização, apresentação e análise de dados tomados a partir da aplicação da abordagem didática em questão.

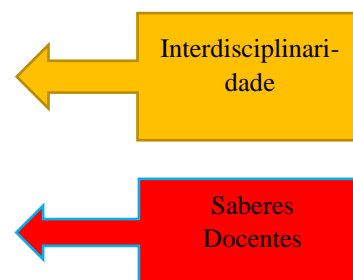
3.5.1 Esquema geral da composição da abordagem da IIR

O esquema abaixo se refere às etapas que compõem a IIR, junto ao(s) aspecto(s) mais evidente(s) para o pesquisador constitui a etapa e ao(s) objetivo(s) esperado(s). Zabala (1998) estabelece uma situação de aprendizagem como proposta com objetivos específicos, assim, elencaremos o(s) objetivo(s) das etapas. A proposta entregue às equipes ao longo da abordagem está em Apêndice 1.

Tabela 1 – Esquema geral da abordagem

DURAÇÃO	ETAPA 1: Sensibilização dos estudantes; Levantamento de noções prévias	ASPECTO MAIS EVIDENTE DA COMPOSIÇÃO INTERDISCIPLINAR DA AÇÃO DOCENTE.
2 aulas	<p align="center">PROPOSTA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organizados em equipes de 5 ou 6 alunos. • O professor proporciona leitura e discussão dos textos. • Entre os alunos da equipe, se objetiva em discussão e descrição dos temas e assuntos que mais chamaram a atenção que foi abordada na leitura. • Elaboração de conceitos prévios dos integrantes da equipe de modo descritivo, cada equipe indica termos e conceitos em relação à temática proposta. 	
1 aula	<p align="center">ETAPA 2: Elaboração do clichê da situação-problema</p> <p align="center">PROPOSTA</p> <ul style="list-style-type: none"> • De forma espontânea os alunos relatam em suas equipes, suas contribuições pessoais em relação ao(s) temas(s) e assunto(s) abordado(s) na leitura. Um dos alunos organiza os relatos de forma descritiva. • Objetivando estabelecer pontos de convergência entre os aspectos diagnosticados com conhecimentos prévios dos alunos e a leitura. • Exposição de hipóteses e sugestões acerca do(s) assunto(s). 	 
1 aula	<p align="center">ETAPA 3: Elaboração de um Panorama Espontâneo</p> <p align="center">PROPOSTA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos formulam de forma descritiva uma problemática seguindo a temática anterior, que irá compor o V epistemológico. • Subsidiados por novas pesquisas e deduções os alunos acrescem outros aspectos ainda não considerados inicialmente. • O professor auxilia na elaboração da(s) questão(ões) na qual os alunos apresentam aspectos e assuntos e o docente sugere leituras complementares que abordem a 	 

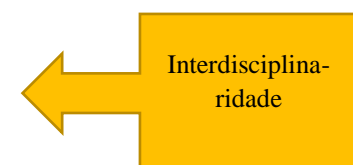
- problemática.
- Reconhecimento de conteúdos de variadas disciplinas que deverão ser investigados.
 - O docente percebe e indica o(s) conteúdo(s) disciplinar de sua especialidade que deverá(ão) fazer parte da lista de pesquisa.
 - Integração dos aspectos que ainda não eram considerados pelos alunos.
 - Distribuição das tarefas de pesquisa.
 - Indicação da noção do tempo para a abertura das caixas-pretas e realização do projeto.

**DURAÇÃO**

1 aula

ETAPA 4:**Consulta aos especialistas e às especialidades****PROPOSTA**

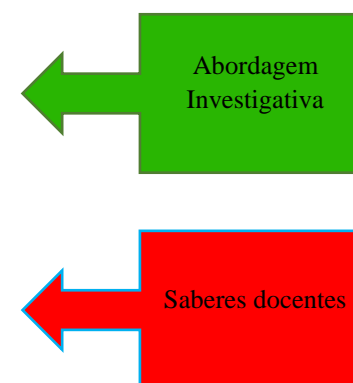
- A equipe de alunos determina a necessidade de especialidades e especialistas que poderão contribuir para a solução da problemática.
- O objetivo agora é de abordar as caixas-pretas e abri-las, de modo que esses conhecimentos específicos compõem a(s) resposta(s) para o desafio.
- Desenvolvimento das pesquisas em sala de aula com os alunos organizados em equipes.

**DURAÇÃO**

1 aula

ETAPA 5:**Indo à prática: uma fase de aperfeiçoamento****PROPOSTA**

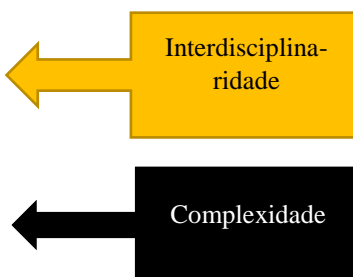
- Parte mais prática do projeto, promovendo experiências, em que se estabelece a relação entre o abstrato e o concreto, investigações a fim de reconhecer os conhecimentos envolvidos já preestabelecidos, bem como uma noção mais concreta da situação estabelecida.
- O docente pode proporcionar aulas de campo, práticas laboratoriais, entrevistas, leituras e todas as outras formas de pesquisa e integração dos conhecimentos em uma perspectiva investigativa.

**DURAÇÃO**

1 aula








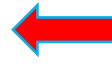


ETAPA 6:**Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas e descoberta de princípios disciplinares que são a base de uma tecnologia****PROPOSTA**

- Aprofundamento da investigação de conceitos, ênfase dada em um ou em vários conhecimentos, de acordo com os objetivos e especificidades elencadas anteriormente, seguindo o contexto e as possibilidades de aprofundamento da pesquisa.

**DURAÇÃO**

1 aula

ETAPA 7:**Esquematização global da tecnologia**

	PROPOSTA	
	<ul style="list-style-type: none"> • Síntese da ilha de racionalidade. Podendo ser exposta em um resumo, figura, mapa ou outro que aborde os principais aspectos da ilha de racionalidade. 	 <div style="background-color: #4a90e2; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Aprendizagem Significativa</div>
DURAÇÃO	ETAPA 8:	
1 aula	Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	
	PROPOSTA	
	<ul style="list-style-type: none"> • Etapa complementar à anterior, assim fica a critério da equipe responder a todas as variantes e questões encontradas ou não. • Elaboração de modelos contingentes e flexíveis, que abordam situações integrando o cotidiano dos mesmos, promovendo a autonomia. 	 <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Interdisciplinaridade</div>  <div style="background-color: #4a90e2; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Aprendizagem Significativa</div>
DURAÇÃO	ETAPA 9:	
1 aula	Síntese da IIR produzida: o produto final e avaliação da realização	
	PROPOSTA	
	<ul style="list-style-type: none"> • Percebe-se importante também que os alunos da equipe apresentem seu percurso de investigação e a(s) resposta(s) ou hipótese(s) para a elucidação da investigação. Expressando interpretação, compreensão, reconciliação integrativa, organização sequencial, recursividade e consolidação dos conhecimentos. • É relevante expor como as tecnologias e o conhecimento social e científico podem interferir na tomada de decisão da investigação em questão. • Considerações e questionamentos são conduzidos pelo docente, assim a equipe apresenta relações deste(s) conhecimento(s) científico(s) articulando com outras situações habituais da sociedade, apresentando uma possível variação de posicionamento e atitude diante das mesmas. 	 <div style="background-color: #28a745; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Abordagem Investigativa</div>  <div style="background-color: #4a90e2; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Aprendizagem Significativa</div>  <div style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Interdisciplinaridade</div>  <div style="background-color: #343a40; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Complexidade</div>  <div style="background-color: #dc3545; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Saberes Docentes</div>
DURAÇÃO	PROPOSTA	
2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> • Disposição das carteiras em 5 filas. • Produção individual sem material de pesquisa. • O professor apresenta o modelo do V epistemológico, por meio de uma projeção digital, explicando os itens que o compõem, esclarecendo possíveis aspectos que os alunos tiverem quanto à produção da atividade. • Produção individual do V epistemológico em relação aos conhecimentos abordados ao longo da IIR, proposta a fim de identificar evidências de aprendizagem. 	 <div style="background-color: #4a90e2; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Aprendizagem Significativa</div>  <div style="background-color: #343a40; color: white; padding: 5px; text-align: center;">Complexidade</div>

3.6 INVESTIGAÇÃO DO MATERIAL: UNIDADES DE CONTEXTO E DE REGISTRO

Foram elaboradas Unidades de contexto e de registro de acordo com seis eixos de investigação para análise prévia e posterior da abordagem, em relação às noções dos alunos, os sujeitos da pesquisa, acerca do conteúdo de microbiologia, bem como em relação à participação no desenvolvimento da Ilha. As unidades em questão foram reconhecidas em referenciais teóricos ou elaboradas e em seguida validadas intersubjetivamente pelo grupo de pesquisa IFHIECEM.

1 Microrganismo como parte constituinte do mundo vivo

Noções acerca da classificação Biológica; Reinos biológicos; Classificação ou caracterização ou aspectos dos microrganismos.

U.R 1.1 “São exemplos de microrganismos *vírus³, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”

Para agrupar as respostas que contenham registros em relação a que são os seres conhecidos como microrganismo, indicando exemplares. Os vírus, embora não sejam hoje, cientificamente classificados em nenhum reino biológico, por serem exceção à teoria celular, a senso comum são identificados como um tipo de microrganismo. Como visto na investigação de Alcamo e Elson (2004) e Lourenço (2008), a microbiologia compreende diferentes grupos de organismos, que são tradicionalmente reconhecidos como: bactérias, fungos, vírus, protozoários e algas unicelulares.

O termo germes é reconhecido como sinônimo de bactérias, termo também utilizado por Pasteur e em pesquisas científicas como a de Ferreira *et al* (2013) e Ribeiro (1997).

U.R 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam a classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição das bactérias, protozoários ou fungos, em um dos reinos biológico como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses.

U.R 1.3 “São seres vivos”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam os microrganismos como seres vivos, logo constituídos por células. Com exceção aos vírus.

³ Vírus: Ainda hoje os vírus não são cientificamente classificados em nenhum reino biológico, por serem acelular, mesmo assim, a senso comum são apontados como um tipo de microrganismo.

U.R 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam, a respeito da constituição celular das bactérias, protozoários e fungos.

U.R. 1.5 “Constituição dos Vírus”

Para agrupar as respostas que contenham registros, a respeito da constituição dos vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

U.R 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”

Para agrupar as respostas que contenham registros de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos. Os microrganismos podem ser encontrados em praticamente todos os espaços da natureza, no ar, nos alimentos, no corpo. Podendo ocorrer com maior frequência onde encontrar alimentos, umidade e temperatura adequados para seu desenvolvimento e multiplicação (PELCZAR, 1996).

U.R. 1.7 “São seres microscópicos”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu. Pelo conceito, microrganismos são seres invisíveis a olho nu. Sendo assim, podemos imaginar uma quantidade inestimável de seres microscópicos, no entanto grande parte dos estudantes resume os microrganismos apenas a bactérias e algumas vezes aos fungos (ALBUQUERQUE; BRAGA; GOMES, 2012).

U.R. 1.8 “Reprodução dos microrganismos”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam os mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico e lisogênico.

U.R. 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam a relação aos meios de transmissão dos microrganismos. No qual alguns alunos relacionam o fato de contrair doenças por meio de condições adversas.

2 Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano

Noções acerca de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço.

U.R. 2.1 “Participação dos microrganismos na fabricação de medicamentos, vacinas e que apresentam relação com o desenvolvimento de imunidade, bem como a participação dos mesmos na digestão. Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam a utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos estabelecerem associações benéficas ou facultativas com os seres vivos. É importante que os estudantes concebam o envolvimento dos microrganismos em atividades benéficas, como fabricação de remédios, vacinas e iogurtes (FRANCO; LANDGRAF, 2003). Segundo Pena (2007), 90% das células do organismo humano possuem microrganismos vivendo em relação simbiótica, como ocorre no intestino, estômago, boca, nariz, garganta, aparelho respiratório e outros sistemas biológicos.

U.R. 2.2 “Microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam os microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associem à falta de higiene. Albuquerque, Braga e Gomes (2012) apresentam a falta de discussões dos conteúdos de microbiologia na rotina escolar, o que facilitaria a compreensão de forma generalista a relação a efeitos negativos da atividade microbiana, como a causa das patologias. Como apresentado por Bizerra *et al.* (2009), de acordo com sua pesquisa os alunos tendem a relacionar os microrganismos a lugares sujos. Mesmo que os microrganismos habitem diversos espaços, muitos estudantes os relacionam ao corpo humano ou a doenças e lugares não higienizados (BYRNE; SHARP, 2006).

3 Microrganismos e os alimentos

Noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

U.R. 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam a participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação. A utilização dos microrganismos para a produção de alimentos se percebe pobremente compreendida pela maioria das crianças. A maioria dos estudantes acredita que esses microrganismos ocasionam doenças em todos os lugares e devem ser evitados a todo custo (FRANCO; LANDGRAF, 2003). Com relação à contaminação dos alimentos, Silva (1995) expõe que alguns vírus, bactérias e fungos são exemplos dessa classe de microrganismos que contaminam os alimentos, mas não os estragam.

4 Microrganismos, decomposição e fermentação

Noções acerca da decomposição da matéria orgânica.

U.R. 4.1 “Microrganismos como agentes decompositores e ou fermentadores”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam os microrganismos como agentes que participam da decomposição, fermentação e ou no controle da poluição das águas residuais. Segundo Braga (2007), diversas espécies bacterianas têm sua ação na reciclagem dos elementos e dos nutrientes presentes na água, por meio de modificações bioquímicas em vários substratos. O papel de alguns microrganismos no controle da poluição das águas residuais e nas Estações de Tratamento de Águas, bem como a sua importância na intervenção no ciclo da matéria dos ecossistemas (MAFRA, 2012).

5 Microrganismos e Biotecnologia

Noções acerca do emprego dos microrganismos para o desenvolvimento tecnológico, assim como para investigação e aplicações em biotecnologia.

U.R. 5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam o microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos.

U.R. 5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”

Para agrupar as respostas que contenham registros que indicam a utilização dos microrganismos para o desenvolvimento de tecnologias como para a produção dos transgênicos, combustíveis sintéticos, técnicas de DNA recombinante e outras.

Além das unidades de registros em relação às questões interdisciplinares de Microbiologia, foram elaboradas hipóteses de pesquisa em unidade de registro quanto à abordagem da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

6 Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)

Hipóteses de pesquisa que se espera encontrar ao longo das atividades da abordagem da IIR.

U.R. 6.1 Produção e delimitação do problema de pesquisa

Entre outros aspectos, Gil-Pérez e Carrascosa (1994), Cachapuz, Praia e Jorge (2000) expõem a delimitação de problemas concretos, como proposta na qual os estudantes começam por apresentar suas ideias de forma operacional.

U.R. 6.2 Apresentação de hipóteses

Dentre os estágios da resolução de um problema, as produções das hipóteses pelos

estudantes colaboram também para o aprendizado em relação à natureza das ciências, bem como no processo de construção de modelos e explicações (GIL-PÉREZ; VILCHES, 2006; FERREIRA; JUSTI, 2008).

U.R. 6.3 Resolução de problemas

Para Moreira (1983), a investigação exercida a fim de resolução de problemas deve estar alicerçada na prática dos estudantes. A prática e o processo de ensino e aprendizagem no cunho de investigação científica, permitindo a promoção de momentos de ações e demonstrações, assim como propostas de caráter prático, desenvolvendo reflexão, discussão, explicação e relato (MOREIRA, 1983).

U.R. 6.4 Elencamento de elementos investigativos

De acordo com Azevedo (2004), propostas investigativas partem de uma situação problematizadora norteando o estudante à reflexão, discussão, exposição de argumentos, a fim de construir o próprio conhecimento na relação das dimensões pensar-sentir-fazer. Logo, aprender os procedimentos e comportamentos torna-se tão significativo como a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos (AZEVEDO, 2004).

U.R. 6.5 Investigação

Propostas investigativas têm por objetivo reproduzir de alguma maneira a prática científica, proporcionando o questionamento, a pesquisa e a resolução de problemas, elaborando hipóteses e meios de investigação, a fim de apresentarem explicações para suas indagações (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000).

U.R. 6.6 Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos

Os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento em relação ao pensamento científico, como mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetados pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem (NCC, 1988 apud MATTHEWS, 1995, p. 113).

U.R. 6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares

Promoção de situações coerentes que se objetivem em manter o desenvolvimento de avanços que integram os conhecimentos como artefatos cognitivos por parte dos estudantes (LENOIR, 1998).

Na sequência serão apresentados os dados organizados, tabelados e analisados, assim como nossas inferências e interpretações promovidas a partir das comunicações entre as unidades de contexto e registro executadas e nossos referenciais teóricos utilizados.

4. INTERPRETAÇÕES, INFERÊNCIAS, INTERVENÇÕES E CONTRIBUIÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

No presente capítulo serão expostos os resultados, as inferências e as interpretações encontradas ao longo da investigação. Para Bardin (2004), a análise de conteúdo é realizada de fato no tratamento dos resultados, assim a aglutinação dos dados encontrados e o realce de informes para análise resultam nas interpretações, inferências, intervenções e contribuições da investigação. Para a obtenção dos dados, utilizamos as atividades descritivas produzidas de forma individual em equipes ao longo da IIR. A análise dos dados se deu pela análise de conteúdo temático categorial das respostas encontradas nas atividades (BARDIN, 2004), a qual foi realizada por 22 unidades de contexto e registro, baseadas nos referenciais teóricos deste trabalho (unidades prévias) e nos aspectos empíricos (unidades emergentes). Por meio desta investigação foi possível compreender algumas noções dos alunos do Ensino Médio a respeito de conceitos relacionados à Microbiologia.

4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados aqui expostos são resultados de uma decodificação intersubjetiva de significados realizada pelo pesquisador junto a integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM, ressaltando que ao longo da sequência didática foi proporcionada frutífera tomada de dados empíricos, materiais produzidos ao longo da IIR. Em função das delimitações desta pesquisa selecionamos os registros descritivos elaborados pelos sujeitos da pesquisa, incluindo também registros do diário de bordo do professor pesquisador, para analisar e discutir, servindo para eventuais esclarecimentos e dúvidas no processo de análise dos registros.

Com a intenção de conservar a identidade dos sujeitos de pesquisa em sigilo no processamento de organização e análise dos dados, cada equipe participante recebeu um código. As equipes foram identificadas como Eq1, Eq2, Eq3, Eq4 e Eq5 na organização dos dados das atividades que foram desenvolvidas em equipe. Já na representação individual, para se referir a um aluno especificamente de uma determinada equipe, o mesmo foi identificado como A1Eq1, A2Eq1, A3Eq1..., se referindo a (A) como aluno, número (1) como um dos integrantes da equipe e (Eq1) se referindo a determinada equipe.

4.1.1 Resultados obtidos ao longo das atividades da IIR

Assim como já exposto, a abordagem foi aplicada em turma interseriada com o total de 28 alunos, sendo organizados em cinco equipes com as seguintes quantidades de integrantes e suas respectivas séries.

Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
6 integrantes	6 integrantes	5 integrantes	6 integrantes	5 integrantes
1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º	1º 2º 3º
2 2 2	3 1 2	1 2 2	3 1 2	2 2 1

Na sequência, unitarizamos e expusemos em um quadro, no qual a equipe apresentou de alguma forma fragmentos textuais que correspondem à unidade de registro, sinalizada na etapa em que se deu o ato. Não eram esperados que as Unidades de Registro 6.1; 6.3; 6.4; 6.6 e 6.7 fossem apontadas durante a aula 1 e 2, bem como eram esperadas somente as UR 6.2; 6.4; 6.6 e 6.7, durante a abordagem da aula 5 e 6.

Na UC1 “Microorganismo como parte constituindo o mundo vivo”, unitarizamos os registros obtidos ao longo da abordagem, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas, os quais forneceram dados a respeito das noções acerca da classificação biológica como Reinos biológicos, classes ou outros; exemplares de microrganismos; caracterização morfológica, fisiológica ou aspectos; observação; e, transmissão dos microrganismos.

Quadro 1 – Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma

1 Microorganismo como parte constituindo do mundo vivo					
Unidade de Registro	Aulas 1 e 2 Noções prévias	Aulas 3 e 4 Produção do problema e investigação	Aulas 5 e 6 Sugestão de outras especialidades e investigação	Aulas 7 e 8 Atividades (modelos e práticas)	Aulas 9 e 10 Esquema final
1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas,	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 5	Eq 1; Eq 2		Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 5

protozoários, fungos, germes”.					
1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”	Eq 1; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5		Eq 1; Eq 2; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5
1.3 “São seres vivos”	Eq 1; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 3		Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 5
1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”	Eq 1; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 3; Eq 4		Eq 2; Eq 4	Eq 2; Eq 3; Eq 5
1.5 “Constituição dos Vírus”		Eq 1; Eq 4; Eq 5		Eq 1; Eq 2 Eq 3	Eq 1; eq 3; Eq 5
1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3		Eq 2; Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 3 Eq 5
1.7 “São seres microscópicos”	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5	Eq 4		Eq 3; Eq 4	Eq 2; Eq 3; Eq 5
1.8 “Reprodução dos microrganismos”	Eq 1; Eq 2	Eq 1; Eq 2; Eq 4		Eq 2; Eq 4; Eq 3	Eq 1; Eq 3
1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”.	Eq 3; Eq 5	Eq 3		Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 5

Fonte: o autor

Na UR 1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”, obtivemos quatorze registros ao longo da IIR, nos quais os integrantes das equipes expressaram compreensão em relação a exemplares de microrganismos.

No que diz respeito à UR 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”, obtivemos dezoito registros ao longo da abordagem didática, nos quais os participantes das equipes se expressaram em relação à classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição das Bactérias, Protozoários ou Fungos, em

um dos reinos biológicos como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses dos mesmos.

Na UR 1.3 “São seres vivos”, obtivemos dez registros ao longo da abordagem didática, nos quais os participantes das equipes expressaram compreensão em relação aos microrganismos como seres vivos, logo constituídos por células, com exceção aos vírus.

Foram obtidos na UR 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes” onze registros ao longo da sequência didática, nos quais os participantes das equipes se expressaram a respeito da constituição celular das bactérias, protozoários e fungos.

Na UR 1.5 “Constituição dos Vírus”, obtivemos nove registros ao longo da IIR, nos quais os participantes das equipes expressaram compreender a respeito da constituição dos vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

No que diz respeito à UR 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”, obtivemos quatorze registros ao longo da abordagem, nos quais os participantes das equipes se expressaram a respeito de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos.

Na UR 1.7 “São seres microscópios”, obtivemos dez registros ao longo da abordagem, nos quais os participantes das equipes expressaram compreender os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu.

Foram obtidos na UR 1.8 “Reprodução dos microrganismos”, dez registros ao longo da sequência didática, nos quais os participantes das equipes expressaram noções acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico ou lisogênico.

Na UR 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”, obtivemos nove registros ao longo da IIR nos quais os participantes das equipes expressaram ter noções a respeito da relação com os meios de transmissão dos microrganismos.

Na UC2 “Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano”, unitarizamos os registros obtidos ao longo da abordagem, novamente, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas, expondo dados a respeito das noções acerca da produção e uso de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço. No qual ocorreu a exposição dos microrganismos como seres benéficos ou maléficos à vida dos seres vivos.

Quadro 2 – Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma

2 Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano					
Unidade de Registro	Aulas 1 e 2 Noções prévias	Aulas 3 e 4 Produção do problema e investigação	Aulas 5 e 6 Sugestão de outras especialidades e investigação	Aulas 7 e 8 Atividades (modelos e práticas)	Aulas 9 e 10 Esquema final
2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”.	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq5		Eq 2; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5
2.2 “Os microrganismos como agentes maléficis à vida e ou relacionados à falta de higiene”	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5		Eq 2; Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 3; Eq 4; Eq5

Fonte: o autor

Na UR 2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”, obtivemos dezessete registros ao longo da abordagem didática, nos quais os participantes das equipes expressaram ter noção em relação à utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos, estabelecer associações benéficas ou facultativas com os seres vivos.

Foram obtidos na UR 2.2 “Os microrganismos como agentes maléficis à vida e ou relacionados à falta de higiene”, dezesseis registros ao longo da abordagem didática, nos quais os participantes das equipes expressaram ter noção em relação aos microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associe à falta de higiene.

Na UC3 “Microrganismos e os alimentos”, unitarizamos os registros ao longo da abordagem, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas, apresentando os dados a respeito das noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

Quadro 3 – Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma

3 Microrganismos e os alimentos					
Unidade de Registro	Aulas 1 e 2 Noções prévias	Aulas 3 e 4 Produção do problema e investigação	Aulas 5 e 6 Sugestão de outras especialidades	Aulas 7 e 8 Atividades (modelos e práticas)	Aulas 9 e 10 Esquema final

			e investigação		
3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”.	Eq 2	Eq 1		Eq 2	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 5

Fonte: o autor

Na UR 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”, obtivemos oito registros ao longo da IIR, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas, expondo os dados a respeito das noções acerca da participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação.

Na UC4 “Microrganismos e a decomposição”, unitarizamos os registros ao longo da abordagem, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas da IIR, fornecendo os dados a respeito das noções da decomposição da matéria orgânica.

Quadro 4 – Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma

4 Microrganismos e a decomposição					
Unidade de Registro	Aulas 1 e 2 Noções prévias	Aulas 3 e 4 Produção do problema e investigação	Aulas 5 e 6 Sugestão de outras especialidades e investigação	Aulas 7 e 8 Atividades (modelos e práticas)	Aulas 9 e 10 Esquema final
4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”	Eq 1	Eq 1; Eq 3; Eq 4		Eq 2; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5

Fonte: o autor

Com relação à UR 4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”, obtivemos onze registros ao longo da abordagem didática, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas da IIR, expondo os dados a respeito das noções acerca dos microrganismos como agentes que participam da decomposição, e ou no controle da poluição das águas residuais.

Na UC5 “Microrganismos e a Biotecnologia”, unitarizamos os registros ao longo da abordagem, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas da IIR, apresentando dados a respeito das noções acerca do emprego dos microrganismos para o desenvolvimento tecnológico, assim como para investigação e aplicações dos mesmos na biotecnologia.

Quadro 5 – Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma

5 Microrganismos e Biotecnologia					
Unidade de Registro	Aulas 1 e 2 Noções prévias	Aulas 3 e 4 Produção do problema e investigação	Aulas 5 e 6 Sugestão de outras especialidades e investigação	Aulas 7 e 8 Atividades (modelos e práticas)	Aulas 9 e 10 Esquema final
5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio”		Eq 3		Eq 2; Eq 4	Eq 2
5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”		Eq 3; Eq 4			Eq 2; Eq 3; Eq 4

Fonte: o autor

Foram obtidos na UR 5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio”, quatro registros ao longo da abordagem didática, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas da IIR, expondo os dados a respeito das noções acerca do microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos.

Na UR 5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”, sete registros ao longo da sequência didática, nos quais os participantes das equipes expressaram noções acerca da utilização dos microrganismos para o desenvolvimento de tecnologias bem como para a produção dos transgênicos, combustíveis sintéticos, técnicas de DNA recombinante e outras.

Na UC6 “Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)”, unitarizamos os registros ao longo da abordagem, divididos em aulas, de acordo com as etapas preestabelecidas da IIR, apresentando dados a respeito das hipóteses de pesquisa que se esperava encontrar ao longo das atividades da abordagem da IIR.

Quadro 6 – Unidades de Registro da Ilha de Racionalidade Interdisciplinar da turma

6 Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)					
Unidade de Registro	Aulas 1 e 2 Noções prévias	Aulas 3 e 4 Produção do problema e investigação	Aulas 5 e 6 Sugestão de outras especialidades e investigação	Aulas 7 e 8 Atividades (modelos e práticas)	Aulas 9 e 10 Esquema final
6.1 Produção e delimitação do problema de pesquisa		Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5			
6.2 Apresentação de hipóteses.	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5

6.3 Resolução de problemas.		Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5
6.4 Elencamento de elementos investigativos		Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5		Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 5
6.5 Investigação	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5
6.6 Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos.		Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 4; eq 5
6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares.		Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 2; Eq 3; Eq 4; Eq 5	Eq 1; Eq 4	Eq 1; Eq 2; Eq 4; Eq 5

Fonte: o autor

A UR 6.1 “Produção e delimitação do problema de pesquisa”, era esperada encontrar somente nas aulas 3 e 4, fato que ocorreu com as cinco equipes na aula predeterminada.

Em sequência, a UR 6.2 “Apresentação de hipóteses”, era esperada encontrar em todas as etapas da abordagem da sequência didática, no qual ocorreram vinte e três vezes.

A UR 6.3 “Resolução de problemas”, não era esperada de ser encontrada nas aulas 1 e 2, se tratando da resolução dos problemas que foram elaborados pelas equipes na aula seguinte. Assim, os problemas foram sendo resolvidos parcialmente ao longo da abordagem, ato acontecendo dezoito vezes.

A UR 6.4 “Elencamento de elementos investigativos”, não era esperada de ser encontrada nas aulas 1 e 2, se tratando de ato de elencar aspectos investigativos que compõem a problematização, norteando o estudante à reflexão, discussão, exposição de argumentos, a fim de construir o próprio conhecimento na relação das dimensões pensar-sentir-fazer. Assim foi reconhecido dez vezes ao longo da abordagem a partir da terceira aula.

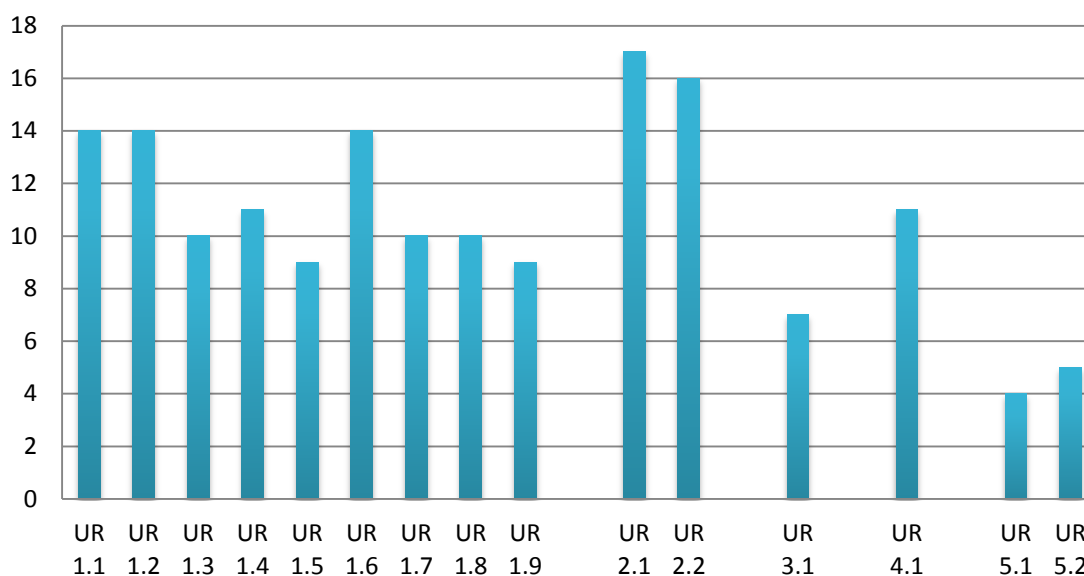
Na UR 6.5 “Investigação”, aguardada em todas as aulas, se tratando da investigação dos aspectos dos envolvidos na situação da aprendizagem, sendo reconhecidas vinte e duas vezes ao longo da IIR.

A UR 6.6 “Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos”, espectável em todas as aulas, se referindo a noções históricas, filosóficas e sociológicas em relação à construção dos conhecimentos científicos envolvidos na microbiologia. Foram constatadas quinze vezes ao longo da sequência didática.

A UR 6.7 “Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares”, prevista em todas as aulas, se referindo à integração dos conhecimentos na composição da investigação da equipe. Foram reconhecidas dezesseis vezes ao longo da IIR.

No Histograma 1 podemos observar as frequências relativas de registros para cada uma das 15 UR, que foram descritas em algum momento da IIR. Não considerando as UR 6.1 a 6.7, que serão apresentadas na sequência.

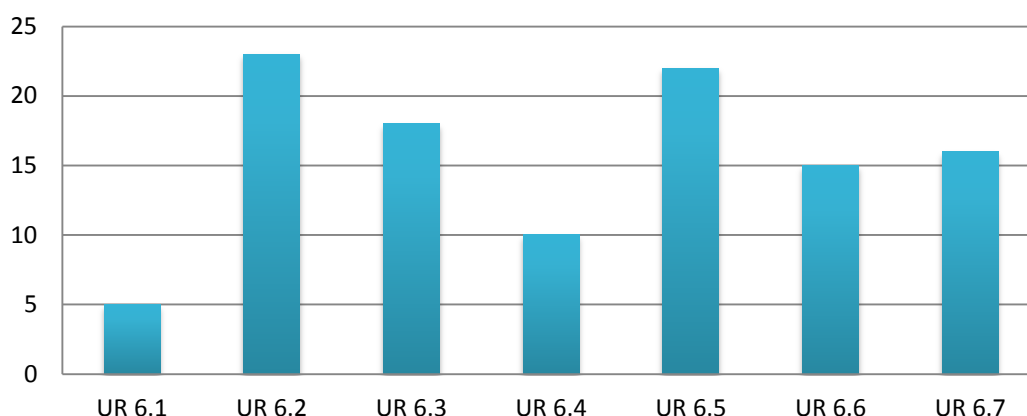
Histograma 1 – Frequências relativas (%) das UR referentes aos registros encontrados em algum momento da IIR



Fonte: o autor (2018)

No Histograma 2 podemos observar as frequências relativas de registros para cada uma das 7 UR, (6.1 a 6.7), que foram reconhecidas em algum momento da IIR.

Histograma 2 – Frequências relativas (%) das UR referentes aos aspectos encontrados em algum momento da IIR



Fonte: o autor (2018)

Em seguida serão apresentadas as unidades de registro de forma individual por equipe, registros reconhecidos no V epistemológico que foi elaborado pelos alunos, sendo dispostos na sala de aula em cinco filas e sem nenhum tipo de consulta, produzidos nas últimas duas aulas da sequência didática. Os integrantes da equipe terão sua identificação em cores diferentes para a distinção de seu ano escolar, correspondendo a **Aluno(a)** na cor amarela do primeiro ano do Ensino Médio, **Aluno(a)** na cor azul do segundo ano do Ensino Médio e **Aluno(a)** descrito na cor vermelha alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

Um integrante da equipe 5 chegou atrasado no dia da produção do V epistemológico e por questões do regulamento da escola não entrou na sala de aula.

Quadro 7 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 1

1 Microrganismo como parte constituinte do mundo vivo						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluno 5	Aluno 6 FALTA
1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”.	X	X	X	X	X	
1.2 “Microrganismos classificados em algum reino	X	X	X	X	X	

biológico”						
1.3 “São seres vivos”						
1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”	X				X	
1.5 “Constituição dos Vírus”	X				X	
1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”	X	X	X		X	
1.7 “São seres microscópicos”	X	X			X	
1.8 “Reprodução dos microrganismos”			X	X	X	
1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”.		X		X	X	

Fonte: o autor

Na UR 1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”, obtivemos cinco registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender em relação a exemplares de microrganismos.

No que diz respeito à UR 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”, obtivemos cinco registros, nos quais os alunos expressaram compreender em relação à classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição das Bactérias, Protozoários ou Fungos, em um dos reinos biológicos como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses dos mesmos.

Na UR 1.3 “São seres vivos”, não obtivemos nenhum registro na proposta em relação à noção aos microrganismos como seres vivos, logo constituídos por células, com exceção aos vírus.

Foram obtidos na UR 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes” dois registros ao longo da sequência didática, nos quais os sujeitos pesquisados se expressaram a respeito da constituição celular das bactérias, protozoários e fungos.

Na UR 1.5 “Constituição dos Vírus”, obtivemos dois registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito da constituição dos vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

No que diz respeito à UR 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”, obtivemos quatro registros, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos.

Na UR 1.7 “São seres microscópicos”, obtivemos três registros, nos quais os participantes expressaram compreender os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu.

Foram obtidos na UR 1.8 “Reprodução dos microrganismos”, três registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram noções acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico ou lisogênico.

Na UR 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”, obtivemos três registros, nos quais os participantes expressaram ter noções a respeito da relação aos meios de transmissão dos microrganismos.

Na UC2 “Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano”, unitarizamos os registros obtidos no V epistemológico elaborados pelos integrantes da equipe 1, expondo dados a respeito das noções acerca da produção e uso de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço, no qual ocorreu a exposição dos microrganismos como seres benéficos ou maléficos à vida dos seres vivos.

Quadro 8 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 1

2 Microorganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluno 5	Aluno 6
2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”.	X	X	X	X	X	
2.2 “Os microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”	X	X	X	X	X	

Fonte: o autor

Na UR 2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”, obtivemos cinco registros no V epistemológico, nos quais expressaram noção em relação à utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos, estabelecer associações benéficas ou facultativas com os seres vivos.

Foram obtidos na UR 2.2 “Os microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”, obtivemos cinco registros na proposta do V epistemológico, nos quais os participantes das equipes expressaram ter noção em relação aos microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associe à falta de higiene.

Na UC3 “Microorganismos e os alimentos”, unitarizamos os registros do V epistemológico dos alunos da equipe 1, apresentando os dados a respeito das noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

Quadro 9 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 1

3 Microrganismos e os alimentos						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluno 5	Aluno 6
3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”					X	

Fonte: o autor

Na UR 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”, obtivemos um registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca da participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação.

Na UC4 “Microrganismos e a decomposição”, unitarizamos os registros encontrados do V epistemológico, fornecendo os dados a respeito das noções da decomposição da matéria orgânica.

Com relação à UR 4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”, não obtivemos nenhum registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca dos microrganismos como agentes que participam da decomposição e ou no controle da poluição das águas residuais.

Na UC5 “Microrganismos e a Biotecnologia”, unitarizamos os registros descritivos no V epistemológico, apresentando dados a respeito das noções acerca do emprego dos microrganismos para o desenvolvimento tecnológico, assim como para investigação e aplicações dos mesmos na biotecnologia.

Quadro 10 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 1

5 Microrganismos e Biotecnologia						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluno 5	Aluno 6
5.1 “Desenvolvimento e uso de	X					

microscópio”						
5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”					X	

Fonte: o autor

Foram obtidos na UR 5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio” um registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca do microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos.

Na UR 5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”, um registro na proposta, no qual o aluno expressou noções acerca da utilização dos microrganismos para o desenvolvimento de tecnologias como para a produção dos transgênicos, combustíveis sintéticos, técnicas de DNA recombinante e outras.

Na UC6 “Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)” unitarizamos os registros dos alunos, que apresentaram dados a respeito das hipóteses de pesquisa que se esperava encontrar no V epistemológico.

Quadro 11 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 1

6 Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluno 5	Aluno 6
6.1 Produção e delimitação do problema de pesquisa	X	X	X	X	X	
6.2 Apresentação de hipóteses	X	X	X	X	X	
6.3 Resolução de problemas		X	X		X	
6.4 Elencamento de elementos investigativos	X	X	X	X	X	
6.5 Investigação	X	X	X		X	
6.6 Correlação com acontecimentos	X	X	X		X	

históricos, filosóficos e sociológicos.						
6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares		X			X	

Fonte: o autor

A UR 6.1 “Produção e delimitação do problema de pesquisa” foi alcançada por todos os sujeitos da equipe 1, assim a proposta do V epistemológico foi apresentada em uma folha em que já estava impressa a problemática, que já havia sido elaborada, delimitada e reelaborada pelos integrantes da equipe nas etapas anteriores, como previsto na IIR.

Em sequência, a UR 6.2 “Apresentação de hipóteses”, com cinco integrantes da equipe 1, apresentou no V epistemológico hipóteses descritivas para a resolução da problemática elaborada pela equipe.

A UR 6.3 “Resolução de problemas”, tratou da resolução da problemática que fora elaborada pela equipe 1, três alunos apresentaram na íntegra a resolução para tal.

A UR 6.4 “Elencamento de elementos investigativos”, tratou do ato de elencar aspectos investigativos que compõem a problematização, exposição de argumentos a fim de construção do conhecimento, sendo reconhecido em cinco V epistemológicos.

Na UR 6.5 “Investigação”, correspondendo à investigação dos aspectos dos envolvidos na situação da aprendizagem, sendo expressado na íntegra em quatro V epistemológicos.

A UR 6.6 “Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos”, se referindo a noções históricas, filosóficas e sociológicas em relação à construção dos conhecimentos científicos envolvidos na microbiologia. Sendo constatadas em quatro V epistemológicos.

A UR 6.7 “Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares”, se referindo à integração dos conhecimentos da composição da total problemática, seus argumentos, hipóteses e aspectos complexos. Sendo reconhecidos em dois V epistemológicos dos integrantes da equipe 1.

Quadro 12 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 2

1 Microrganismo como parte constituindo do mundo vivo						
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluno 4	Aluna 5	Aluno 6
1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”	X	X	X	X	X	X
1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”	X	X	X	X	X	X
1.3 “São seres vivos”						
1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”			X	X	X	X
1.5 “Constituição dos Vírus”	X	X	X	X		X
1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”	X		X			
1.7 “São seres microscópios”			X			
1.8 “Reprodução dos microrganismos”		X	X	X	X	X
1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por		X				

meio de seres vivos”						
----------------------	--	--	--	--	--	--

Fonte: o autor

Na UR 1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”, obtivemos seis registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender em relação a exemplares de microrganismos.

No que diz respeito à UR 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”, obtivemos seis registros, nos quais os alunos expressaram compreender em relação à classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição das Bactérias, Protozoários ou Fungos, em um dos reinos biológicos como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses dos mesmos.

Na UR 1.3 “São seres vivos”, não obtivemos nenhum registro na proposta em relação à noção aos microrganismos como seres vivos, constituídos por células, com exceção aos vírus.

Foram obtidos na UR 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes” quatro registros ao longo da sequência didática, nos quais os sujeitos pesquisados expressaram a respeito da constituição celular das Bactérias, Protozoários e Fungos.

Na UR 1.5 “Constituição dos Vírus”, obtivemos cinco registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito da constituição dos vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

No que diz respeito à UR 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”, obtivemos dois registros, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos.

Na UR 1.7 “São seres microscópios”, obtivemos um registro no qual os participantes expressaram compreender os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu.

Foram obtidos na UR 1.8 “Reprodução dos microrganismos”, cinco registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram noções acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico ou lisogênico.

Na UR 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”,

obtivemos um registro, no qual os participantes expressaram ter noções a respeito da relação aos meios de transmissão dos microrganismos.

Na UC2 “Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano”, unitarizamos os registros obtidos no V epistemológico elaborados pelos integrantes da equipe 2, expondo dados a respeito das noções acerca da produção e uso de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço, no qual ocorreu a exposição dos microrganismos como seres benéficos ou maléficos à vida dos seres vivos.

Quadro 13 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 2

2 Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano						
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluno 4	Aluna 5	Aluno 6
2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”	X		X	X		X
2.2 “Microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”	X	X	X			X

Fonte: o autor

Na UR 2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”, obtivemos quatro registros no V epistemológico, nos quais expressaram noção em relação à utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos estabelecerem associações benéficas ou facultativas com os seres vivos.

Foram obtidos na UR 2.2 “Os microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”, obtivemos quatro registros na proposta do V epistemológico, nos quais os participantes das equipes expressaram ter noção em relação aos microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associe à falta de higiene.

Na UC3 “Microorganismos e os alimentos”, unitarizamos os registros do V epistemológico dos alunos da equipe 2, apresentando os dados a respeito das noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

Quadro 14 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 2

3 Microorganismos e os alimentos						
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluno 4	Aluna 5	Aluno 6
3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”.			X		X	X

Fonte: o autor

Na UR 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”, obtivemos três registros no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca da participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação.

Na UC4 “Microorganismos e a decomposição”, unitarizamos os registros encontrados do V epistemológico, fornecendo os dados a respeito das noções da decomposição da matéria orgânica.

Quadro 15 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 2

4 Microorganismos e a decomposição						
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluno 4	Aluna 5	Aluno 6
4.1 “Microorganismos como agentes decompositores”						X

Fonte: o autor

Com relação à UR 4.1 “Microorganismos como agentes decompositores”, obtivemos um registro no V epistemológico expondo os dados a respeito das noções acerca dos

microrganismos como agentes que participam da decomposição, e ou no controle da poluição das águas residuais.

Na UC5 “Microrganismos e a Biotecnologia”, unitarizamos os registros descritivos no V epistemológico, apresentando dados a respeito das noções acerca do emprego dos microrganismos para o desenvolvimento tecnológico, assim como para investigação e aplicações dos mesmos na biotecnologia.

Não foram obtidos registros na UR 5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio”, no V epistemológico, que iriam expor dados a respeito das noções acerca do microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos.

Na UR 5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”, nenhum registro na proposta foi encontrado em relação a noções acerca da utilização dos microrganismos para o desenvolvimento de tecnologias como para a produção dos transgênicos, combustíveis sintéticos, técnicas de DNA recombinante e outras.

Na UC6 “Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)”, unitarizamos os registros dos alunos que apresentaram dados a respeito das hipóteses de pesquisa que se esperava encontrar no V epistemológico.

Quadro 16 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 2

6 Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)						
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluna 3	Aluno 4	Aluna 5	Aluno 6
6.1 Produção e delimitação do problema de pesquisa	X	X	X	X	X	X
6.2 Apresentação de hipóteses	X	X	X	X	X	X
6.3 Resolução de problemas	PARCIAL	X	X	PARCIAL	PARCIAL	X
6.4 Elencamento de elementos investigativos		X	X		X	X
6.5 Investigação	X	X	X			X

6.6 Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos		X	X	X	X	X
6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares			X			X

Fonte: o autor

Com relação à UR 6.1 “Produção e delimitação do problema de pesquisa”, alcançada por todos os sujeitos da equipe 2, a proposta do V epistemológico foi apresentada em uma folha em que já estava impressa a problemática, que já havia sido elaborada, delimitada e reelaborada pelos integrantes da equipe nas etapas anteriores, como previsto na IIR.

Na sequência, a UR 6.2 “Apresentação de hipóteses”, com seis integrantes da equipe 2, apresentou no V epistemológico hipóteses descritivas para a resolução da problemática elaborada pela equipe.

A UR 6.3 “Resolução de problemas”, se tratando da resolução da problemática que fora elaborada pela equipe 2, três alunos apresentaram na íntegra resolução para tal e três alunos descreveram resolução parcial para a mesma.

A UR 6.4 “Elencamento de elementos investigativos”, se tratando de ato de elencar aspectos investigativos que compõem a problematização, exposição de argumentos, a fim de que a construção do conhecimento fosse reconhecida em quatro V epistemológicos.

Na UR 6.5 “Investigação”, correspondendo à investigação dos aspectos dos envolvidos na situação da aprendizagem, sendo expressado na íntegra em quatro V epistemológicos.

A UR 6.6 “Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos”, se referindo a noções históricas, filosóficas e sociológicas em relação à construção dos conhecimentos científicos envolvidos na microbiologia. Sendo constatadas em cinco V epistemológicos.

A UR 6.7 “Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares”, se referindo à integração dos conhecimentos da

composição da total problemática, seus argumentos, hipóteses e aspectos complexos. Sendo reconhecidas em dois V epistemológicos dos integrantes da equipe 2.

Quadro 17 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 3

1 Microrganismo como parte constituindo do mundo vivo					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”	X	X	X	X	X
1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”	X	X	X	X	X
1.3 “São seres vivos”					
1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”		X			X
1.5 “Constituição dos Vírus”	X	X			
1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”					
1.7 “São seres microscópicos”					
1.8 “Reprodução dos microrganismos”	X	X			X
1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”					

Fonte: o autor

Na UR 1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”, obtivemos cinco registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender em relação a exemplares de microrganismos.

No que diz respeito à UR 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”, obtivemos cinco registros, nos quais os alunos expressaram compreender em relação à classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à

constituição das Bactérias, Protozoários ou Fungos, em um dos reinos biológicos como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses dos mesmos.

Na UR 1.3 “São seres vivos”, não obtivemos nenhum registro na proposta em relação à noção aos microrganismos como seres vivos, logo constituídos por células, com exceção aos Vírus.

Foram obtidos na UR 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes” dois registros ao longo da sequência didática, nos quais os sujeitos pesquisados expressaram a respeito da constituição celular das Bactérias, Protozoários e Fungos.

Na UR 1.5 “Constituição dos Vírus”, obtivemos dois registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito da constituição dos Vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

No que diz respeito à UR 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”, não obtivemos nenhum registro nos quais os alunos expressaram compreender a respeito de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos.

Na UR 1.7 “São seres microscópicos”, não obtivemos nenhum registro nos quais os participantes expressaram compreender os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu.

Foram obtidos na UR 1.8 “Reprodução dos microrganismos”, três registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram noções acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico ou lisogênico.

Na UR 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros elementos físicos, bem como por meio de seres vivos”, não obtivemos nenhum registro nos quais os participantes expressaram ter noções a respeito da relação aos meios de transmissão dos microrganismos.

Na UC2 “Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano”, unitarizamos os registros obtidos no V epistemológico elaborados pelos integrantes da equipe 3, expondo dados a respeito das noções acerca da produção e uso de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço, no qual ocorreu a exposição dos microrganismos como seres benéficos ou maléficos à vida dos seres vivos.

Quadro 18 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 3

2 Microorganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”.		X		X	X
2.2 “Microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”		X		X	X

Fonte: o autor

Na UR 2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”, obtivemos três registros no V epistemológico, nos quais os participantes expressaram noção em relação à utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos estabelecerem associações benéficas ou facultativas com os seres vivos.

Foram obtidos na UR 2.2 “Os microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene” três registros na proposta do V epistemológico, nos quais os participantes das equipes expressaram ter noção em relação aos microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associe à falta de higiene.

Na UC3 “Microrganismos e os alimentos”, unitarizamos os registros do V epistemológico dos alunos da equipe 3, apresentando os dados a respeito das noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

Quadro 19 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 3

3 Microrganismos e os alimentos					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”.			X		

Fonte: o autor

Na UR 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”, obtivemos um registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca da participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação.

Na UC4 “Microrganismos e a decomposição”, unitarizamos os registros encontrados do V epistemológico, fornecendo os dados a respeito das noções da decomposição da matéria orgânica.

Quadro 20 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 3

4 Microrganismos e a decomposição					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”		X	X	X	

Fonte: o autor

Com relação à UR 4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”, obtivemos três registros no V epistemológico, expondo os dados das noções acerca dos microrganismos como agentes que participam da decomposição, e ou no controle da poluição das águas residuais.

Na UC5 “Microorganismos e a Biotecnologia”, unitarizamos os registros descritivos no V epistemológico, apresentando dados das noções acerca do emprego dos microrganismos para o desenvolvimento tecnológico, assim como para investigação e aplicações dos mesmos na biotecnologia.

Não foram obtidos registros na UR 5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio” no V epistemológico, que iriam expor dados a respeito das noções acerca do microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos.

Na UR 5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”, nenhum registro na proposta foi encontrado em relação a noções acerca da utilização dos microrganismos para o desenvolvimento de tecnologias como para a produção dos transgênicos, combustíveis sintéticos, técnicas de DNA recombinante e outras.

Na UC6 “Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)”, unitarizamos os registros dos alunos, que apresentaram dados a respeito das hipóteses de pesquisa que se esperava encontrar no V epistemológico.

Quadro 21 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 3

6 Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5
6.1 Produção e delimitação do problema de pesquisa	X	X	X	X	X
6.2 Apresentação de hipóteses		X		X	X
6.3 Resolução de problemas		X			PARCIALMENTE
6.4 Elencamento de elementos investigativos	X	X			
6.5 Investigação	X	X			
6.6 Correlação com acontecimentos históricos,					

filosóficos e sociológicos					
6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares					

Fonte: o autor

Com relação à UR 6.1 “Produção e delimitação do problema de pesquisa”, foi alcançada por todos os sujeitos da equipe 3, assim a proposta do V epistemológico foi apresentada em uma folha em que já estava impressa a problemática, que já havia sido elaborada, delimitada e reelaborada pelos integrantes da equipe nas etapas anteriores, como previsto na IIR.

Em sequência, na UR 6.2 “Apresentação de hipóteses”, três integrantes da equipe 3 apresentaram no V epistemológico hipóteses descritivas para a resolução da problemática elaborada pela equipe.

A UR 6.3 “Resolução de problemas”, se tratando da resolução da problemática que fora elaborada pela equipe 3, um aluno apresentou na íntegra resolução para tal e um aluno resolução parcial para a problemática.

A UR 6.4 “Elencamento de elementos investigativos”, se tratando de ato de elencar aspectos investigativos que compõem a problematização, exposição de argumentos a fim de construção do conhecimento, fora reconhecido em dois V epistemológicos.

Na UR 6.5 “Investigação”, correspondendo à investigação dos aspectos dos envolvidos na situação da aprendizagem, sendo expressado na íntegra em dois V epistemológicos.

A UR 6.6 “Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos”, se referindo a noções históricas, filosóficas e sociológicas em relação à construção dos conhecimentos científicos envolvidos na microbiologia. Não sendo constatadas em nenhum V epistemológico.

A UR 6.7 “Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares”, se referindo à integração dos conhecimentos da

composição da total problemática, seus argumentos, hipóteses e aspectos complexos. Não sendo reconhecidas em nenhum V epistemológico dos integrantes da equipe 3.

Quadro 22 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 4

1 Microrganismo como parte constituinte do mundo vivo						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6
1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”.	X	X	X	X	X	X
1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”	X	X	X		X	X
1.3 “São seres vivos”						
1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”	X	X	X	X	X	X
1.5 “Constituição dos Vírus”	X	X			X	X
1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”						
1.7 “São seres microscópicos”	X		X	X		
1.8 “Reprodução dos microrganismos”				X	X	
1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”						

Fonte: o autor

Na UR 1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”, obtivemos seis registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender em relação a exemplares de microrganismos.

No que diz respeito à UR 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”, obtivemos cinco registros, nos quais os alunos expressaram compreender em

relação à classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição das Bactérias, Protozoários ou Fungos, em um dos reinos biológicos como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses dos mesmos.

Na UR 1.3 “São seres vivos”, não obtivemos nenhum registro na proposta em relação à noção aos microrganismos como seres vivos, logo constituídos por células, com exceção aos Vírus.

Foram obtidos na UR 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes” quatro registros ao longo da sequência didática, nos quais os sujeitos pesquisados expressaram a respeito da constituição celular das Bactérias, Protozoários e Fungos.

Na UR 1.5 “Constituição dos Vírus”, obtivemos dois registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito da constituição dos Vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

No que diz respeito à UR 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”, não obtivemos nenhum registro no qual os alunos expressaram compreender a respeito de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos.

Na UR 1.7 “São seres microscópicos”, obtivemos três registros nos quais os participantes expressaram compreender os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu.

Foram obtidos na UR 1.8 “Reprodução dos microrganismos” dois registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram noções acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico ou lisogênico.

Na UR 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”, não obtivemos nenhum registro, no qual os participantes expressaram ter noções a respeito da relação aos meios de transmissão dos microrganismos.

Na UC2 “Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano”, unitarizamos os registros obtidos no V epistemológico elaborados pelos integrantes da equipe 4, expondo dados a respeito das noções acerca da produção e uso de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço. No qual, ocorreu a exposição dos microrganismos como seres benéficos ou maléficos à vida dos seres vivos.

Quadro 23 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 4

2 Microorganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6
2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”.	X	X	X	X	X	X
2.2 “Os microrganismos como agentes maléficis à vida e ou relacionados à falta de higiene”	X	X	X	X	X	X

Fonte: o autor

Na UR 2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”, obtivemos seis registros no V epistemológico, nos quais os participantes expressaram noção em relação à utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos estabelecerem associações benéficas ou facultativas com os seres vivos.

Foram obtidos na UR 2.2 “Os microrganismos como agentes maléficis à vida e ou relacionados à falta de higiene”, seis registros na proposta do V epistemológico, nos quais os participantes das equipes expressaram ter noção em relação aos microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associe à falta de higiene.

Na UC3 “Microorganismos e os alimentos”, unitarizamos os registros do V epistemológico dos alunos da equipe 4, apresentando os dados a respeito das noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

Quadro 24 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 4

3 Microrganismos e os alimentos						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6
3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”		X	X		X	

Fonte: o autor

Na UR 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”, obtivemos três registros encontrados no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca da participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação.

Na UC4 “Microrganismos e a decomposição”, unitarizamos os registros encontrados no V epistemológico, fornecendo os dados a respeito das noções da decomposição da matéria orgânica.

Quadro 25 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 4

4 Microrganismos e a decomposição						
Unidade de Registro	Aluna 1	Aluna 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6
4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”						X

Fonte: o autor

Com relação à UR 4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”, obtivemos um registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca dos microrganismos como agentes que participam da decomposição, e ou do controle da poluição das águas residuais.

Na UC5 “Microrganismos e a Biotecnologia”, unitarizamos os registros descritivos no V epistemológico, apresentando dados a respeito das noções acerca do emprego dos

6.2 Apresentação de hipóteses	X	X	X	X	X	
6.3 Resolução de problemas	PARCIAL-MENTE	PARCIAL-MENTE	X	PARCIAL-MENTE	X	X
6.4 Elencamento de elementos investigativos	X	X	X	X	X	
6.5 Investigação	X	X	X	X	X	
6.6 Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos					X	
6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares.						

Fonte: o autor

A UR 6.1 “Produção e delimitação do problema de pesquisa”, foi alcançada por todos os sujeitos da equipe 4, assim a proposta do V epistemológico foi apresentada em uma folha em que já estava impressa a problemática, que já havia sido elaborada, delimitada e reelaborada pelos integrantes da equipe nas etapas anteriores, como previsto na IIR.

Com relação à UR 6.2 “Apresentação de hipóteses”, cinco integrantes da equipe 4 apresentaram no V epistemológico hipóteses descritivas para a resolução da problemática elaborada pela equipe.

A UR 6.3 “Resolução de problemas”, se tratando da resolução da problemática que fora elaborada pela equipe 4, três alunos apresentaram na íntegra resolução para tal e três alunos expuseram resposta parcial à problemática.

A UR 6.4 “Elencamento de elementos investigativos”, se tratando de ato de elencar aspectos investigativos que compõem a problematização, exposição de argumentos a fim de construção do conhecimento, fora reconhecido em cinco V epistemológicos.

Na UR 6.5 “Investigação”, correspondendo à investigação dos aspectos dos envolvidos na situação da aprendizagem, sendo expresso na íntegra em cinco V epistemológicos.

A UR 6.6 “Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos”, se referindo a noções históricas, filosóficas e sociológicas em relação à construção dos conhecimentos científicos envolvidos na microbiologia. Sendo constatadas em um V epistemológico.

A UR 6.7 “Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares”, se referindo à integração dos conhecimentos da composição da total problemática, seus argumentos, hipóteses e aspectos complexos. Não sendo reconhecido em nenhum V epistemológico dos integrantes da equipe 4.

Quadro 28 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5

1 Microrganismo como parte constituída do mundo vivo					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluno 2	Aluna 3 FALTA	Aluna 4 FALTA	Aluna 5
1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”	X	X			X
1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”					X
1.3 “São seres vivos”	X				
1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes”		X			X
1.5 “Constituição dos Vírus”	X	X			X
1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”					
1.7 “São seres microscópicos”					
1.8 “Reprodução dos microrganismos”	X				
1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por					

condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”					
---	--	--	--	--	--

Fonte: o autor

Dois alunos da equipe 5 chegaram atrasados no dia da produção do V epistemológico e por questões do regulamento da escola não entraram na sala de aula.

Na UR 1.1 “São exemplos de microrganismos vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos, germes”, obtivemos três registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender em relação a exemplares de microrganismos.

No que diz respeito à UR 1.2 “Microrganismos classificados em algum reino biológico”, obtivemos um registro no qual os alunos expressaram compreender em relação à classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição das Bactérias, Protozoários ou Fungos, em um dos reinos biológicos como Reino Monera, Reino Protista ou Reino Fungi ou em classes e subclasses dos mesmos.

Na UR 1.3 “São seres vivos”, obtivemos um registro na proposta, em relação à noção aos microrganismos como seres vivos, logo constituídos por células, com exceção dos vírus.

Foram obtidos na UR 1.4 “São organismos unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes” dois registros ao longo da sequência didática, nos quais os sujeitos pesquisados expressaram a respeito da constituição celular das Bactérias, Protozoários e Fungos.

Na UR 1.5 “Constituição dos Vírus”, obtivemos três registros no V epistemológico, nos quais os alunos expressaram compreender a respeito da constituição dos Vírus, como acelulares, constituídos de proteínas e material genético.

No que diz respeito à UR 1.6 “Os microrganismos podem ser encontrados em qualquer espaço”, não obtivemos nenhum registro no qual os alunos expressaram compreender a respeito de indicações em relação ao habitat ou localização dos microrganismos.

Na UR 1.7 “São seres microscópios”, não obtivemos nenhum registro no qual os participantes expressaram compreender os microrganismos como seres microscópicos invisíveis a olho nu.

Foi obtido na UR 1.8 “Reprodução dos microrganismos”, um registro no V epistemológico, no qual os alunos expressaram noções acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como

outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico ou lisogênico.

Na UR 1.9 “Os microrganismos podem ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos”, não obtivemos nenhum registro, no qual os participantes expressaram ter noções a respeito da relação aos meios de transmissão dos microrganismos.

Na UC2 “Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano”, unitarizamos os registros obtidos no V epistemológico elaborados pelos integrantes da equipe 5, expondo dados a respeito das noções acerca da produção e uso de vacinas, imunidade, metabolismo, patologias, higiene, alimentos e espaço, no qual ocorreu a exposição dos microrganismos como seres benéficos ou maléficos à vida dos seres vivos.

Quadro 29 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5

2 Microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluno 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluna 5
2.1 “ Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”		X			X
2.2 “Microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”	X	X			X

Fonte: o autor

Na UR 2.1 “Os microrganismos como agentes benéficos à saúde”, obtivemos dois registros no V epistemológico, nos quais os participantes expressaram noção em relação à utilização dos microrganismos nos processos industriais de fabricação de medicamentos e vacinas, bem como podem apresentar relação com o desenvolvimento de imunidade e a possibilidade dos microrganismos, estabelecer associações benéficas ou facultativas com os seres vivos.

Foram obtidos na UR 2.2 “Os microrganismos como agentes maléficos à vida e ou relacionados à falta de higiene”, três registros na proposta do V epistemológico, nos quais os

participantes das equipes expressaram ter noção em relação aos microrganismos como agentes causadores de malefícios a outros seres vivos como agentes causadores de patologias ou que os associe à falta de higiene.

Na UC3 “Microrganismos e os alimentos”, unitarizamos os registros do V epistemológico dos alunos da equipe 5, apresentando os dados a respeito das noções acerca de produção, transformações, contaminações e conservação de alimentos.

Quadro 30 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5

3 Microrganismos e os alimentos					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluno 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluna 5
3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”					X

Fonte: o autor

Na UR 3.1 “Participação dos microrganismos na indústria, como na produção de alimentos”, obtivemos um registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca da participação dos microrganismos na fabricação de alimentos, bem como a sua contaminação.

Na UC4 “Microrganismos e a decomposição”, unitarizamos os registros encontrados do V epistemológico, fornecendo os dados a respeito das noções da decomposição da matéria orgânica.

Quadro 31 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5

4 Microrganismos e a decomposição					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluno 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluna 5
4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”					X

Fonte: o autor

Com relação à UR 4.1 “Microrganismos como agentes decompositores”, obtivemos um registro no V epistemológico, expondo os dados a respeito das noções acerca os microrganismos como agentes que participam da decomposição e ou do controle da poluição das águas residuais.

Na UC5 “Microrganismos e a Biotecnologia”, unitarizamos os registros descritivos no V epistemológico, apresentando dados a respeito das noções acerca do emprego dos microrganismos para o desenvolvimento tecnológico, assim como para investigação e aplicações dos mesmos na biotecnologia.

Não foram obtidos registros na UR 5.1 “Desenvolvimento e uso de microscópio”, no V epistemológico, que iriam expor dados a respeito das noções acerca do microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos.

Na UR 5.2 “Utilização dos microrganismos na produção de tecnologias”, nenhum registro na proposta foi encontrado em relação a noções acerca da utilização dos microrganismos para o desenvolvimento de tecnologias e para a produção dos transgênicos, combustíveis sintéticos, técnicas de DNA recombinante e outras.

Na UC6 “Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)”, unitarizamos os registros dos alunos que apresentaram dados a respeito das hipóteses de pesquisa que se esperava encontrar no V epistemológico.

Quadro 32 – Unidades de registro dos integrantes da equipe 5

6 Hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)					
Unidade de Registro	Aluno 1	Aluno 2	Aluna 3	Aluna 4	Aluna 5
6.1 Produção e delimitação do problema de pesquisa	X	X			X
6.2 Apresentação de hipóteses	X	X			X
6.3 Resolução de problemas					PARCIALMENTE
6.4 Elencamento de elementos investigativos					

6.5 Investigação	X	X			X
6.6 Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos	X				X
6.7 Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares					

Fonte: o autor

A UR 6.1 “Produção e delimitação do problema de pesquisa” foi alcançada por todos os sujeitos da equipe 5, assim a proposta do V epistemológico foi apresentada em uma folha em que já estava impressa a problemática, que já havia sido elaborada, delimitada e reelaborada pelos integrantes da equipe nas etapas anteriores, como previsto na IIR.

Em sequência, na UR 6.2 “Apresentação de hipóteses”, três integrantes da equipe 5 apresentaram no V epistemológico hipóteses descritivas para a resolução da problemática elaborada pela equipe.

Na UR 6.3 “Resolução de problemas”, se tratando da resolução da problemática que fora elaborada pela equipe 5, um aluno apresentou resolução parcial para toda a problemática.

Na UR 6.4 “Elencamento de elementos investigativos”, se tratando de ato de elencar aspectos investigativos que compõem a problematização, exposição de argumentos a fim de construção do conhecimento, não fora reconhecido nenhum V epistemológico.

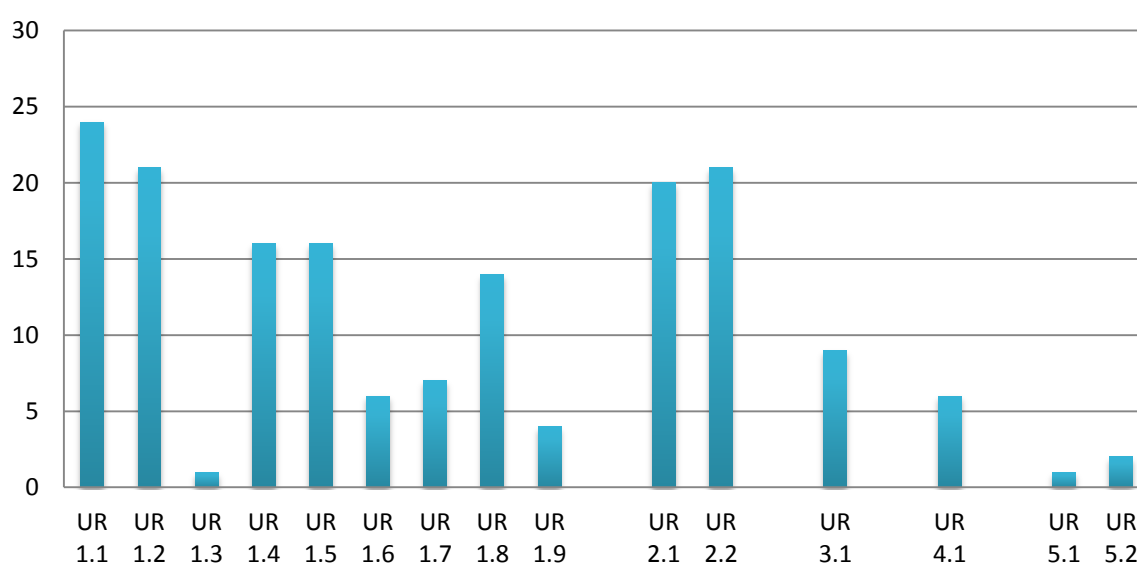
Na UR 6.5 “Investigação”, correspondendo à investigação dos aspectos dos envolvidos na situação da aprendizagem, sendo expresso na íntegra em três V epistemológicos.

A UR 6.6 “Correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos”, se referindo a noções históricas, filosóficas e sociológicas em relação à construção dos conhecimentos científicos envolvidos na microbiologia, sendo constatadas em dois V epistemológicos.

A UR 6.7 “Apresentações de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares”, se referindo à integração dos conhecimentos da composição da total problemática, seus argumentos, hipóteses e aspectos complexos, não sendo reconhecido em nenhum V epistemológico dos integrantes da equipe 5.

No Histograma 3 podemos observar as frequências relativas de registros em relação às 15 UR (1.1 a 5.2) reconhecidas no V epistemológico, elaborado individualmente nas últimas duas aulas da IIR. As frequências UR 6.1 a 6.7 serão apresentadas na sequência.

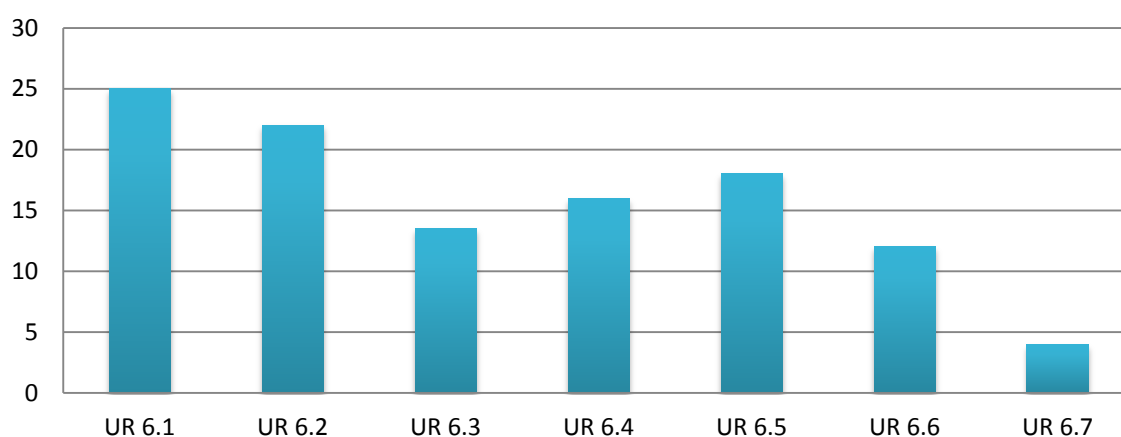
Histograma 3 – Frequências relativas (%) das UR referentes aos registros encontrados no V epistemológico



Fonte: o autor (2018)

No Histograma 4 podemos observar as frequências relativas de registros para cada uma das 7 UR (6.1 a 6.7), que foram reconhecidas no V epistemológico.

Histograma 4 – Frequências relativas (%) das UR referentes aos aspectos encontrados no V epistemológico



Fonte: o autor (2018)

Na próxima sessão, exporemos o metatexto, fase em que buscamos interpretar os dados empíricos por intermédio dos referenciais teóricos empregados e da conexão de um diálogo entre ambos.

4.2 METATEXTO: INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

O período de tratamento dos dados equivale à unitarização e à descrição, promovendo que haja inferência e a interpretação dos resultados encontrados na investigação. Para Bardin (2004), ocorre mediante a produção de um texto que visibiliza correspondência entre os levantamentos empíricos e a fundamentação teórica que embasa a investigação. Assim, será exposto o metatexto de análise, representa diálogo conectivo junto às referências de base teórica e os resultados alcançados nessa pesquisa.

4.2.1 Noções a respeito dos microrganismos como parte constituinte do mundo vivo

No que diz respeito aos conceitos de Microbiologia desenvolvidos pelas equipes, tais foram sendo reconhecidos aos poucos e a tipificação e caracterização dos microrganismos como prejudiciais à vida na Terra foram os que mais apareceram, ao longo das atividades, como também já avistado na literatura. Contrapondo este dado da literatura, a classificação dos microrganismos como agentes benéficos à vida na Terra foi o segundo termo mais citado ao longo da abordagem, assim percebendo um avanço significativo que pode ser justificado pelo tipo de abordagem realizada, a predisposição do grupo pesquisado, o auxílio dos docentes da instituição e outros fatores que podem ter interferido na realização da proposta. Com relação à caracterização biológica, reconhecendo aspectos e processos elaborados pelos microrganismos ou procedimentos que os mesmos se aplicam, seu elencamento em alguma etapa da abordagem não foi totalitário, porém, diante de outras investigações, percebemos um avanço que também pode ser justificado como acima.

Por meio da aplicação da IIR, compreendendo das atividades em equipe e produções individuais, foi possível perceber, após a aplicação da abordagem didática, uma maior correspondência entre a compreensão das/dos participantes a respeito do termo microrganismos como parte constituinte do mundo vivo, no qual os registros abordavam em relação aos seres conhecidos como microrganismos, indicando vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos e germes como exemplares. Reconhecemos que tais microrganismos

foram citados ao longo da IIR, da seguinte forma: 96% estando presentes nas fases das atividades em equipe e 56% sendo citados nas atividades individuais. Com isso notamos um avanço significativo, porém não totalitário na exposição de todos os organismos como sendo seres classificados cientificamente como microrganismos, algo não notado em algumas abordagens e pesquisas.

Quanto à indicação da noção que caracterize microrganismos como seres microscópicos, ou seja, invisíveis a olho nu, foi percebida em 40% estando presentes nas fases das atividades em equipe e 28% sendo citados nas atividades individuais.

A Eq 1, na atividade 1, proposta de descrever as noções prévias dos integrantes da equipe, expôs os vermes como sendo exemplos de microrganismos, já a Eq 5 na mesma atividade relacionou os microrganismos como sendo “bichinhos”. Dado também encontrado na investigação de Souto *et al.* (2015).

Tais correlações apontam equívocos relacionados à dimensão destes seres. Os elementos são sustentados por pesquisas de Kimura *et al.* (2013) e Zômpero (2009), no qual apuraram que muitos estudantes da educação básica ainda classificam microrganismos de maneira incorreta, incluindo organismos como: lombrigas, larvas de mosquito da dengue, vermes, ao grupo dos microrganismos.

Antunes, Peleggi e Pazda (2012, p. 8), em sua abordagem aplicada com alunos do ensino médio perceberam que “Fungos aparecem com uma pequena porcentagem, o que traduz que vírus e bactérias são os microrganismos mais marcantes para os alunos”. Assim, vírus e bactérias são microrganismos mais lembrados a senso comum, nem ao menos sendo citados e reconhecendo os protozoários como seres caracterizados também como microrganismos. Também em relação ao reconhecimento de todos os microrganismos, as pesquisas de Albuquerque, Braga e Gomes (2012, p. 60), expõem: “Pensando isso deveríamos imaginar uma quantidade inimaginável de seres microscópicos, no entanto boa parte dos alunos resume os microrganismos apenas a bactérias e algumas vezes aos fungos”.

Concepções alternativas a respeito dos microrganismos, tendo este como exemplo, acontecem ao longo das experiências rotineiras dos estudantes, logo, são inspiradas principalmente pelo senso comum (FERNANDES; CAMPOS; MARCELINO JÚNIOR, 2010).

Segundo Alcamo e Elson (2004), a microbiologia é composta de diferentes grupos de organismos, identificados como: bactérias, fungos, vírus, protozoários e algas unicelulares.

Ainda Postgate (2002) apresenta que os germes são apresentados pelos cientistas como micróbios ou microrganismos.

Com relação à noção que indicaram classificação e caracterização por meio de base morfológica ou em relação à constituição dos microrganismos, estando agrupados em algum reino biológico ou agrupamento como no caso dos vírus, foram citados ao longo da IIR da seguinte forma: 56% estando presentes nas fases das atividades em equipe e 84% sendo citados nas atividades individuais, com isso percebemos um avanço significativo na organização biológica de todos os microrganismos como sendo seres classificados cientificamente de acordo com suas características.

Com relação aos registros acerca dos mecanismos reprodutivos dos microrganismos, como divisão binária, conjugação, transformação, transdução, bem como outros meios de reprodução sexuada e assexuada e replicação viral, como ciclo lítico e lisogênico, foram encontrados na ordem de 40% descritos nas propostas em equipe e na ordem de 56% indicados em atividades individuais.

Na produção do V epistemológico, no item asserções de valor, as perguntas foram elencadas pela aluna 2 da Eq 1, “Quais são as semelhanças entre as algas e os protozoários?” e pelo aluno 5 da mesma equipe, “Por que as algas fazem parte do reino Protista?”, que evidenciam interrogações a respeito da classificação de algas nos grupos de seres microscópicos. Fato talvez fomentado em função da problemática produzida pela equipe, pois em tal questionaram quem pertenceria ao grupo dos micróbios, assim reconhecendo que existam também microalgas e que estão classificadas junto aos protozoários no reino Protista.

Assim como a Aluna 5 Eq 2, expondo que é importante distinguir os microrganismos para o ato de estabelecer medicações adequadas no combate de infecções.

Também averiguamos a correspondência nas atividades em equipe e individuais ao longo da IIR, quanto à descrição dos microrganismos como sendo seres vivos, logo constituídos por células, com exceção aos vírus. Estando presente em 40% das propostas em equipe e claramente em 4%, ou seja, em um único V epistemológico.

Percebemos registros que indicaram a respeito da constituição celular das Bactérias, Protozoários e Fungos. Assim caracterizando os microrganismos celulares como unicelulares procariontes ou unicelulares eucariontes. Descrições em atividade em equipe na ordem de 44% e observada em 64% nas propostas individuais.

O Aluno 1 da Eq 5, descreveu os vírus como sendo seres vivos e também citando a característica acelulares para os mesmos, levantando um aspecto discutido largamente na comunidade científica. Já o aluno 2 da mesma equipe, apresenta no V epistemológico o questionamento da atividade dos vírus quando não estão parasitando uma célula.

Em referência à temática anterior, notamos registros que expõem a respeito da constituição dos vírus, como sendo de origem proteica e contendo material genético encapsulado. Descrito em 36% das atividades em equipe e na ordem de 64% identificada nas atividades individuais.

O fato também foi evidenciado nas investigações de Oliveira, Azevedo e Neto (2016), com alunos de todas as séries do Ensino Médio, em que reconheceu uma boa percepção dos sujeitos de pesquisa em relação aos vírus, que não são capazes de exercer suas atividades de maneira autônoma, caracterizando uma dependência de uma célula hospedeira para então expressarem as informações contidas no seu material genético e logo se multiplicarem.

Diferente dessas observações, Oliveros, Silveira e Araújo (2011) afirmaram que, após encontrar em suas pesquisas uma maior parcela de investigados, os vírus não são seres vivos. Os mesmos acrescentam quanto a alegações dos vírus como sendo seres vivos, não vivos, ou ora vivos, ora não vivos, aparentemente conserva-se entre os docentes em relação a esses questionamentos. A interpretação quanto a essas noções é que quando fora de uma estrutura celular não os consideram como vivos, ou quando os vírus parasitam, hospedam em uma célula, são considerados como vivos.

Com relação à noção que indicaram ao habitat ou localização dos microrganismos, reconhecemos as citações ao longo da IIR, da seguinte forma: 56% estando presentes nas fases das atividades em equipes e 24% sendo citados nas atividades individuais.

Silva e Bastos (2012) em suas investigações reconheceram que a maior parte dos estudantes afirmou que os microrganismos se localizam em todos os ambientes. Essas percepções afluem como uma contraposição quando confrontadas com a questão em que maioria dos estudantes considera todos os microrganismos patogênicos.

Os microrganismos podem ser encontrados em praticamente todos os espaços da natureza, no ar, nos alimentos, no corpo, podendo ocorrer com maior frequência no qual encontrar alimentos, umidade e temperatura adequada para seu desenvolvimento e multiplicação (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 1996).

Relacionando a presença dos microrganismos em todos os lugares com os meios de contaminação e transmissão dos mesmos, quanto a indicação da transmissão dos

microrganismos nos registros da IIR, podendo ser transmitidos por condições adversas como por meio do ar, água, lixo, alimentos e outros físicos, bem como por meio de seres vivos, foi reconhecido na ordem de 36% citados nas propostas em equipe e na ordem de 16% indicados em atividades individuais.

Braga (2007) também expõe que os microrganismos podem ser encontrados na água, pois este meio apresenta uma grande complexidade de interações de microrganismos e macrorganismos, tanto vegetais como animais. Em especial as algas que ocupam um nível especial na cadeia alimentar do ambiente aquático, assim como várias espécies procariontes são responsáveis pela reciclagem das substâncias e dos nutrientes encontrados na água, por meio de modificações bioquímicas em diversos substratos.

Pelczar, Chan e Krieg (1996), também expõem seus achados afirmando que os microrganismos se encontram na realidade em todos os lugares da natureza, presentes no ar que respiramos e no alimento, na superfície corporal, no trato digestivo e em outros meios naturais, ocorrendo de forma mais abundante no qual conseguem encontrar alimentos, umidade e temperatura adequada para seu crescimento e multiplicação.

Um questionamento foi apresentado no V epistemológico, no campo asserções de valor, feita pelo aluno 1 da Eq 5, interrogando a existência de microrganismos até mesmo no cérebro.

4.2.2 Noções a respeito dos microrganismos e saúde e a relação com o metabolismo humano

Diante dos registros encontrados ao longo da IIR, compreendendo as atividades em equipe e produções individuais, foi possível perceber, após a aplicação da abordagem didática, uma maior correspondência entre a compreensão das/dos participantes a respeito do termo, quando comparado com outros achados em pesquisas com o mesmo fim, na qual os registros abordavam em relação aos microrganismos a saúde e a relação com o metabolismo humano, indicando Vírus, Bactérias, Protozoários e Fungos como exemplares que participam destes processos.

Reconhecemos que as relações dos microrganismos como agentes benéficos à saúde humana, bem como estabelecendo ligações harmônicas com o meio ambiente foram citadas ao longo da IIR, da seguinte forma: 68% estando presentes nas fases das atividades em equipe e 80% sendo citados nas atividades individuais. Assim percebemos progresso na relação da

aceitação dos microrganismos como seres capazes de proporcionar ações que promovam manutenção benéfica à vida na Terra.

Percebe-se que as noções equivocadas de microrganismos difundidas na sociedade devem ser esclarecidas, possibilitando que um conhecimento sobre os mesmos seja apresentado, apontando seus benefícios à ecologia, ao bem comum e individual, não restringindo, portanto, a microbiologia aos aspectos negativos (TOLEDO *et al.*, 2015, p. 77).

Neto e Vasconcelus (2017, p. 146) em sua investigação, desenvolvida com alunos da educação fundamental 2, mostram que “Apenas 6,6% dos estudantes consideraram a possibilidade de benefícios proporcionados por atividade microbiana, enquanto 58,2% consideraram exclusivamente prejuízos”. Ainda acrescentam que “Esta questão precisa ser sempre lembrada pelos professores, para que a interpretação das informações seja adequada e as funções benéficas desses organismos sejam também lembradas e aproveitadas”.

Fica clara a premência de ampliar o tratamento dos conhecimentos dos estudantes para além da natureza depreciativa e pejorativa que os mesmos estabelecem aos microrganismos, reconhecendo que eles estão empregados em outras atividades, como fabricação de remédios, vacinas, alimentos e outros processos biotecnológicos (FRANCO *et al.* 2003).

Em alguns trabalhos publicados, Limberger (2011), Antunes, Pileggi e Pazda (2012), Silveira, Oliveros e Araújo (2011) reconheceram que os discentes comumente expõem noções alternativas ao apresentar que bactérias estão relacionadas fundamentalmente a patologias. As mesmas investigações descrevem ainda que, independente de os alunos já terem estudado ou não a respeito dos conteúdos, essas noções permanecem sendo reconhecidas, assim percebendo a dificuldade de alguns alunos em compreender a respeito da importância das bactérias.

A nossa investigação em relação à conexão dos microrganismos como provedores de ações de prejuízos a outros seres vivos e ou ao meio ambiente, evidencia citações em uma razão de 64% ao longo das atividades em equipe e na razão de 84% descrições de aspectos e processos negativos, como a contaminações, patologias e outros processos.

Albuquerque, Braga e Gomes (2012, p. 64), apresenta que em sua investigação “A média mais preocupante de resultados está em relação com o fato de apenas 13% dos alunos terem algum conhecimento acerca do fato de existirem microrganismos benéficos para o ser humano”. Dado ainda encontrado na mesma investigação evidencia que “A visão de microrganismos para os alunos é de que estes organismos apenas trazem malefícios à saúde do ser humano”.

Sabendo que microrganismos habitam em diversos espaços, muitos estudantes os vinculam ao corpo humano ou a patologias e espaços não higiênicos. Assim compreendendo, a escassez de atividades dos assuntos em ambientes formais, como na escola, precisa ser reconsiderada, incorporando mais instrumentos para a educação (BYRNE, 2006).

Kimura (2013) também reconhece em suas pesquisas que os estudantes apresentam conceitos que prevalecem um estereótipo de repulsa dos microrganismos, acreditando serem essenciais as abordagens que desmistifiquem os prejuízos causados pelos seres microscópicos.

Na investigação realizada por Silva e Bastos (2012) foram obtidos resultados, na qual 34% dos alunos participantes, também no Ensino Médio, associaram as bactérias a seres causadores de doenças.

Identificar os microrganismos, bem como conhecer suas principais funções como agentes que podem causar patologias ou benefícios para o ser humano é fundamental, do mesmo modo como as formas de aplicações destas funções no ambiente social. Nesse sentido, Pessoa *et al.* (2012) reconheceram em suas investigações na qual uma parcela significativa dos estudantes acredita que todas as bactérias são causadoras de doenças. Em outra pesquisa de Brandão e Corazza (2008), antes do desenvolvimento de um projeto a respeito das bactérias, com alunos do Ensino Médio, afirmaram uma visão distorcida pejorativa, identificando as bactérias como seres exclusivamente maléficos à saúde.

Colocado no V epistemológico em forma de pergunta, no item asserções de valor, o aluno 5 da Eq 4 expõe o questionamento “Como combater os microrganismos ruins sem prejudicar os bons”, aferindo então que tal sujeito de pesquisa já reconhece que os microrganismos podem ser distintos de acordo com o ponto de vista em questão, assim reconhecendo a complexidade que envolve as relações entre os micro e macro seres vivos. Já a aluna 5 da Eq 2, descreve a pergunta no mesmo item do V epistemológico, “a relação entre os micróbios e o desenvolvimento de imunidade”, logo interpretando que tal sujeito percebe uma associação harmônica entre os seres vivos. O aluno 2 da Eq 2, também no mesmo item da atividade, pergunta a relação dos micróbios com o diagnóstico de câncer.

Os alunos da Eq 1, individualmente no V epistemológico, também apresentam seus questionamentos quanto a importância dos microrganismos: Eq 1 aluna 4, “Qual a importância dos micróbios” e a aluna 3 “Qual a importância dos fungos para a vida humana”, incitando que tais esclarecimentos podem não ter ficado claros ao longo da IIR, ou se justifica que o foco da problemática apresentada pela equipe enfatizava em reconhecer os malefícios

dos microrganismos. Ainda nesta temática o aluno 6 Eq 4, interroga “Limpeza excessiva no corpo humano pode ser maléfica?”.

A Eq 5 expôs alguns conceitos quanto à produção de vacinas e como elas agem no organismo humano. Tais significados foram apresentados pela mesma na exposição dos esquemas nas aulas 9 e 10, talvez não ficando claro os conceitos ou instigando a novas percepções como evidenciado no V epistemológico do aluno 5 da Eq 1, quando descreve “Por que algumas vacinas precisam ser reaplicadas e como elas funcionam?”. Assim percebemos a importância da socialização das atividades de pesquisas, pois pode provocar assuntos ainda não reconhecidos ou não instigados anteriormente.

Segundo Krasilchik (2004, p 197):

No estágio atual do ensino brasileiro, a formação biológica deve contribuir para que cada indivíduo seja capaz de compreender os processos e conceitos biológicos e a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, utilizando o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, tendo em vista a responsabilidade e respeito do papel do ser humano na biosfera.

Observou-se que os discentes conseguiram organizar e acrescentar conceitos inexistentes, deixando suas produções (pictografias, mapas mentais, infográficos, modelos, esquemas representativos e registros escritos) aflorarem tanto aspectos harmônicos quanto também os negativos, proporcionados pelos microrganismos.

4.2.3 Noções a respeito dos microrganismos e sua relação com os alimentos

Nos registros encontrados ao longo da IIR, constituídas de produções em equipe e produções individuais, foi possível perceber, após a aplicação da abordagem didática, baixa correspondência nos registros das/dos participantes a respeito do termo microrganismos e sua relação com os alimentos.

Observamos que as relações dos microrganismos como agentes que participam de alguma forma com a produção de alimentos, foram aparentes ao longo da IIR, da seguinte forma: 28% estando presentes em registros nas fases das atividades em equipes e 36% sendo relatadas nas atividades individuais. Proporção pequena talvez justificada pelo fato que as equipes associaram a produção de alimentos como aspecto benéfico correlato aos microrganismos, aspecto já apresentado e discutido anteriormente.

Também encontrado por Oliveira, Azevedo e Neto (2016), a minoria de seus investigados conseguiu fazer relação dos microrganismos como agentes que participam de processos na fabricação dos alimentos, independentemente do fato de os alunos consumirem mercadorias da atividade microbiana, de procedimentos industriais de gênero alimentício e ou farmacêutico.

Barbosa e Barbosa (2010) estabelecem o ensino de microbiologia como uma área da biologia que estuda os microrganismos, nesta incluindo procariontes e eucariontes. Assim, atividades empíricas com abordagens investigativas proporcionam a desmistificação da informação de que microrganismos são apenas agentes patogênicos, e sensibilize para a existência de outros usos desses seres na vida cotidiana, incluindo a área de alimentos (SANTOS; COSTA, 2012).

No campo da produção de alimentos, Louis Pasteur elucidou muitos problemas relacionados à saúde pública, processos industriais, pecuária e médica. Propondo o processo de pasteurização, utilizado na produção de leite, cerveja e vinho, empregado largamente até hoje pelas indústrias. A contribuição desse cientista foi de grande valia para a humanidade no reconhecimento e emprego dos microrganismos (GITTI *et al.*, 2014).

4.2.4 Noções a respeito dos microrganismos e a decomposição e fermentação

Os registros encontrados ao longo da IIR, constituída de produções em equipe e produções individuais, foi possível perceber após a aplicação da abordagem didática, baixa correspondência entre a compreensão das/dos participantes a respeito do termo microrganismos e a decomposição e fermentação.

Identificamos que as relações dos microrganismos como agentes decompositores e ou fermentadores foram aparentes ao longo da IIR, da seguinte forma: 44% estando presentes em registros nas fases das atividades em equipes e 24% sendo presentes nas atividades individuais, dimensão não muito significativa, porém já maior quando comparada com outra abordagem encontrada na literatura.

Antunes, Peleggi e Pazda (2012), em investigação também aplicada com alunos do Ensino Médio, de vinte e cinco alunos apenas 4% relacionaram os microrganismos como a decomposição da matéria orgânica.

Tópico também discutido e investigado em uma abordagem no ensino fundamental dois, Neto e Vasconcelus (2017) reconheceram a relação dos microrganismos com processos

de decomposição na ordem de 10,9%, quando averiguada em uma turma de sétimo ano. Um dado pouco mais significativo foi avistado com o grupo do oitavo ano, também quando perguntado em relação a esta função, 48,3% dos pesquisados expuseram associação microbiológica com a decomposição.

4.2.5 Noções a respeito dos microrganismos e biotecnologia

Por meio da aplicação da IIR, compreendendo as atividades em equipe e produções individuais, foi possível perceber, após a aplicação da abordagem didática, uma pequena correspondência entre a compreensão das/dos participantes a respeito dos microrganismos e o desenvolvimento da biotecnologia, indicando o microscópio como ferramenta importante para observação e pesquisa dos microrganismos. Para tais registros encontramos, ao longo da IIR, presente tal aspecto em 16% nas fases das atividades em equipes e 4% nas atividades individuais, correspondendo a somente uma descrição. Ainda nesta unidade de contexto, em relação ao desenvolvimento de tecnologias e inovação que empreguem os microrganismos nestes processos, em tais registros encontrados ao longo da IIR, percebemos em 20% nas atividades em equipes e 8% nas atividades individuais, correspondendo a duas descrições.

Ovigli (2009) apresenta em relação à importância do desenvolvimento de procedimentos para mediar a microbiologia de modo a situar o aluno em sua realidade:

O desenvolvimento de uma determinada área científica ou tecnológica, como é o caso da Microbiologia, requer a elaboração de um conjunto de estratégias em educação e disseminação do conhecimento produzido para aproximar e informar a sociedade sobre os avanços na área, abrindo espaço para uma análise crítica das contribuições dessas inovações (OVIGLI, 2009, p. 401).

À frente do contexto da microbiologia, compreender apenas os microrganismos, vírus, bactérias, fungos, protistas, logo modelos microscópicos de vida, faz-se relativamente complexo pelo ato do tratamento dos organismos visíveis em forma microscópica, reconhecendo assim que o desenvolvimento da microbiologia estivesse sempre vinculado e dependente do desenvolvimento do microscópio e da ciência da microscopia (ALCAMO; ELSON, 2004).

Segundo Madigan, Martinko e Parker (2010), os microrganismos têm um papel relevante, essencialmente em relação à sociedade humana, ao corpo humano, bem como aos animais e plantas, uma vez que os microrganismos interferem em todas as formas de vida na Terra. Com isso, o conhecimento da microbiologia pode abarcar grandes temáticas como

dimensões de natureza básica e aquelas de natureza prática ou aplicada, essas aparecendo como novos motores de inovação de produtos e processos para o benefício da sociedade.

Foram expostas interrogações a respeito da produção de conhecimento em relação aos microrganismos, como descrito em novas perguntas no V epistemológico, no campo asserções de valor, dos alunos 3 e 6 da equipe 4 que questionam respectivamente: “Visto que algumas doenças já foram erradicadas, o que seria necessário para erradicarmos a dengue?”, “Por que ainda não encontramos a cura para a AIDS?”.

Os seres microscópicos favorecem a agricultura, processos industriais, laboratoriais, como também na produção de alimentos, atuando na reciclagem da matéria orgânica. Alguns exemplos da utilização da ação dos microrganismos são: a produção de antibióticos como a penicilina, produto dos fungos *Penicillium*; a acetona produzida pela bactéria *Clostridium acetobutylicum*; a bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, que penetra nas células vegetais, podendo ser vetor de genes de uma planta para outra (GITTI *et al.*, 2014).

4.2.6 Percepções a respeito de hipóteses de pesquisa da abordagem (IIR)

As atividades devem fazer com que os alunos se envolvam cognitivamente, que troquem ideias entre si e com o professor e que levem à construção dos conhecimentos cientificamente significativos. O trabalho prático se torna mais relevante quando os professores têm clareza da sua finalidade e quando planejam as atividades para que tais finalidades sejam atingidas (SILVA, 2011, p. 37).

Em seguida serão apresentadas, reflexionadas e discutidas a percepção do professor pesquisar na análise de sua abordagem, tendo como base os preceitos teóricos e os objetivos de aprendizagem já enunciados, bem como as hipóteses de pesquisa que representam as expectativas ao longo da Ilha de Interdisciplinaridade da Racionalidade.

A respeito da produção e delimitação do problema de pesquisa, o fato foi avistado com todas as equipes participantes da investigação, a problemática foi elaborada pelos integrantes nas aulas 3 e 4 da etapa número dois da IIR servindo de norte para as investigações que sucederam esta etapa. A mesma situação-problema foi impressa no diagrama do V epistemológico e entregue nas últimas duas aulas da sequência didática.

Entre outros aspectos, Gil-Pérez e Carrascosa (1994), Cachapuz, Praia e Jorge (2000) expõem a delimitação de problemas concretos, como proposta na qual os estudantes começam por apresentar suas ideias de forma operacional.

Os alunos produziram a situação-problema, tendo como base os conceitos prévios de cada integrante da equipe, assim uma percepção de senso comum de sua realidade a respeito do tema. Em função desta perspectiva, cada equipe enfatizou e delimitou características diferentes em relação à temática de microrganismos, emergindo aspectos interdisciplinares que foram desenhados pelas equipes, como tendências de investigação que estabelece relação com caracterização dos microrganismos, correlação com a saúde e questões imunológicas, bem como com processos industriais e biotecnológicos e também questionamentos históricos.

Para Conde, Lima e Bay (2013), o processo de ensinar tem o significado de conservar o conhecimento em constante modificação, figurado em um processo dinâmico infundável. Assim a averiguação por conhecimentos prévios dos alunos para que, a partir deles, os assuntos presentes na rotina escolar formal façam sentido e correspondam a uma percepção de sua realidade, de modo que para os alunos não sejam vistos apenas como uma obrigação escolar para a aprovação do período letivo. Visto no item asserções de valor no V epistemológico, o aluno 4 da Eq 2, descreveu: “É importante saber desses assuntos, pois são cobrados no vestibular”, na qual se percebe uma visão utilitarista dos conhecimentos escolares que se finalizaram puramente em utilizar os conhecimentos e procedimentos escolares de ganho de nota e aprovação em provas de larga escala, sem estabelecer explicações do mundo real.

Dentre os estágios da resolução de um problema, as produções das hipóteses pelos estudantes colaboram também para o aprendizado em relação à natureza das ciências, bem como no processo de construção de modelos e explicações (GIL-PÉREZ; VILCHES, 2006; FERREIRA; JUSTI, 2008). Assim, a apresentação das hipóteses ora pelas equipes ora pelos alunos foi significativa, sendo percebida em 92% das atividades propostas em equipe, e na razão de 88% nas produções individuais.

Furman e Podestá (2009) enfatizam que a elaboração das hipóteses e as previsões como sendo competências científicas, têm a necessidade de serem ensinadas integradamente, em função da proximidade entre elas. Sendo assim, os alunos precisam praticar a imaginação, lógica e criação na experiência de responder aos questionamentos das investigações.

Ao longo da abordagem da IIR a problemática foi sendo respondida de maneira construtivista com caráter investigativo, na qual aos poucos de forma integrada ora entre os integrantes da equipe e ora individualmente, as resoluções da situação-problema foram sendo organizadas. Para Moreira (1983), a investigação exercida a fim de resolução de problemas deve ser alicerçada na prática dos estudantes. A prática e o processo de ensino e

aprendizagem no cunho de investigação científica, permitindo a promoção de momentos de ações e demonstrações, assim propostas de caráter prático, desenvolvendo reflexão, discussão, explicação e relato (MOREIRA, 1983).

Ensinar a resolver problemas não consiste somente em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atividade de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Não é uma questão de somente ensinar a resolver problemas, mas também ensinar a propor problemas para si mesmo, a transformar a realidade em um problema que mereça ser questionado e estudado (ECHEVERRÍA; POZO, 1998, p. 14).

A resolução da situação-problema elaborada pela equipe na etapa 1 (Apêndice 2), da IIR, deveria ser exposta na forma de um esquema (Apêndice 4), a escolha da equipe, durante as aulas 9 e 10, no qual em tal proposta estivessem presentes as hipóteses e evidências que foram encontradas ao longo das investigações norteadas pela situação-problema da equipe. Assim, as Eq 1, Eq 2 e Eq 4 apresentaram todas as respostas para a problemática em tal esquema, já a Eq3 apresentou resposta parcial à situação-problema e a Eq 5 não apresentou respostas coerentes com os problemas enunciados.

Na proposta do V epistemológico, 56% dos alunos apresentaram respostas coerentes à problemática impressa no diagrama, sendo do total de 25 alunos que participaram da atividade, 11 estudantes responderam à problemática em sua totalidade, 8 pesquisados responderam à situação-problema de modo parcial e 6 alunos não expuseram respostas conexas à problemática.

Farias e Bandeira (2009) enfatizam que o ato de aprender não deve ser o resultado do desenvolvimento, pois o ato de aprender é desenvolvimento. A aprendizagem demanda criatividade, espírito de invenção também por parte de quem aprende. Sendo assim, o professor possibilita que os estudantes exponham suas próprias interrogações e produzam suas conclusões. Partindo de situações de ensino de ciências, nas quais os estudantes sejam capazes de ter alcance à dimensão concreta da realidade e dos fenômenos, simplificam os processos de ensino e de aprendizagem (SENICIATO; CAVASSAN, 2008).

Uma abordagem didática para desenvolver aprendizagem a respeito de microbiologia é a realização de atividades experimentais investigativas (CAMPOS; NIGRO, 2009). Sendo assim, o discente é direcionado a elaborar uma situação-problema e identificar questões em relação a temas específicos, planejar e realizar as observações, avaliar os resultados,

desenvolver sua teoria, bem como estabelecer relações complexas e comparações a outras já existentes, conectando os conhecimentos formais com aspectos práticos do seu cotidiano.

Os elementos investigativos foram sendo incluídos de modo descritivo ao longo da IIR, tanto nas propostas em equipe, quanto na atividade individual do V epistemológico. Respectivamente, os elementos investigados, se referindo ao ato de elencar de modo coerente as evidências da investigação, foram observados em 40% nas atividades em equipe e em 64% na representação individual.

De modo geral, tanto professores como alunos apontam que a experimentação no ensino potencializa a capacidade de aprendizagem, visto que contribui para a superação de obstáculos cognitivos na compreensão de temas científicos, não somente por proporcionar interpretações específicas, mas também por sua natureza investigativa (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2015, p. 52).

Para Moraes (2000), propostas práticas desenvolvidas com a investigação promovem alcance do ensino de ciências, do trabalho científico, incluindo as experimentações e outras características próprias das ciências, na qual teoria e prática estabelecem complementaridade. Assim, em relação à atitude de investigação, foi considerada perceptível em 88% nas propostas em equipe, dessa forma, em algumas propostas os integrantes não desenvolveram a atitude de investigação, refletindo diante da situação-problema construindo suas ideias e argumentos. Na atividade individual tal ato foi reconhecido em uma ordem de 72%.

Limberger (2011) justifica a relevância de proporcionar aprendizagem por meio da investigação, promovendo um conhecimento mais aprofundado e complexo a respeito dos microrganismos, compreendendo o papel eles desempenham na vida dos seres humanos.

Em reflexões (MORAES, 2005), docentes e alunos têm a ideia de que aprender tornou-se sinônimo de acúmulo de informações. Ainda assim, para que o ensino de ciências se construa de modo significativo, o docente precisa caracterizar os discentes como construtores de suas ideias de ciências, partindo de propostas que promovam a atividade científica. Modelo no qual as noções prévias ou espontâneas (MORTIMER, 1996) apresentam um papel importante induzindo diretamente às conjunturas atitudinais, da mesma maneira em que as tomadas de decisões para a resolução de problemas do cotidiano interajam com os modelos científicos.

As relações estabelecidas entre sala de aula e o cotidiano do aluno, desenvolvidas pelo professor, podem proporcionar que os estudantes compreendam as razões dos conteúdos que

estão sendo desenvolvidos e promovam conceitos antes somente memorizados, ganhando outro patamar agora, compondo situações reais dos alunos.

Neste sentido, Busnardo e Lopes (2010, p. 97) afirmam que:

A utilização do conteúdo de forma mais próxima do cotidiano do aluno está relacionada, de modo geral, à ideia de motivação como facilitadora do processo de aprendizagem e de alguma possibilidade de intervenção no mundo em que vivemos (...). Esses saberes não acadêmicos não costumam ser valorizados por não serem incluídos como parte dos saberes disciplinares (...). Frequentemente, como parece ser o caso da comunidade de Ensino de Biologia, são compreendidos como facilitadores da aprendizagem, por se aproximarem da realidade dos alunos, auxiliando, assim, a compreensão dos saberes disciplinares, aqueles tidos como os que realmente importam para uma aprendizagem significativa do aluno. Nessa perspectiva, nem sempre a valorização desses saberes significa uma desvalorização dos saberes acadêmicos. Ao contrário, sua inserção no currículo pode ser em posição subalternizada, submetida ao que se entende como os conteúdos centrais da aprendizagem: os saberes disciplinares.

A respeito da correlação com acontecimentos históricos, filosóficos e sociológicos envolvidos nas problemáticas desenvolvidas em equipe (Apêndice 2), foram aparentes em 60% nas atividades em equipe e em 48% nas propostas individuais. Durante as discussões da etapa 1, aulas 1 e 2, o professor pesquisador instigou os alunos a refletirem a respeito das questões históricas que envolvem a temática dos microrganismos, por meio de indagações orais como: “Quais foram as doenças que mais ocasionam mortes da população, em visão global?”, “Como nossos antepassados ou outras culturas concebem a ideia de doenças?”. Em função desses e outros levantamentos as equipes Eq2, Eq3 e Eq5 se debruçaram em reconhecer aspectos históricos e sociais, como visto na problemática que as mesmas elaboraram (apêndice 2). Nesse sentido, as mesmas equipes identificaram um momento histórico na temática, a revolução da vacina de 1904, no Rio de Janeiro. Assim, estabeleceu relação quanto a notícias midiáticas vinculadas no cenário atual a respeito de um movimento da população brasileira negando a participar das campanhas de vacinação, entre outros motivos, por conta da descrença ou por um desconhecimento dos processos científicos envolvidos na produção e aplicação das vacinas. Algumas pessoas, por meio de redes sociais, apresentam argumentos sem fundamentos científicos e acabam influenciando outros indivíduos à recusa da vacinação.

Os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento em relação ao pensamento científico, como mudou quanto ao tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetadas pelos contextos

sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem (NCC, 1988, apud MATTHEWS, 1995, p. 113).

A história, a filosofia e a sociologia da ciência dão suporte e contextualização para abordagens no ensino contemporâneo de ciências. Elas contribuem para a humanização das ciências e aproximação dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade, podendo tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico e contribuindo para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, no qual fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam, além de contribuir e melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências, bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995).

Não se trata aqui da mera inclusão de história, filosofia e sociologia (HFS) da ciência como um outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de A natureza da ciência (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Tal abordagem determinada pelo contexto sociocultural é uma posição epistemológica de sócio-orientação, pois permite que o aluno perceba a coerência na representação física dos fatos, considere sua visão de mundo, suas experiências, bem como sua relevância na apresentação das evidências atuais e se instigue a se esforçar para entender os termos usados, como se esforçaram antes dele. A instrumentação de aspectos históricos irá expandir horizontes, com função de enriquecer a variedade de relações e possibilidades lógica e interpretativa. Assim cresce a exigência de verificação extrema de dúvida de valor dos dados empíricos que se encaixam em teorias, sentindo maior respeito e apreço pelas teorias consagradas mesmo se algumas não apresentarem relevância (COLOMBO; SALINAS 2004).

Abordagens da História e Filosofia da Ciência (HFC) seria uma possibilidade para os procedimentos de ensino, objetivando apresentar a ciência como construção humana, proporcionando um maior entendimento do processo epistemológico do conhecimento científico, abrangendo os fatores que atingem a produção desse conhecimento (GUERRA; BRAGA; REIS, 2013).

A promoção de situações coerentes que se objetivem em manter o desenvolvimento de avanços integra os conhecimentos como artefatos cognitivos por parte dos estudantes (LENOIR, 1998). Ao longo da IIR foram desenvolvidas propostas didáticas, como produção de modelos didáticos, esquemas de organização de ideias, aulas práticas laboratoriais (Apêndice 3), e outras. Segundo Magalhães (2007), propostas práticas são essenciais para o desenvolvimento de habilidades e competências que promovam a construção do conhecimento no estudante. Também como colocado por Magalhães (2007) e Prado, Rodrigues e Khouri (2004), práticas de microbiologia podem ser desenvolvidas unindo a criatividade ao dinamismo, na suposição de materiais alternativos, como também por meio do uso de materiais tecnológicos ou laboratoriais.

Nestas práticas, os integrantes das equipes tinham a oportunidade de estabelecer relação, associar conceitos, conectar conhecimentos, à medida que as investigações aconteciam, contemplando a complexidade das situações. A fim de promover que tais relações de fato poderiam acontecer, na etapa 2, durante as aulas 3 e 4, ao mesmo tempo da produção da situação-problema, as equipes descreveram quais especialidades e conhecimentos, além da Microbiologia, poderiam ser pesquisados com a expectativa de contribuição para a elucidação dos questionamentos. Com isso, as equipes identificaram conhecimentos interdisciplinares envolvidos na situação problema que tinha como ponto de partida, conhecimentos prévios de Microbiologia:

- Eq 1 Geográficos, com aspectos climáticos e localizações geográficas; Químicos, possíveis substâncias químicas liberadas no meio ambiente, capacidade de invaginação, endocitose e fagocitose microbiológica em células; Físicos, conhecimentos da Óptica, em relação à observação microscópica.
- Eq 2 Históricos, filosóficos e sociológicos, como revolta da vacina e movimentos sociais de crença em relação a patologias.
- Eq 3 Geográficos, influências das características regionais para o desenvolvimento dos microrganismos; Estatísticas, dados de mortalidade relacionadas com microrganismos; Históricos e sociológicos, a relação da sociedade com a produção de tecnologias de combate das doenças, bem como inovações que utilizem tais organismos em novos processos e produtos para a sociedade.
- Eq 4 Médicos, a relação da utilidade médica dos microrganismos.

- Eq 5 Geográficas e Sociológicas, práticas públicas relacionadas a práticas de higiene coletiva e sanitárias de prevenção a epidemias; Históricos, em relação a doenças com altas taxas de mortalidade

Percebemos, portanto, que embora não tenham sido todos os conhecimentos que se integraram e estiveram presentes nas representações descritivas das equipes, o fato de os mesmos já perceberem que todos os aspectos estão presentes na situação já é de grande valia, pois notaram a complexidade e a interdisciplinaridade, bem como a forma sistêmica da problemática e como os mesmos estão envolvidos nestas questões.

Na dimensão da aprendizagem significativa de Ausubel, é fundamental compreender o aluno como um sujeito que está concebendo sentidos e significados ao mundo real.

Neste sentido, a respeito da apresentação de correlação dos elementos investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares, foi reconhecida em 60% das atividades desenvolvidas em equipe, pois não foram todas as especialidades que de fato foram consultadas ao longo da IIR, em função da disposição dos professores no colégio, que auxiliaram de alguma forma nas discussões preestabelecidas, bem como, quando os docentes indicaram fontes de pesquisas e a equipe, por alguma razão, como dificuldade de acesso e interesse, não chegou a tais informações. Reiteremos que é uma prática comum na instituição na qual se deu a investigação, que alguns professores indiquem outros docentes ao longo de práticas compartilhadas, a fim de estabelecer relações entre conceitos e contextos. Porém, o professor pesquisador não esteve presente quando os integrantes das equipes abordaram os especialistas citados anteriormente. Quando analisadas as produções individuais do V epistemológico, essas representações complexas foram reconhecidas em apenas 16%, ou seja, em apenas 4 diagramas.

Por fim, como exposto por Cassanti (2006), na qual reconhece por meio de suas investigações que os docentes não dão importância à Microbiologia, sendo um reflexo dos obstáculos no desenvolvimento de recursos, estratégias e abordagens que a relacione com a realidade dos estudantes, se referindo a cenário abstrato para os mesmos. Capelleto (1992) enfatiza a relevância da problematização, bem como da realização das etapas da investigação científica, e do norteamento da observação.

Neste significado, as propostas práticas são essenciais para a compreensão, interpretação e assimilação dos conhecimentos, além da possibilidade da observação, discussão das hipóteses, inferir, formular e interpretar, fazer predições críticas por meio da análise de dados. Instigando o interesse pelo novo, da prática ativa, em uma sensação de

capacidade de explicar os fenômenos, acontecimentos e situações com base em sua experiência (BARBOSA; BARBOSA, 2010). Nesta perspectiva, a produção dos conhecimentos da biologia tem o papel de colaborar para que o cidadão tenha capacidade de mobilizar e organizar seus conhecimentos e estabelecer tratativas de interesse individual e coletivo, no contexto de responsabilidade com o meio na qual vive (KRASILCHIK, 2005).

Considerando os dados expostos e suas reflexões, é possível inferir que a abordagem didática desenvolvida nesta investigação teve seus objetivos alcançados e mostra-se relevante para mediações e discussões em relação a abordagens interdisciplinares em ensino de ciências, com propostas investigativas que desenvolvam conceitos, habilidades e competências a respeito de microbiologia com alunos do Ensino Médio.

Tal inferência é elaborada, uma vez que foi possível perceber o interesse e atitude entre as/os sujeitos de pesquisa a respeito dos assuntos abordados na IIR, a interação entre si com a equipe e com o professor pesquisador, ao colocarem suas próprias noções, desde as etapas iniciais de apresentação dos conhecimentos prévios compondo suas experiências pessoais, bem como ao longo das propostas, expondo elementos investigativos que foram sendo construídos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa investigação se inclui em um contexto de pesquisa ainda pouco explorado e em desenvolvimento. Conforme foi possível reconhecer nos levantamentos bibliográficos executados para esta pesquisa e em trabalhos de outros autores, poucas propostas investigadas com bases metodológicas científicas da Didática das Ciências se objetivam em proporcionar práticas Interdisciplinares com abordagens investigativas. Sendo assim, investigações deste caráter representam um campo frutífero e de grande complexidade.

A presente investigação foi expandida de maneira qualitativa, tendo como objetivo teórico, discutir os saberes docentes que são necessários para elaborar e propor práticas interdisciplinares e complexas, desenvolver situações e procedimentos nos quais os sujeitos de pesquisa reconheçam aspectos científicos envolvidos na prática cotidiana, bem como a promoções de situações de ensino que promovam nos alunos a elaboração e o reconhecimento de fenômenos interdisciplinares e que os guiem à aprendizagem complexa e significativa.

Para atingir tais objetivos, construímos uma Abordagem Didática a qual foi ofertada em um cenário de aprendizagem de dimensão construtivista, fundamentada em variados referenciais e organizada a partir da proposta da Ilha Interdisciplinar da Racionalidade por Fourez (1997).

Diante das análises dos dados foi possível compor algumas considerações a respeito deste trabalho.

Ao reconhecermos como base as definições teóricas elaboradas por pesquisadores do tema Microbiologia, bem como trabalhos empíricos que tratam de noções dos alunos, sujeitos desta pesquisa, percebemos, após a aplicação da abordagem didática, uma maior correspondência entre a compreensão das/dos participantes a respeito da temática de Microbiologia, o que nem sempre é consenso entre os pesquisadores da área.

O dado mais baixo em relação aos microrganismos, ainda refletindo do que foi encontrado nas atividades em equipe, se refere aos poucos indícios da relação dos microrganismos com o desenvolvimento biotecnológico, podendo ser justificado pela delimitação do problema proposto pela equipe, que teve como base para tal seus conhecimentos prévios ou por pesquisas restritas a livros didáticos desatualizados que não contemplam tais conhecimentos, ou quando pesquisado em meios digitais os alunos não empregaram essa possibilidade, bem como por obstáculos cognitivos de não estabelecer esses organismos como propulsores de novas práticas tecnológicas.

Considerações em relação aos conceitos de Microbiologia encontrados na atividade individual o V epistemológico, no que diz respeito a tipificação e caracterização dos microrganismos como prejudiciais à vida na Terra foram os que mais apareceram na proposta, como também já avistado na literatura, porém agora reconhecendo que os microrganismos podem ser patogênicos, enfatizando que não são só patogênicos, visto que praticamente a mesma quantidade de alunos também descreveu os microrganismos como agentes benéficos à vida na Terra, assim percebendo um avanço relevante a essas noções, que também podem ser justificadas pelos mesmos aspectos já reconhecidos.

Com relação à caracterização biológica, reconhecendo aspectos e processos elaborados pelos microrganismos ou procedimentos que os mesmos se aplicam, o elencamento no diagrama foi muito próximo ao desenvolvido ao longo das atividades em equipe, nos parecendo os conceitos, depois de vistos em equipe foram interiorizados também por alguns integrantes da equipe. O dado mais citado na proposta foi em relação à identificação correta cientificamente de algum microrganismo.

Ainda diante da proposta individual, o item de menor citação foi a respeito dos microrganismos, com o desenvolvimento biotecnológico, assim como também foi evidenciado nas atividades em equipe, podendo aferir que como não reconheceram ao longo das atividades em equipe poucos se recordariam na proposta individual.

Reconhecemos tais aspectos, como evidências de aprendizagem significativa dos alunos, sendo que os registros foram descritos ao longo das propostas, bem como no V epistemológico. De tal modo, percebemos que os princípios da aprendizagem significativa foram acontecendo ao longo da abordagem, a diferenciação progressiva, dessa maneira a hierarquização do corpo dos conhecimentos, a reconciliação integrativa quando novos conceitos em relação à temática vão se estabelecendo aos conhecimentos prévios, abrangendo constituições de relações e correlações entre os conceitos, a organização sequencial à medida que os alunos apresentam uma composição contínua dos conhecimentos, aspectos características ou unidades abordadas, expondo logicidade, gradualidade e continuidade, bem como a consolidação dos conhecimentos, os articulando em novas situações que foram propostas.

Em sequência analisamos as hipóteses de pesquisa a respeito da abordagem, tendo como base as definições teóricas elaboradas por pesquisadores de abordagens investigativas, complexidade e Interdisciplinaridade. Enfatizamos ainda o reconhecimento polissêmico na literatura, do conceito Interdisciplinaridade, definindo nossa investigação alinhada com os

preceitos teóricos dados à Interdisciplinaridade Educativa, desenvolvida para o ensino de Ciências.

Percebemos, durante e após a aplicação da abordagem didática, que tais hipóteses foram ocorrendo de modo sistêmico e espontâneo entre os sujeitos de pesquisa que tinham como objetivo apresentar as elucidações para a situação-problema reconhecida e elaborada por eles mesmos.

A produção e a delimitação do problema de pesquisa foram concluídas no tempo previsto, em duas aulas, por todas as equipes, sendo uma fonte norteadora das investigações em grupo, bem como nas produções individuais que se sucederam. Assim, reconhecemos que exposições e delimitações de problemas concretos elaborados pelos alunos são motivadores para a conclusão da proposta. Neste sentido, as construções das hipóteses que representam tentativas de resposta para a problemática anunciada, partindo das noções prévias dos sujeitos de pesquisa, foram percebidas praticamente em todas as etapas da abordagem, na qual os alunos apresentaram novos aspectos relacionados e integrados aos problemas propostos pelos mesmos. Logo notamos, como essencial, a sensibilização dos conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida, ato proposto pela aprendizagem significativa, na qual os conhecimentos vão sendo assimilados, construídos e organizados de modo a se tornarem uma rede mais complexa e elaborada.

A respeito da resolução da situação-problema, que partiu do ato investigativo, promoveu ações práticas de demonstrações, reflexão, discussão, explicação e relato. As respostas foram sendo construídas ao longo da abordagem e a elucidação total da problemática foi exposta ao final da sequência das etapas em um esquema decidido pelas equipes. Assim, as cinco equipes expuseram respostas coerentes com a delimitação da problemática, praticamente respondendo aos questionamentos em sua totalidade. Já em relação à exposição das respostas na proposta individual, no V epistemológico na 11ª e 12ª aulas, não foi garantida por todos, porém mais da metade dos alunos descreveu argumentos que responderam à problemática em sua totalidade. Os outros sujeitos de pesquisa também descreveram argumentos coerentes, no entanto respondendo de modo parcial a situação-problema. De tal modo, podemos reconhecer a importância de atividades em equipe, identificando o sentido colaborativo presente em propostas deste caráter.

No que se refere à investigação e a elencar os dados, reconhecemos que essa proposta reproduz a prática científica que proporciona o questionamento, a pesquisa e a resolução de problemas, propondo hipóteses e meios de investigação, objetivando apresentar explicações

para suas indagações. Assim, aprender os procedimentos e comportamentos torna-se tão significativo como a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos. A prática da investigação foi perceptível em todas as propostas ao longo das etapas da IIR, já no que se refere ao ato de elencar os dados reconhecidos na investigação, e relacioná-los à complexidade da situação, foi percebido em metade das propostas em equipe, e mais da metade elencou os itens investigados quando analisamos a proposta individual. Diante disto, reconhecemos que os argumentos investigados em equipe foram elencados na proposta individual.

Reconhecemos também a influência positiva de mediar os alunos, a que os mesmos explorem aspectos históricos, filosóficos e sociológicos, e reconheçam em tais a atuação e as relações da sociedade com o desenvolvimento científico. Aspectos reconhecidos praticamente nas mesmas frequências ao longo das atividades em equipe e na atividade individual, podendo com isso considerar os momentos históricos, as reflexões filosóficas e os movimentos sociais, com grande peso na contextualização e explicação dos significados dados às problemáticas. Reiteramos até as discussões feitas em que algumas equipes, e depois ao grupo todo, estabeleceram relação entre a revolta da vacina em 1904, momento histórico a respeito da imunização em massa da população, com o cenário atual, da existência de movimentos sociais antivacina, que ganham adeptos por meio das redes sociais, que não dão crédito e valor ao desenvolvimento dos processos científicos.

Reconhecemos que em abordagens Interdisciplinares deve haver garantias de que os alunos reconheçam que as situações, ou seja, o(s) fenômeno(s) investigado(s) seja(m) complexo(s) e assim interdisciplinar(es), investigando e construindo discussões, explicações e argumentos biofísicos, bioquímicos, histórico-sociológicos, e não respostas multidisciplinares, no qual os argumentos se mostram isolados, fragmentados, um enunciado químico, ou físico, ou biológico ou sócio-histórico.

Nossa abordagem garantiu a promoção de situações coerentes a fim de manter o desenvolvimento de avanços que integram os conhecimentos cognitivos e sócio-relacionais por parte dos estudantes e do professor pesquisador, visto que nas propostas em equipe ficou mais evidente que essas relações aconteceram, na qual os integrantes, apoiados por outros docentes da instituição, indicados ao longo da abordagem pelos mesmos alunos, contribuíram para as demonstrações e para as investigações. Já no V epistemológico, proposto com a finalidade de reconhecer alguns aspectos significativos, que foram abordados ao longo da IIR, percebemos que essas relações não foram tão apreciadas, pois somente quatro dos vinte e

cinco diagramas apresentavam argumentos que correlacionavam os elementos disciplinares investigados para chegar a conhecimentos interdisciplinares.

Nos dias de hoje, notamos a influência das informações vinculadas pela mídia, causando grandes prejuízos ao saber científico, uma vez que identificamos dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem no sentido da formação dos alunos em relação à sociedade em que vivemos. Em função da existência de conhecimentos prévios equivocados, a discussão de alguns temas relevantes no contexto atual acaba ficando comprometida.

Diante dos resultados expostos, reconhecemos que os sujeitos de pesquisa sentem muitas dificuldades no entendimento a respeito dos microrganismos e da complexidade das questões que os envolvem. Percebemos também que a maior noção dos alunos gira ao torno do quesito que os reconhece e os caracteriza como agentes benéficos ou prejudiciais à manutenção da vida na Terra, como também visto na literatura.

O uso de uma metodologia investigativa de ensino poderia ser um fator que contribuiu para que as noções alternativas, elaboradas pelos alunos também em seu cotidiano, fossem reformuladas para a adoção de uma aprendizagem mais coerente com os conhecimentos científicos. Mesmo assim, também reconhecemos equívocos ao final da abordagem, quanto à citação de vermes como sendo também microrganismos ou da classificação das bactérias como sendo “bichinhos”, por alguns alunos.

Relembramos que esta organização Interdisciplinar foi apoiada nos Saberes Docentes, em que considera alguns aspectos essenciais para o desenvolvimento da abordagem, tal e qual o reconhecimento das situações tidas como complexas à consideração dos conhecimentos prévios e do contexto dos alunos. Enfim, promovendo a aprendizagem significativa, ao método de investigação partindo de uma situação-problema, e não menos importante os conhecimentos disciplinares, nos quais o docente promove a caminho de entrelaçar os conhecimentos das disciplinas que compõem a problemática.

Esta investigação metodológica apresenta-se como um exemplo para o desenvolvimento dos conhecimentos da Ciência. Com isso, acreditamos que é preciso desenvolver novas práticas, abordagens e materiais alternativos que ajudem os docentes a transformar o processo de ensino e de aprendizagem convencional em um processo mais ativo, dinâmico e complexo. Que essa produção seja otimizada em investigações posteriores, buscando auxiliar na aprendizagem de Ciências.

Em se tratando de uma tradição de pesquisa do grupo IFHIECEM, vale ressaltar que investigações a respeito da Interdisciplinaridade, seus fundamentos, práticas e abordagens

continuam sendo pesquisadas, fato este por reconhecer sua relevância para o ensino de Ciências.

Como consideração final a ser colocada em relação a esta investigação, podemos expressar que novos questionamentos de pesquisa foram reconhecidos, como a formação e atuação docente, bem como o trabalho colaborativo dos mesmos em propostas interdisciplinares e a eficácia dos livros didáticos utilizados na educação básica que almeja interdisciplinaridade educativa, os quais nos motivam a realizar futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Formação reflexiva de professores – estratégias de supervisão**. Porto: Porto Editora, 1996.
- _____. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 58-68, 2012. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1913/941>>. Acesso em: 02 abr. 2018.
- ALCAMO, E.; ELSON, L. M. **Microbiologia: um livro para colorir**. São Paulo: Roca, 2004.
- AMARAL, I. A. Bases, obstáculos e possibilidades para a constituição de um novo paradigma da didática em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9., 1998, Águas de Lindoia, **Anais II...** São Paulo: FEUSP, 1998, p. 67-88.
- ANDRADE, J. P. **O ensino da microbiologia na educação básica: uma revisão de literatura**. 2016. 36 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2016.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- ANTUNES, C. H.; PILEGGI, M.; PAZDA, A. K. Por que a visão científica da Microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da Microbiologia no Ensino Médio? In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 3., 2012, Ponta Grossa, **Anais...** Ponta Grossa. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2799&q=1>>. Acesso em: 28 jul. 2018.
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CALUZI, J. J. R. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BACHELARD, G. **A epistemologia**. Lisboa: Edições 70, 2000.
- _____. G. Conhecimento comum e conhecimento científico. In: **Tempo Brasileiro**. São Paulo, n. 28, p. 47-56, jan./mar. 1972.

_____. **O novo espírito científico**. Tradução de Juvenal Hahne Júnior. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1968.

BARBOSA, F. H.; BARBOSA, L. P. J. L. Alternativas metodológicas em Microbiologia: viabilizando atividades práticas. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 10, n. 2, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.

_____. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2004. 229 p.

BATISTA, I.; LAVAQUI, V.; SALVI, R. F. Interdisciplinaridade escolar no ensino médio por meio de trabalho com projetos pedagógicos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 209-239, 2008.

BATISTA I. L.; SALVI, R. S. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação interrogativa. **Ensaio**, v. 8, n. 2, dez. 2006.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. 4. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

BETTANIN, E. **As ilhas de racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica**. 2003, 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BIZERRA, A. *et al.* Crianças pequenas e seus conhecimentos sobre os microrganismos. In: Encontro Nacional em Pesquisa em Educação e Ciências, 7, 2009. Belo Horizonte. **ABRAPEC**, 2009. Belo Horizonte, 2009. p. 1-13.

BIZZO, N. **Ciências**: Fácil ou difícil? 2. ed. São Paulo: Ática, 2008.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BOMBASSARO, L. C. **As fronteiras da epistemologia**: como se produz o conhecimento. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1992.

BRAGA, J. S., Professor titular de Microbiologia da UFC. **Água, Poluição e Doenças** (publicado em 18 de outubro de 2007). Disponível em: <http://www.adaufc.org.br/cst_docs_det.asp?co d=256>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BRANDÃO, L.; CORAZZA, M. J. **Produção de wiki**: uma ferramenta pedagógica para o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes do ensino médio. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/281-4.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BUSNARDO, F.; LOPES, A. C. Os discursos da comunidade disciplinar de ensino de biologia: circulação em múltiplos contextos. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 87-102, 2010.

BYBEE, R. W. Teaching science as inquiry. In: MINSTRELL, J.; VAN ZEE, E. **Inquiring into inquiry learning and teaching in science**. Washington: American Association for the Advancement of Science, 2000. p. 21-46.

BYRNE, J.; SHARP, J. Crianças, ideias sobre microrganismos. **Faculdade de Ciências**, v. 88, n. 322, set. 2006.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. **Perspectivas de ensino das Ciências**. Porto: Eduardo & Nogueira, 2000. p. 75.

_____. Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: contributos para uma nova orientação escolar – ensino por pesquisa. **Revista de Educação**, v. IX, n. 1, p. 69-79, 2000.

CAMPOS, M. C. D.; NIGRO, R. G. **Teoria e prática em ciências na escola: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 2009.

CAPELETTO, A. **Biologia e educação ambiental: roteiros de trabalho**. São Paulo: Ática, 1992.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. 9. ed. São Paulo: Cultrix, 2004.

CARRASCOSA, J. Análise da formação continuada e permanente dos professores de ciências ibero-americanos. In: MENEZES, L. C. (Org.) **Formação continuada de professores de ciências**. Campinas: Autores Associados, p. 7-44, 1996.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **A formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CASSANTI, A. C.; CASSANTI A. C.; ARAUJO, E. E.; URSI, S. **Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores**. 2006. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2008/microbiologia1.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

CHALMERS, A. F. O que é ciência afinal? Tradução de Raul Filker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHARLOT, B. A formação do educador-pesquisador. In: BERGER, M. A. (Org.). **A pesquisa educacional e as questões da educação na contemporaneidade**. Maceió: EDUFAL, 2010.

CONDE, T. T.; LIMA, M. M. de; BAY, M. Utilização de metodologias alternativas na formação dos professores de biologia no Ifro – Campus Ariqueme. **Labirinto**, n. 18, 2013. Disponível em:

<<http://www.periodicos.unir.br/index.php/LABIRINTO/article/viewFile/907/1069>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

COLOMBO, C. L.; SALINAS, J. S. ¿ES importante la epistemología de las Ciencias en la formación de investigadores y de profesores en Física? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 22, n. 3, p. 455-462, 2004.

DEL PRETTE, Z. A. P.; DEL PRETTE, A. Habilidades sociais: uma área em desenvolvimento. **Psicologia Reflexão & Crítica**, v. 9, p. 233-255, 1996.

DEWEY, J. **Vida e educação**. 6. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FARIA, W. de. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Ática, 1989.

FARIAS, M. E.; BANDEIRA, K. S. O uso das analogias no ensino de ciências e de biologia. Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 60-71, dez. 2009.

FAVARO, R. D.; DINIZ, R. E. S.; MAIA, I. G.; DOMINGUES, D. S. Engenharia genética e biologia molecular: possibilidades e limites do trabalho do professor de biologia do ensino médio. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2003. p. 1-11.

FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. São Paulo: Loyola, Coleção Educar. v. 13. 1991.

_____. **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

_____. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia**. 2. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1992.

_____. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**. São Paulo: Loyola, 1996.

_____. **Interdisciplinaridade: didática e prática de ensino**. ENDIPE, 2014.

_____. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 2. ed. Campinas: Papirus, 1995.

_____. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 10 ed. Campinas: Papirus, 2002. 143 p.

_____. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 2011.

FELIX, F. A.; NAVARRO, E. C. Habilidades e competências: novos saberes educacionais e a postura do professor. **Revista Interdisciplinar**, 2009.

FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JÚNIOR, C. A. C. Concepções alternativas dos estudantes sobre ligação química. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 5, n. 3, p. 19-27, 2010. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID118/v5_n3_a2010.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2018.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “fazer ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, 2008.

FERREIRA, S. A. L.; BRAHM M. T.; TEIXEIRA, C. C.; CORREA, A.P. A.; KUPLIČL, N. M.; LUCENA A. F.; ECHER I. C. Germes multirresistentes no pós-operatório de transplante renal. **Journal of Infect Control** 2013; 2 (3):130-134

FILHO, M. R. V. O professor como produtor de conhecimento sobre o ensino. In: CARVALHO A. M. P. **A formação do professor e a prática do ensino**. São Paulo: Biblioteca Pioneira, 1988. p. 61-65.

FOUREZ, G. **Alfabetisation scientifique et technique**. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Belgique: De Boeck Université, 1994.

_____. **Alfabetización científica y tecnológica**. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.

_____. Crise no ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2018.

_____. Crise no ensino de Ciências? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, ago. 2003.

_____. Fondements épistemologiques pour L'interdisciplinarité. In: LENOIR, R. F. **Les fondements de L'interdisciplinarité dans la formation à L'enseignement**. Canadá: Éditions du CRP/UNESCO, 2001.

_____. Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école. **Revue des sciences de l'éducation**, v. XXIV, n. 1, 1998. Disponível em: <<http://www.fundp.ac.be/institution/autser/interfaces/publications/gerard/txt/GF970618%20interdisc%20Lenoir.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

FOUREZ, G.; MATHY, P.; ENGLEBERT-LECOMTE, V. Un modèle pour un travail interdisciplinaire. **Aster**, v. 17, p. 119-140, 1993.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 20. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 40. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

FURIÓ, C., GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, A. M. P. de.; SALCEDO, L. E. La formación inicial del profesorado de educación secundaria: o papel de las didácticas específicas. **Investigación en la Escuela**, 16, p. 7-21, 1992.

FURMAN, M.; PODESTÁ, M. E. **La aventura de enseñar ciencias naturales**. Buenos Aires, Argentina: Aique, 2009.

GADOTTI, M. **Perspectivas atuais da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GAUTHIER, C. *et al.* **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas sobre o saber docente**. Tradução de Francisco Pereira. 3. Ijuí: Unijuí, 2013. p. 480. Coleção Fronteiras da Educação.

GIBBONS, M. **La nueva producción del conocimiento**: la dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas. Barcelona: Pomares-Corredor, 1997.

GIL-PÉREZ, D. Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 69-77, 1991.

GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J. Bringing pupils' learning closer to a scientific construction of knowledge: a permanent feature in innovations in science teaching. **Science Education**, v. 78, n. 3, p. 301-315, 1994.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS-CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, 2006.

GITTI, V. L.; SOUZA, M. P.; DIAS, A. P. M., LACERDA, F. K. D. Aprendendo com os microrganismos: uma proposta pratica. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, 2014. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/pratica-pedagogica/como-ensinar-microbiologia-426117.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

GOWIN, D. B. **Educating**. Ithaca: Cornell University Press, 1981.

_____. The structure of knowledge. **Education Theory**, v. 20, n. 4, p. 319-328, 1970.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. History and philosophy of science through three axes: a case in modern physics. In: **12th Biennial Conference International History, Philosophy, Science Teaching group**, 2013. Pittsburgh, EUA. Proceedings, 2013.

HAAS, C. M. A Interdisciplinaridade em Ivani Fazenda: construção de uma atitude pedagógica. **International Studies on Law and Education**, São Paulo, n. 8, 2011. Disponível em: <<http://www.hottopos.com/isle8/55-64Cel.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2014.

HECKHAUSEN, H. Disciplina e interdisciplinaridade. In: POMBO, O.; GUIMARÃES, H. M.; LEVY, T. (Org.) **Interdisciplinaridade. Antologia**. Porto: Campo das Letras, 1972. p. 79-90.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. Abrindo o tubo de ensaio: o que sabemos sobre as pesquisas em Divulgação Científica e Ensino de Microbiologia no Brasil? **Journal of Science Communication**, jun. 2009.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

KIMURA, A. H.; OLIVEIRA, G. S.; SCANDORIEIRO, S.; SOUZA, P. C.; SCHURUFF, P. A.; MEDEIROS, L. P.; BODMAR, G. C.; SARMIENTO J. J. P.; GAZAL, L. E. S.; SANTOS, P. M. C.; KOGA, V. L.; CYOIA, P. S.; NISHIO, E. K.; MOREY A. T.; TATIBANA, B. T.; NAKAZATO, G.; KOBAYASHI, R. K. T. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Revista Conexão UEPG**, v. 9, p. 254-267, 2013.

KLEIMAN, A. B.; MORAES, S. E. **Leitura e interdisciplinaridade**: tecendo redes nos projetos da escola. Campinas: Mercado das Letras, 1999.

KLEIN, J. T. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2001, p. 109-132.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

_____. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998. p. 45-75.

_____. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2001.

LIMBERGER, K. M. Investigando a contribuição de atividades experimentais nas concepções sobre microbiologia de alunos do ensino fundamental. In: **XII Reunião Bienal da Rede Pop.** 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.mc.unicamp.br/redpop2011/trabalhos/106.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2012.

LIMBERGER, K. M.; SILVA, R. M.; ROSITO, B. A. Investigando a contribuição de atividades experimentais nas concepções sobre Microbiologia de alunos do ensino fundamental. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PUCRS, 10., 2009. **Anais...** Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Biologicas/Educacao_em_Biologia/71426-KAREN_MARTINS_LIMBERGER.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2018.

LOURENÇO A. **Microbiologia**. 2008. Disponível em: <<http://www.microbiologia.vet.br>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

LÜCK, H. **Pedagogia interdisciplinar**: fundamentos teórico-metodológicos. 8. ed. Petrópolis: Vozes. 1994.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, N. J. **Educação**: projetos e valores. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2000. 158p.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Microbiologia de Brock**. 10. ed. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2004. 608 p.

_____. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MAFRA, P. **Os microrganismos no 1º e 2º ciclos do Ensino Básico**: abordagem curricular, concepções alternativas e propostas de atividades experimentais. Tese (Doutoramento). Braga: Instituto de Educação, Universidade do Minho. 2012.

- MAGALHÃES, M. A. D. **Aspectos relacionados ao ensino e aprendizagem de conteúdos de microbiologia no ensino médio**. 2007. 59 f. Monografia (Programa de Pós-graduação em Microbiologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- MAINGAIN, A.; DUFOUR, B. **Abordagens didáticas da interdisciplinaridade**. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.
- MARIOTTI, H. Complexidade e pensamento complexo: breve introdução e desafios actuais. **Rev. Port. Clin. Geral**, n. 23, p. 727-731, 2007.
- MARTINS, I. Alfabetização científica: metáfora e perspectiva para o ensino de ciências. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino em Física, 11, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2008.
- MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.
- MATTHEWS M. R. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Science & Education**. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.
- MENDONÇA, A. F. de; ROCHA, C. R. R.; NUNES, H. P. **Trabalhos acadêmicos: planejamento, execução e avaliação**. Goiânia: Faculdades Alves Faria, 2008.
- MENGA, L.; ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MILARÉ, T. A proposta metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em um curso de licenciatura em química: discutindo informações de corrente de e-mail. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 126-134, maio 2014.
- MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. Temas básicos da educação e ensino. São Paulo: EPU, 1986. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/ak2/jamalves/Abordagem.html>>. Acesso em: 10 set. 2012.
- _____. Os parâmetros curriculares nacionais: dos professores que temos aos que queremos. In: BICUDO, M. A. V.; SILVA JUNIOR, C. A. (Org.). **Formação do educador: avaliação institucional, ensino e aprendizagem**. São Paulo: Editora da UNESP, 1999. p. 46-49.
- MORAES, R. **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e Metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.
- MORAES, R. M. **Aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande – MS, 2005.
- MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em sala de aula: tendências para a Educação em Novos Tempos**. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.
- MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: _____ **Teorias da aprendizagem**. Cap. 10. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. p. 151-165.
- _____. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

_____. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <file:///C:/Users/Alunos/Downloads/569-1150-1-SM.pdf>. Acesso em: 12 set. 2017.

_____. Aprendizaje significativo crítico. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, México, n. 6, p. 83-101, 2005.

_____. Mapas conceituais & diagramas em V. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006. p. 103.

_____. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino. **R. B. E. C. T.**, v. 7, n. 2, maio-ago. 2014.

_____. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum, La Laguna**, Espanha, 2012.

_____. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Subsídios metodológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1. 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios10.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2017.

_____. Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin. São Paulo: E.P.U., 1990. 94p.

_____. **Uma abordagem cognitivista ao ensino de física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

MOREIRA, M. A., CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos, España, 1997. p. 19-44.

MOREIRA, M. A; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa – a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1981.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, S. M. Por uma aprendizagem significativa crítica humanizadora: contribuições possíveis de Freire. In: 2º ENAS – ENCONTRO NACIONAL DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 2008, Canela. **Anais de Resumos...** Canela, 2008. p. 91-101.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002a.

_____. **Ciência com consciência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.

_____. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

_____. **Ciência com consciência**. Tradução de Maria de Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

_____. **Complexidade e transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do Ensino Fundamental**. Natal: Editora da UFRN, 1999.

_____. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios.** São Paulo: Cortez, 2002b. 102 p.

_____. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios.** São Paulo: Cortez, 2007.

_____. **Introdução ao pensamento complexo.** 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

_____. **Introdução ao pensamento complexo.** 5. ed. Porto Alegre, Brasil: Sulina, 2015.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MOURA, G. R. S.; VALE, J. M. F. O ensino de Ciências na 5ª e na 6ª série do Ensino Fundamental. In: NARDI, R. (Org.). **Educação em Ciências, da Pesquisa a Prática Docente.** São Paulo, Escrituras, 2002.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Integração curricular por áreas com extinção das disciplinas no Ensino Médio: uma preocupante realidade não respaldada pela pesquisa em ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 1403, 2014.

NATIONAL CURRICULUM COUNCIL. **Science in the National Curriculum.** NCC, York, 1988.

NAVARRO E. C.; SILVA, O. G. A relação professor-aluno no processo ensino-aprendizagem. **Interdisciplinar. Revista Eletrônica da Univar**, v. 3, n. 8, p. 95-100, 2012.

NETO L. S.; VASCONCELUS, M. T. O. Aspectos da construção do conhecimento sobre microbiologia no ensino fundamental II. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 1, jan./abr. 2017.

NEVES, C. I. Saberes docentes: três abordagens que se completam. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery**, n. 13, jul./dez. 2012.

NOVAK, J. D. Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Lisboa: Plátano Técnicas, 2000.

_____. Matérias de pesquisa em ensino de física: estratégias metacognitivas para ajudar alunos a aprender a aprender. Tradução de Marco Antonio Moreira. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 32-36, abr. 1989.

_____. **Uma teoria da educação.** São Paulo: Pioneira, 1981.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca, 1988.

_____. Learning how to learn. New York, NY: Cambridge University Press, 1984. 199 p.

NÓVOA, A. **A formação contínua de professores: realidades e perspectivas.** Aveiro: Universidade de Aveiro, 1991.

_____. **Desafios do trabalho do professor no mundo contemporâneo.** São Paulo: 2007.

_____. Os professores e as histórias da sua vida. In: _____. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 1995.

_____. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 1992.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação & Sociedade**, n. 74, p. 27-42, 2001.

OLIVEIRA, N. F.; AZEVEDO, T. M.; NETO, L. S. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 260-276, jan./abr. 2016.

OLIVEROS, P. B.; SILVEIRA, M. L.; ARAÚJO, M. F. Concepções espontâneas sobre vírus dos alunos do 6º ao 9º ano. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0346-1.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

OVIGLI, D. F. B. Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Diminuindo distâncias entre universidade e escola pública. **Experiência em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 145-158, 2010.

OVIGLI, D. F. B.; SILVA, E. B. Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Aproximando universidade e escola pública. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2009, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/4%20Ensinodebiologia/Ensinodebiologia_Artigo5.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2018.

PALMADE, G. **Interdisciplinaridade e ideologias**. Madrid: Narcea, 1979.

PELCZAR JR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia**: conceitos e aplicações. Tradução de Celso Vataru Nakamura. São Paulo: Makron Books, 1996.

PENA, S. D. **Nós, as bactérias**. Genômica permitirá mapear os trilhões de microrganismos que habitam nosso corpo. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/97620>>. Acesso em: 27 mar. 2012.

PERES, C. M.; VIEIRA, M. N. C. M.; ALTAFIM, E. R. P.; MELLO, M. B.; SUEN, K. S. Abordagens pedagógicas e sua relação com as teorias de aprendizagem. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 249-55, 2014. Disponível em: <<http://revista.fmrp.usp.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

PÉREZ-GÓMEZ, A. A função e formação do professor/a no ensino para a compreensão. In: GIMENO, J.; GÓMEZ, A. **Compreender e transformar o ensino**. Tradução de Ernani F. da Fonseca Rosa. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 353-75.

PESSOA, T. M. S. C.; MELO, C. R.; SANTOS, D. R.; CARNEIRO, M. R. P. Percepção dos alunos do Ensino Fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano. **Scientia plena**, v. 8, n. 4, 2012.

PETRAGLIA, I. C. A educação e a complexidade do ser e do saber. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

_____. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber.** 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

_____. **E. Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber.** 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

PIETROCOLA, M.; NEHRING, C. M.; SILVA, C. C.; TRINDADE J. A.; LEITE, R. C. M.; PINHEIRO, T. F. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 99-122, mar. 2000.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: _____ (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente.** São Paulo: Cortez, 1999.

_____. **O estágio na formação de professores: unidade teórica e prática.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

POLOP, R. de. El área de ciencias naturales: concepciones epistemológicas y diálogo pedagógico. **Cuartas jornadas nacionales de enseñanza de la biología – Memorias.** Córdoba: Asociación de Docentes de Ciencias Biológicas de la Argentina, 1999, p. 46-59.

POMBO, O. Epistemologia de la interdisciplinaridade: la construcción de um nuevo modelo de comprensión. **Interdisciplina I**, v. 1, n. 1, p. 21-50, 2013.

PONTES NETO, J. A. S. Sobre a aprendizagem significativa na escola. In: MARTINS, E. J. S. *et al.* **Diferentes faces da educação.** São Paulo: Arte & Ciência Villipress, 2001. p. 13-37.

POSTGATE, J. **Os micróbios e o homem.** Lisboa: Editora Replicação, 2002.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. Teaching as a subversive activity. New York: Dell Publishing Co., 1969. p. 219.

POZO, J. I. **Teorías cognitivas del aprendizaje.** Madrid: Morata, 1989.

PRADO, I. C.; RODRIGUES, T. G.; HOURI, S. Metodologia do ensino de microbiologia para o Ensino Fundamental e Médio. In: **Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica e Encontro Latino-Americano de Pós-graduação**, 2004, Paraíba. **Anais...** Paraíba, 2004. p. 127-129.

RAHMEIER, G. L. L. *et al.* Proposta de atividade experimental com materiais alternativos envolvendo os temas água e microrganismos. **Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2011. **Anais...** v. 3, n. 1, 2011.

RIBEIRO, M. A. R. Lições para a história das ciências no Brasil: Instituto Pasteur de São Paulo. **História, Ciências, Saúde — Manguinhos**, III (3):467-484, Nov. 1996-Feb. 1997.

ROSSASI, L. B.; POLINARSKI, C. A. **Reflexões sobre metodologias para o ensino de Biologia: uma perspectiva a partir da prática docente.** 2007. 25 f. Monografia (Programa de Desenvolvimento Educacional) – Unioeste, Paraná, 2007.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SANTOS, A. S.; COSTA, I. A. S. Prática investigativa: experimentando o mundo da microbiologia. In: II SEMINÁRIO NACIONAL DO ENSINO MÉDIO. UERN/ Mossoró – RN, 2012. Disponível em: <http://www.repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/11855/1/GD16_trabalhocompleto_adrianasantos_ivaneidecosta%20%282%29.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

SANTOS, C. D.; FRANCO R. A.; LEON D.; OVIGLI D. B.; JUNIOR P. D. C. Interdisciplinarity in education: overcoming fragmentation in the teaching-learning process. **International Education Studies**, v. 10, n. 10, 2017.

SANTOS, V. P. **O fazer na sala de aula**: didática, metodologia ou nada disso? Unibarretos. Disponível em: <<http://www.unibarretos.edu.br/v3/faculdade/imagens/nucleo-apoio-docente/pesquisa%20sala%20de%20aula6.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2014.

SAVIANI, D. Os saberes implicados na formação do educador. In: BICUDO, M. A.; SILVA JUNIOR, C. A. (Org.). **Formação do educador**: dever do Estado, tarefa da Universidade. São Paulo: Unesp, 1996.

SCHMITZ, C. **Desafio docente**: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares. 2004. 277 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2004.

SCHNEIDER, H. N. **Um ambiente ergonômico de ensino-aprendizagem informatizado**. Tese (Doutorado) – UFSC, 2002.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

_____. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. A formação de conceitos científicos em aulas de campo: as possibilidades de aprendizagem segundo Piaget e Vigotski. In: ARAUJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (Org.). **Práticas integradas para o ensino de biologia**. São Paulo: Escrituras, 2008. p. 189-203.

SEVERINO, A. J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2001.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade experimental problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, 2015. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID290/v10_n3_a2015.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química**: reflexões de um grupo de professores. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA JR, E. A. da. **Manual de Controle Higiênico-Sanitários em Serviços de Alimentação**. 6. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1995.

SILVA, M. S.; BASTOS, S. N. D. Ensino de microbiologia: percepções de docentes e discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. In.: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE, 3., 2012, Niterói. Disponível em: <<http://www.ensinosaudeambiente.com.br/eneciencias/anaisiiieneciencias/trabalhos/T114.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

SILVEIRA, M. L.; OLIVEROS, P. B.; ARAÚJO, M. F. F. Concepções espontâneas sobre bactérias de alunos do 6º ao 9º ano. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, São Paulo. **Resumos**. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0347-1.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2018.

SOMMERMAN, A. **A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade como novas formas de conhecimento para a articulação de saberes no contexto da ciência e do conhecimento em geral**: contribuição para os campos da Educação, da Saúde e do Meio Ambiente. 2012. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SOUTO, E. K. S. C.; SILVA, L. S. da; SODRÉ-NETO, L.; SILVA, F. C. L. A utilização de aulas experimentais investigativas no Ensino de Ciências para abordagem de conteúdos de Microbiologia. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, 2015. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID275/v10_n2_a2015.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

SOUZA, M. V. A. R.; RUMJANEK, V. M. B. D. **Estudos de caso**: diferentes visões sobre os microrganismos. 2001. 170 f. Dissertação (Mestrado em Química Biológica, Modalidade Educação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

STENHOUSE. L. **La investigación como base de la enseñanza**. Tradução de Guillermo Solana. Madrid: Morata, 1987. 183p.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2002.

_____. **Saberes docentes e formação profissional**. 16. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TOLEDO, A. G.; POERSCH, K. M.; NASCIMENTO, J. E.; LIMA, B. G. T. de. Estudo da Microbiologia e sua relação no cotidiano do aluno a partir da temática Saúde. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.ensinosaudeambiente.uff.br/index.php/ensinosaudeambiente/article/view/411/21>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

VASCONCELLOS, C. S. **Para onde vai o professor?** Resgate do professor como sujeito de transformação. 10. ed. São Paulo: Libertad, 2003.

VIEIRA, V. Construindo saberes: aulas que associam conteúdos de genética a estratégias de ensino-aprendizagem. **Revista Práxis**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 59-63, jan. 2010.
WACHOWICZ, L. A. **Pedagogia mediadora**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

YOUNG, M. Para que servem as escolas? **Revista Educação & Sociedade**, Campinas, v. 28, n. 101, p. 1287-1302, se./dez. 2007.

ZABALA A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998. p. 27.

_____. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre, RS: Artmed, 2002.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores**: ideias e práticas. Lisboa: Educa, 1993.

_____. **O professor reflexivo**. In: Reunião Nacional da ANPED. Caxambu, 1997.

ZÔMPERO, A. F. Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microrganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino-aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 4, n. 3, p. 31-42, 2009.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

IIR – Abordagem didática

Alunos:	
Data:	
Equipe:	
Prof.	Diogo da Silva
Disciplina	Biologia

Aula 1 e 2: Refletindo ao meu redor.

1. Leitura do texto 1 em anexo. Gigantes e Invisíveis, Revista **Ciência Hoje**, nº 323, Vol. 54, pag. 36 a 40. Mar. 2015. (Anexo 1)
 Textos de apoio: De inimigos a aliados, Revista **Ciência Hoje**, ago. 2017 e Parceria contra câncer e bactérias patogênicas, Revista **Ciência Hoje**, jun. 2017. (Anexo 2)
2. Discussão em equipe e escolha dos redatores.
 Objetivo: Após a leitura e reflexão do texto, reconhecer e descrever (redator 1), em itens o assunto, aspectos e características já conhecidas pelos integrantes da equipe, estabelecendo um paralelo entre o que foi abordado no texto com os conhecimentos da equipe.
3. Identificar possíveis hipóteses que possam justificar a origem a manifestação e o desenvolvimento da situação apresentada no texto.
4. Escolha do redator 2, que ficará responsável pela produção de um diário de bordo, que deve conter as principais atividades desempenhadas pela equipe, por aula, bem como as considerações e estratégias de aprendizagem dos integrantes da equipe, e indicações de futuros trabalhos.

Alunos:	
Data:	
Equipe:	
Prof.	Diogo da Silva
Disciplina	Biologia

Aula 3 e 4: O problema é meu?!

“Já sabemos há muito tempo que micróbios habitam nossas casas e nosso corpo. Pesquisadores chegaram à conclusão de que uma casa comum costuma ter mais de dois mil tipos diferentes de fungos e que seu tipo varia de acordo com a localização da residência. Eles descobriram ainda uma média de sete mil bactérias diferentes por casa. Algumas delas estão relacionadas à pele humana, e espécies ligadas a fezes”.

Fonte: Os micróbios estão em toda parte.

<<http://www.portalsaudenoar.com.br/os-microbios-estao-em-toda-parte/>. 16/09/2015>. Acesso em: 16 abr. 2018

5. Baseados nos levantamentos anteriores, o objetivo agora é escrever uma situação problema integrando as características já apresentadas. A fim de expressar os aspectos mais relevantes para a equipe em relação ao tema estudado e aos conhecimentos dos alunos, caso percebam necessidade, a equipe pode acrescentar novas propriedades ainda não consideradas, e realizar pesquisas complementares.
6. Após a elaboração da problemática, a equipe estabelece, de modo descritivo:
 - O(s) assunto(s), tema(s) e conteúdo(s) que deverão ser investigados a fim de elucidar ou apresentar hipóteses em relação à problemática apresentada pela equipe;
 - Define os meios e os materiais de investigação;
 - Divisão das tarefas de pesquisa;
 - Indicação do tempo que será destinado a pesquisas individuais.

PROBLEMA
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
ASSUNTO(S), TEMA(S) e CONTEÚDO(S)
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
RECURSOS E MATERIAL DE INVESTIGAÇÃO
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
DIVISÃO DE TAREFAS
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
INDICAÇÃO DE TEMPO DE PESQUISA
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

7. Início das investigações.

Alunos:	
Data:	
Equipe:	
Prof.	Diogo da Silva
Disciplina	Biologia

Aula 5 e 6: O problema é nosso!

Podemos perceber que essa problemática envolve muitos aspectos, características até que necessitem da contribuição de outras especialidades e especialistas que poderão corroborar com a investigação.

8. O objetivo agora é de abordar conhecimentos específicos, chamados aqui de caixas-pretas, e abri-las de modo que esses conhecimentos específicos componham a(s) resposta(s) ou hipóteses para o desafio.
9. A equipe pode determinar a necessidade de especialidades e de visita a especialistas que poderão contribuir para a solução ou a apresentação de hipóteses da problemática.

Alunos:	
Data:	
Equipe:	
Prof.	Diogo da Silva
Disciplina	Biologia

Aula 7 e 8: Do abstrato ao concreto.

“Os limites do meu mundo são os limites da minha linguagem”

Wittgstein

10. Nesta etapa, o objetivo é unir as pesquisas individuais bem como estabelecer relação e integração entre o que foi investigado e encontrado e identificar novos fatos que poderão interferir na investigação ou na apresentação dos resultados.
11. Etapa que poderá desenvolver práticas laboratoriais e de campo, visitas entrevistas ou outros meios de investigação coletiva.
12. Início da elaboração de um esquema, a ser definido pela equipe, que abordará resposta(s), hipótese(s) e outras variáveis em relação à problemática da equipe.

ESQUEMA 1

Alunos:	
Data:	
Equipe:	
Prof.	Diogo da Silva
Disciplina	Biologia

Aula 9 e 10:

O mundo dos micro-organismos é tão imperceptível aos nossos olhos que em geral esquecemos que eles existem. Às vezes, no entanto, temos que lidar com os problemas que o contato com alguns deles pode nos trazer ou não damos importância na influência desses agentes em nossa rotina.

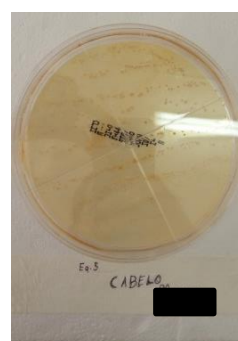
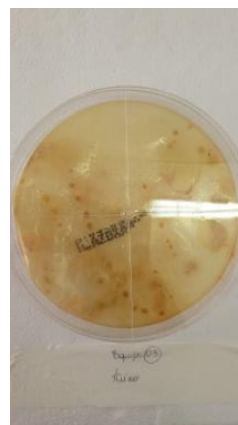
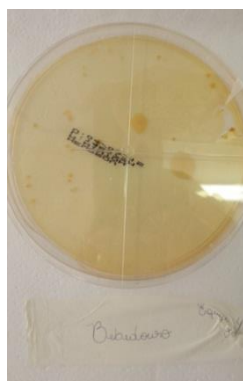
13. Continuação e término do esquema que será apresentado respondendo ou apresentando hipótese(s) da investigação em relação à problemática elaborada durante a aula 3.
14. Para toda a turma, apresentação da problemática, assim como da(s) resposta(s) e hipótese(s) da equipe por meio do esquema já produzido.
15. Apresentação do V epistemológico pelo professor e produção do mesmo em equipe.

APÊNDICE 2

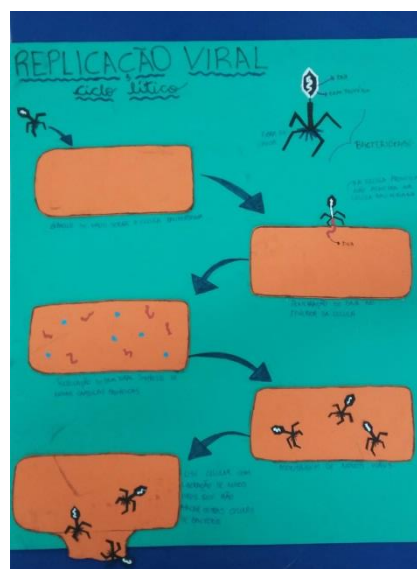
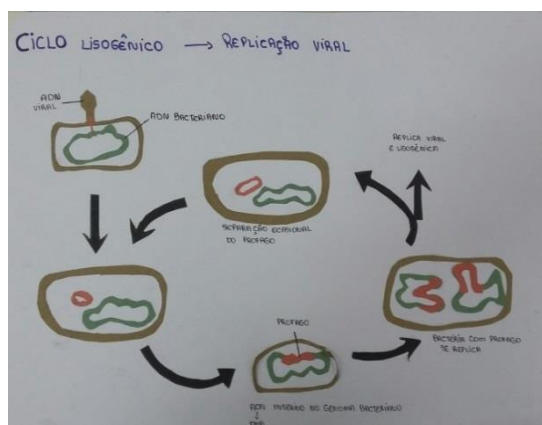
Situações problemas produzidas pelas equipes nas aulas 2 e 3

EQUIPE 1	EQUIPE 2	EQUIPE 3	EQUIPE 4	EQUIPE 5
<p>Questões-foco</p> <p>O que são e quais as características dos micróbios? Quem pertence a esse grupo? São maléficos? E se forem quais são? São reprodutores de patologias? Quando eles surgiram e como evoluíram? Qual a sua constituição celular? Qual seu habitat e do que se alimentam?</p>	<p>Questões-foco</p> <p>Como as doenças eram vistas na antiguidade? E na atualidade, reconhecendo os avanços científicos, como a população reconhece as doenças, bem como lida com seus meios de prevenção? O que são? E quem são os micróbios?</p>	<p>Questões-foco</p> <p>Após várias pesquisas vimos que antigamente os microrganismos eram vistos como uma ameaça à vida humana. Atualmente, como são reconhecidas essas ameaças e quais são os benefícios os mesmos podem trazer para a humanidade? Quais são esses microrganismos, como se comportam e suas principais características.</p>	<p>Questões-foco</p> <p>De acordo com o avanço da ciência, foi possível descobrir que os microrganismos estão presentes em nossas vidas há mais tempo do que podemos imaginar. Com o decorrer foram classificados como vírus, e nos reinos Monera, Protista e Fungi. Como esses microrganismos podem ajudar o ser humano? Quais são seus benefícios e malefício? De modo geral quais são suas funções</p>	<p>Questões-foco</p> <p>Os grupos dos microrganismos são extenso, cada um com suas particularidades morfológicas. Assim como quase tudo existente houve uma evolução ao longo da história denotando no controle de determinados microrganismos os quais eram maléficos, esse controle se dá hoje graças a criação de vacinas. Sabe-se também que grandes alvos dos microrganismos são os seres humanos e outros seres vivos. Quais são os pertencentes a este grupo, quais os grupos, o que as compõe morfológicamente e fisiologicamente, como foi sua evolução ao longo da história, como é a produção e a ação da vacina e quais os principais alvos atacados pelos microrganismos?</p>

EQUIPE 4



EQUIPE 5



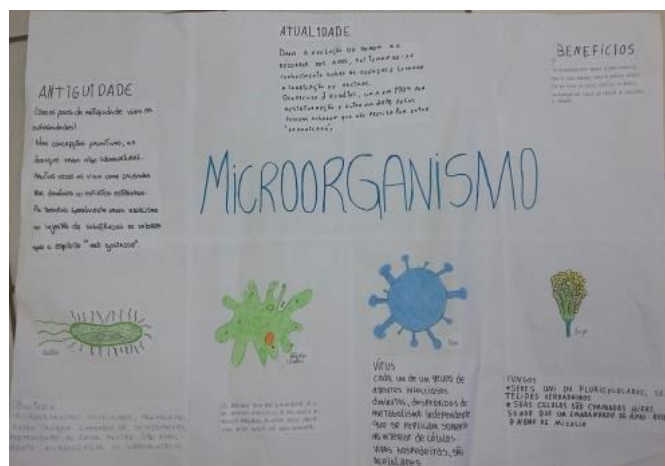
APÊNDICE 4

Esquemas didáticos elaborados e apresentados pelas equipes nas aulas 9 10 que apresentem resposta(s) para a problematização.

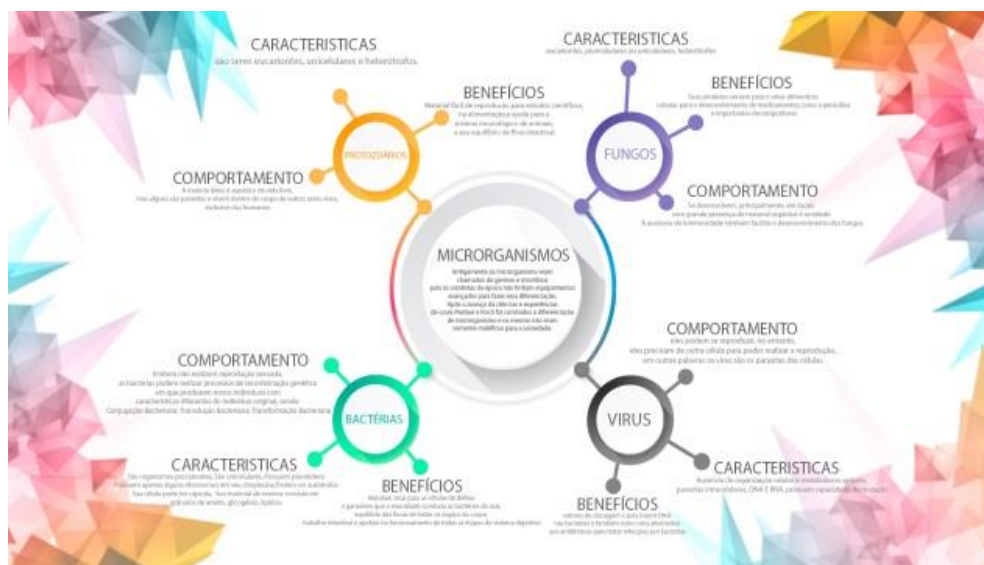
EQUIPE 1



EQUIPE 2



EQUIPE 3



EQUIPE 4

COMO ESSES MICROORGANISMO AJUDAM O SER HUMANO?

Bactérias

- Fermentadoras, participam a produção de iogurtes, queijos, vinho, amido entre outros.
- Microbióticas em nosso intestino, várias bactérias decompo resíduos orgânicos que não foram bem digeridos e formam os gases que eliminamos ao respirar.
- Importância ecológica: elas fazem a decomposição da matéria orgânica no planeta da natureza.
- As bactérias também são úteis para fixar nitrogênio no solo.



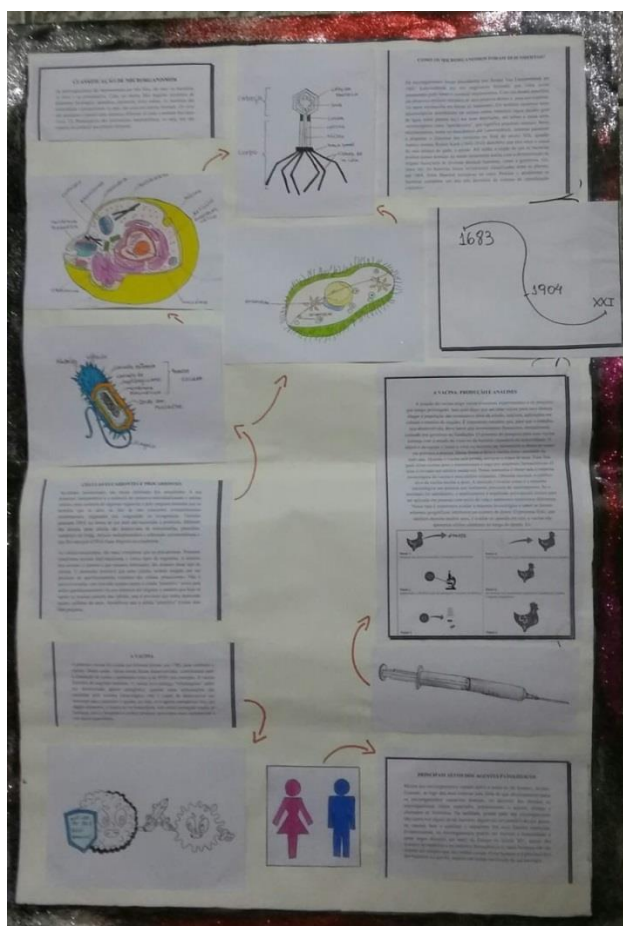
Vírus

- Importantes no biólogo, também são usados como vetores de clonagem.
- Antiviróticos para tratar infecções por vírus.
- Alguns podem ser usados até como fonte de energia.

Bacteriófagos

- Atuam como inseticidas biológicos.
- Atuam como modelo no biólogo celular.
- São elementos genéticos, em diversos casos são usados.
- Fontes de proteínas valiosas.

EQUIPE 5



The collage consists of several interconnected elements:

- Top Left:** A diagram of a bacteriophage with labels for its head, tail, and tail fibers.
- Top Right:** A diagram of a cell with various organelles labeled.
- Middle Left:** A diagram of a bacterium with labels for its cell wall, flagella, and other structures.
- Middle Right:** A diagram of a virus with labels for its capsid and tail.
- Bottom Left:** A diagram of a syringe.
- Bottom Center:** A diagram of a human figure with a red arch above it, similar to the one in Equipe 4's work.
- Bottom Right:** A diagram showing the interaction between a bacteriophage and a bacterium.
- Text Boxes:** Several boxes containing text, likely from scientific papers or articles, discussing microbiology.
- Timeline:** A curved arrow indicating the years 1683 and 1904, with the Roman numeral XXI below it.

APÊNDICE 5

Um exemplar do V epistemológico.

Domínio conceitual	Questões-foco	Domínio metodológico																				
<p>Filosofia: Os conhecimentos da microbiologia estão restritos pelo progresso das tecnologias em relação à biotecnologia e a microscopia.</p> <p>Teorias: Microrganismo, como uma forma de vida que não podem ser visualizados sem auxílio do microscópio.</p> <p>Robert Hooke (1669) e Anton Van Leeuwenhoek (1673), precursores da invenção e aprimoramento do microscópio. Ferdinand Cohn, Louis Pasteur e Robert Koch sec. XIX, como fundadores da compreensão da microbiologia.</p> <p>Whittaker (1969) classifica os microrganismos nos Reinos monera, Protocista e Fungi, de acordo com suas características específicas. Considerando os seres vivos como celulares, teoria celular do sec. XIX de Schleiden e Schwann, assim classifica os seres vivos em cinco reinos. Os vírus, identificados por Dmitri Lwanowski e Martins Beijerinck em 1892 e 1898 como sendo acelular, uma exceção à teoria celular, somente visualizados na década de 1940 por meio de microscópio eletrônico.</p>	<p>O que são e quais as características dos micróbios? Quem pertence a esse grupo? São maléficos? E se forem quais são? São reprodutores de patologias? Quando eles surgiram e como evoluíram? Qual a sua constituição celular? Qual seu habitat e do que se alimentam?</p>	<p>Assertão de valor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobre a diferenciação de microrganismos, seus constituintes e sua diferenciação por microrganismos patogênicos, não sendo eles em condições de vida. • Identifica como preservar e curar os doenças ex. Vacinas para prevenção dos vírus e Antibióticos para cura doenças bacterianas. • Tratamento de água/esgoto, saneamento, preservação de alimentos, preservação de doenças fúngicas e protozoárias. • Muitos fungos, por que os humanos precisam se relacionar como floras - como - sem que eles sejam parte do corpo humano. 																				
<p>↕ interação ↕</p>																						
<p>PROPRIEDADES: microrganismos são seus muito pequenos, a maioria não é visível a olho nu. Os vírus são acelulares, parasitas intracelulares obrigatórios, começaram a ser estudados no séc. XIX, contendo um RNA ou DNA, mas são geneticamente (muitos) como dengue, gripe e AIDS e são a base fundamental de organismos multicelulares. As bactérias existem há mais de 4 bilhões de anos, convivem com o ambiente, digestão, reprodutores de patógenos como meningite e tuberculose sendo tratados com antibióticos. Existem em todo o planeta e podem ser quimiotaxia ou heterotróficos. Os protozoários começaram a ser estudados em 1828, são organismos unicelulares em seu ciclo, organismos dependentes, alguns se alimentam por parasitismo, são eucariontes.</p> <p>Fungos são os primeiros a ser identificados, já no séc. XVIII, com um como mofos e outros podem ser fonte de alimentos, até normalmente se encontra em corpos alimentados. São eucariontes.</p>		<p>ASSERÇÃO DE CONHECIMENTO: Os seres vivos se fazem presentes em novos locais sendo em muitos casos plasmáticos. Vírus, Bactérias, fungos e protozoários pertencem a esse grupo, porém são diferentes em suas constituições. Os vírus não tem células, bactérias têm procariontes, fungos e protozoários são eucariontes. Em alguns e em parte são maléficos pelos seus respectivos patógenos, porém alguns são benéficos. As bactérias fazem fermentação, vírus podem nos causar, fungos são fonte de alimentos, etc. cada um tem um lugar no sistema de equilíbrio e em caso de exclusão são Bactérias, protozoários, vírus e fungos (ordem de identificação). Estes presentes em todo parte do mundo e se alimentam de floras, animais, e alguns eucariontes e outros auto-troféicos.</p>																				
<p>CONCEITO: MICRORGANISMOS, VIRUS, BACTÉRIAS, PROTOZOÁRIOS, FUNGOS, BIODIVERSIDADE/MALÉFICOS, PATOLOGIAS, ECOLOGIA, HABITAT, ALIMENTAÇÃO.</p>	<p>Evento/Objetivo:</p> <p>↳ Pesquisa sobre de como surgiram em outros habitats, mapas conceituais, produção de modelos em 3D (carnes, vírus no microscópio) resumo de texto de pesquisas, e sua do tempo</p>	<p>TRABALHOS:</p> <p>linha do tempo de identificação e surgimento</p> <p>Bactérias Fungos Vírus</p> <p>ano milênio século década ano</p> <table border="1" data-bbox="869 1568 1412 1814"> <thead> <tr> <th>VIRUS</th> <th>BACTÉRIAS</th> <th>FUNGOS</th> <th>PROTOZOÁRIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1ª forma celular</td> <td>Procariontes + unicelulares</td> <td>de diatom em grupos</td> <td>Celularmente unicelulares</td> </tr> <tr> <td>Encontra-se inicialmente em células eucariontes</td> <td>Antes e depois</td> <td>unicelulares + pluricelulares</td> <td>Antibióticos</td> </tr> <tr> <td>sem genes de DNA vinculo</td> <td></td> <td>heterotrofos</td> <td>Antibióticos</td> </tr> <tr> <td>transmissão</td> <td></td> <td>unicelulares</td> <td>Antibióticos</td> </tr> </tbody> </table> <p>REGISTRO: Características e diferenças de microrganismos - definição viral celular e eucariontes. Ordem de identificação. Patologias dos microrganismos, preservação e tratamento.</p>	VIRUS	BACTÉRIAS	FUNGOS	PROTOZOÁRIOS	1ª forma celular	Procariontes + unicelulares	de diatom em grupos	Celularmente unicelulares	Encontra-se inicialmente em células eucariontes	Antes e depois	unicelulares + pluricelulares	Antibióticos	sem genes de DNA vinculo		heterotrofos	Antibióticos	transmissão		unicelulares	Antibióticos
VIRUS	BACTÉRIAS	FUNGOS	PROTOZOÁRIOS																			
1ª forma celular	Procariontes + unicelulares	de diatom em grupos	Celularmente unicelulares																			
Encontra-se inicialmente em células eucariontes	Antes e depois	unicelulares + pluricelulares	Antibióticos																			
sem genes de DNA vinculo		heterotrofos	Antibióticos																			
transmissão		unicelulares	Antibióticos																			

ANEXOS

ANEXO 1

Gigantes e Invisíveis, Revista **Ciência Hoje**, nº 323, Vol. 54, p. 36 a 40. Mar. 2015.

02/05/2018

Edição 323

Página 19 / 38

invisíveis

Basic HTML Version

O mundo dos micro-organismos, como bactérias e fungos, é tão imperceptível aos nossos olhos que em geral esquecemos que eles existem. Às vezes, no entanto, temos que lidar com os problemas que o contato com alguns deles pode nos trazer. É o caso das manchas na pele e coceiras trazidas por uma micose, da disenteria que aparece repentinamente ou de infecções mais sérias em diversos órgãos. Com os vírus não é diferente: o primeiro assunto que surge quando se fala neles são as doenças que causam, como gripe, sarampo, dengue e muitas outras.

Ao contrário do que muitos pensam, porém, a maioria dos vírus (e também das bactérias e dos fungos) não traz problemas de saúde para os seres humanos. No caso dos vírus, eles estão presentes nos mais diversos lugares do planeta, exercendo importantes papéis ecológicos. Esses pequenos parasitas são estudados há mais de um século, mas na última década os cientistas têm descoberto novidades que trouxeram extraordinárias mudanças para a microbiologia.

Os vírus, de modo geral, apresentam estruturas bastante simples, sendo compostos pelo material que carrega informação genética (DNA ou RNA) envolto em uma estrutura formada por proteínas. Isso os diferencia de outros organismos (denominados celulares), formados por células únicas (como as bactérias) ou pelo agrupamento de células (como plantas e animais).

Eles sempre foram descritos como agentes infecciosos muito pequenos, que seriam menores que qualquer organismo celular. Para se ter uma ideia, para visualizar os vírus os cientistas geralmente usam microscópios com tecnologia avançada – os microscópios eletrô- >>>

ciênciahoje | 323 | março 2015 | 37



microbiologiaambiental

nicos, que usam feixes de elétrons e campos magnéticos para produzir ampliações das amostras muito superiores às obtidas em microscópios ópticos. Já as bactérias e os fungos são facilmente visualizados em microscópios mais simples, que utilizam luz e lentes tradicionais.

Essa história, porém, está mudando. Desde que o primeiro vírus gigante foi descoberto, por um grupo de biólogos da Universidade Aix-Marseille (França), liderado por Bernard La Scola, e descrito na revista científica *Science* em 2003, muito do que se sabia sobre esses agentes microscópicos está sendo reavaliado. Vale dizer que esses vírus também são microscópicos, mas são chamados de 'gigantes' porque sua estrutura pode ser até 75 vezes maior, em diâmetro, do que alguns dos vírus já descritos (como os do resfriado ou da poliomielite).

Foi esse tamanho exagerado que, em 1992, espantou o microbiologista inglês Timothy Rowbotham e seus colegas ao estudar amostras obtidas de uma torre de resfriamento de um hospital de Bradford, na Inglaterra. Eles encontraram amebas e perceberam que, dentro delas, havia outro 'organismo'. Diante do grande tamanho do agente, visível em um microscópio tradicional, e do fato de ter reagido a métodos de coloração de amostras apropriados para bactérias, eles o confundiram com um micro-organismo desse tipo, e o chamaram de *Bradfordcoccus*.

Alguns anos depois, a suposta bactéria atraiu o interesse dos pesquisadores franceses, mas estes, ao tentar sua reprodução, com técnicas rotineiras em bacteriologia, não tiveram sucesso. Intrigados, investigaram outras características do *Bradfordcoccus* e notaram que, além de apresentar o aspecto estrutural de um vírus, ele dependia das células de um hospedeiro para se multiplicar. Assim, quase por acaso, foi identificado o primeiro vírus gigante, chamado de *Mimivirus*. Logo de início, essa des-

coberta derrubou a noção de que os vírus – por causa do tamanho diminuto – não poderiam ser vistos com um microscópio óptico.

Outro conceito repensado a partir da descoberta dos vírus gigantes é o de que esse tipo de ente biológico sempre poderia ser separado dos micro-organismos (como as bactérias) pela aplicação de técnicas de filtragem, já que eram considerados muito menores. Diversos aspectos do uso de técnicas de filtragem em virologia vêm sendo discutidos há bastante tempo, mas para entendermos a importância dessas técnicas no desenvolvimento desse campo científico é preciso voltar mais de 100 anos na história, à época da descoberta do primeiro vírus.

Extrair, filtrar, infectar Foi com essas técnicas que os cientistas, no final do século 19, começaram a desvendar a causa de uma doença misteriosa que atacava as plantações de tabaco. O botânico russo Dmitry I. Ivanovsky (1864-1920) percebeu, em 1892, que o agente causador da doença devia ser demasiadamente pequeno, menor que os micróbios até então conhecidos. Para chegar a essa conclusão, ele fez um extrato com folhas de plantas de tabaco doentes, passou-o por um filtro capaz de reter bactérias, fungos e outros micróbios, reinjetou o extrato (livre de micróbios) em plantas saudáveis e observou que, ainda assim, elas apresentaram sintomas da doença.

Seis anos depois, em 1899, o microbiologista holandês Martinus Beijerinck (1851-1931) fez experimentos similares de filtração e reinfecção com o extrato obtido das folhas doentes de tabaco e concluiu que a doença era causada por um "fluido vivo contagioso", ao qual denominou 'vírus'. Beijerinck também descobriu que esse agente infeccioso precisava das folhas da planta para se multiplicar. Sabe-se atualmente que a causa misteriosa



Figura 1. Comparação, entre alguns vírus gigantes e um vírus comum, do tamanho da partícula viral e de seu genoma (o nanômetro é a milionésima parte do milímetro e os pares de bases são as unidades básicas do material genético, seja DNA ou RNA)



Figura 2. Microfotografias dos três tipos conhecidos de vírus gigantes: Mimivirus (A), Pandoravirus (B) e Pithovirus (C)

da doença que intrigou os cientistas do século 19 era de fato um vírus: o vírus do mosaico do tabaco, um dos mais estudados até hoje.

Quem procura, acha Hoje, com a descoberta dos vírus gigantes e o estudo de suas características, os conceitos dos próprios pesquisadores sobre os métodos usados para coletar novos vírus se alteraram drasticamente. Se essa procura, antes, era dirigida aos vírus que têm como hospedeiros humanos, outros animais e plantas, foi preciso mudar o foco para achar os vírus gigantes.

Ao perceber que o primeiro vírus gigante encontrado tinha uma ameba como hospedeiro, os cientistas decidiram fazer coletas em regiões com grande ocorrência de amebas do gênero *Acanthamoeba*, que, possivelmente, teriam esses parasitas em seu interior. Essa estratégia levou a dois novos vírus gigantes, em ambientes bastante distintos. O *Pandoravirus salinus* foi encontrado no mar, na costa do Chile. Já o *Pandoravirus dulcis* veio de uma amostra de água doce da Austrália.

Segundo o estudo publicado em 2013 na revista *Science*, os achados recentes são muito diferentes de todos os

no *permafrost* (mistura de terra, gelo e rochas permanentemente congelados) na região da Sibéria e é considerado o mais antigo vírus conhecido capaz de infectar células de eucariontes (organismos que apresentam núcleos isolados em suas células).

O vírus do *permafrost* infecta apenas amebas. Nos estudos em laboratório, os cientistas usaram amebas da espécie *Acanthamoeba castellanii* para obter a proliferação do vírus, determinar suas principais características e sugerir que o *P. sibiricum* pertence a um grupo singular de vírus gigantes. Observou-se que, embora sua estrutura física seja maior que a dos *Pandoravirus*, seu material genético sugere que ele é mais similar aos primeiros vírus gigantes descritos (*Mimivirus*).

Embora o vírus descoberto na Sibéria tenha como hospedeiro as amebas, os cientistas não descartam a possibilidade de que outros vírus, capazes de provocar doenças em humanos, estejam preservados, por congelamento, em regiões como a Sibéria e outras. Portanto, o intenso derretimento de áreas do *permafrost* e de outras, devido ao aquecimento global, pode trazer ameaças à nossa espécie.

vírus conhecidos. Além do grande tamanho (em relação aos vírus antes conhecidos) e do fato de serem visíveis ao microscópio óptico, a quantidade de material genético (no caso, DNA) que carregam pode ser até duas vezes maior do que se imaginava possível para um vírus (figura 1). Por isso, os vírus gigantes tiveram que ser classificados em um novo grupo, que recebeu o nome de *Pandoravirus*.

Embora a descoberta desses agentes biológicos seja muito recente, o mundo dos vírus gigantes já conta com novos integrantes. Um exemplo é a descoberta publicada em março de 2014 na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, v. 111, nº 11, que poderia facilmente inspirar o enredo de um livro ou filme de ficção científica. O artigo, escrito por pesquisadores franceses (do mesmo grupo citado antes) revela em detalhe a descoberta de um vírus gigante que, embora congelado há mais de 30 mil anos, voltou a se multiplicar em laboratório. Batizado como *Pithovirus sibiricum*, ele foi encontrado em amostras coletadas a 30 m de profundidade

Nos rios da Amazônia A ocorrência de vírus gigantes em diferentes países, como França, Inglaterra, Tunísia e Chile, permitia imaginar que o Brasil, em razão de sua biodiversidade, era forte candidato a entrar nessa lista. E foi exatamente das águas da região amazônica, um dos locais de maior diversidade biológica do mundo, que surgiu o maior vírus já encontrado no país. Esse agente, com diâmetro 12 vezes maior que o do vírus da dengue, também tem amebas como hospedeiras e ganhou um nome bem brasileiro: Samba vírus (SMBV).

A expedição para coleta das amostras foi liderada pelo Grupo de Estudo e Prospecção de Vírus Gigantes (GEPVIG), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), liderado pelo virologista Jônatas S. Abrahão. A descrição do vírus foi feita, em parceria com o grupo de La Scola, em maio de 2014, na revista científica *Virology Journal*. Análises das características genéticas e do ciclo de infecção do Samba (figura 2) indicam que

microbiologiasambien1

Cezimbra/Arquivo/PT/140

Cezimbra/Arquivo/PT/140

Figura 3. O estado do vírus Samba mostrou que ele é infectado por vírus menores, chamados de virófagos (na fotomicrografia, são as partículas escuras, em torno dos exemplares do vírus gigante)

Figura 4. O vírus Samba, encontrado em amebas no rio Negro, no Amazonas, é o representante brasileiro no grupo dos vírus gigantes

ele é bastante relacionado com o grupo ao qual pertence o primeiro vírus gigante, encontrado na Inglaterra. Mas as descobertas brasileiras não pararam por aí.

Vírus que infecta vírus Já se sabia que os vírus podem infectar e parasitar diversos organismos, como plantas e animais, e existem inclusive vírus que infectam bactérias, os bacteriófagos, descobertos pelo microbiólogo franco-canadense Félix d'Herelle (1873-1949) no Instituto Pasteur (França). Mas vírus podem parasitar outros vírus? Esse fenômeno foi comprovado com os vírus gigantes. Vírus menores que infectam vírus gigantes são chamados de virófagos, embora alguns virologistas acreditem que eles não deveriam receber uma denominação diferenciada apenas por infectar vírus gigantes.

No Brasil, durante os estudos sobre como o Samba infecta e mata as amebas, os pesquisadores perceberam que, a exemplo de outros vírus gigantes, ele não

estava sozinho. Eles observaram que o Samba, após ser englobado pela ameba, mescla seu DNA ao da hospedeira para formar o que os virologistas chamam de 'fábrica viral', onde são feitas muitas cópias do vírus. A morte da ameba, causada pela infecção, libera as cópias do vírus no ambiente, onde poderão infectar outras hospedeiras.

Ao analisar esse processo de infecção, os pesquisadores notaram a presença de pequenas partículas ao redor da fábrica viral do Samba e então perceberam que se tratava de um virófago, que usa o mecanismo de replicação do vírus gigante para sua própria multiplicação (figura 3). O nome escolhido para o virófago (vírus Rio Negro, ou RNV) faz referência ao local

onde tanto ele quanto o Samba (figura 4) foram descobertos: nas águas do rio Negro, perto de Manaus (AM). Os cientistas acreditam que esse virófago interfere na capacidade do Samba de infectar e destruir amebas e, assim, controla a população desse vírus gigante. Portanto, exerce um papel ecológico muito importante, evitando a devastação das amebas por uma infecção sem controle do vírus gigante.

O estudo dos vírus gigantes vem, sem dúvida, causando uma reviravolta na microbiologia. Além do tamanho, maior que o de algumas bactérias, esses vírus carregam grande quantidade de informações em seu material genético, o que pode incluir genes geralmente encontrados em seres celulares. Somente o estudo detalhado dessas informações permitirá entender como evoluíram esses vírus e como eles se relacionam com os organismos hospedeiros. Além disso, a presença dos vírus gigantes em vários locais do planeta, com diferentes condições ambientais, permite imaginar que desempenham diferentes papéis ecológicos, outra importante área de estudo.

Sugestões para leitura

- ABRAHÃO, J. S. e outros. 'Acanthamoeba polyphaga mimivirus and other giant viruses: an open field to outstanding discoveries', em *Virology Journal* v. 11, p. 120, 2014.
- ABRAHÃO, J. S., LA SCOLA, B. e outros. 'Samba virus: a novel mimivirus from a giant rain forest, the Brazilian Amazon', em *Virology Journal* v. 11, p. 95, 2014 (disponível em <http://www.virology.com/content/11/1/95>).
- BEN-BARAK, I. Pequenas maravilhas: como os micróbios governam o mundo. Rio de Janeiro, Zahar, 2012.
- LA SCOLA, B. e outros. 'A giant virus in amoebae', em *Science*, v. 299 (5615), p. 2003, 2003.
- UFVARI, S. C. A história da humanidade contada pelos vírus. São Paulo, Contexto, 2008.

ANEXO 2

Textos de apoio: De inimigos a aliados, Revista **Ciência Hoje**, ago. 2017 e Parceria contra câncer e bactérias patogênicas, Revista **Ciência Hoje**, jun. 2017.

07/05/2018

Ciência Hoje - De inimigos a aliados



NOTÍCIAS (NOTÍCIAS/TODAS) / DE INIMIGOS A ALIADOS

11 AGOSTO 2017

De inimigos a aliados

Estudo português identifica em vírus grande quantidade de segmentos de proteínas com propriedades antimicrobianas. A descoberta pode levar ao desenvolvimento de fármacos mais eficazes contra bactérias resistentes.



Os vírus, considerados a entidade mais abundante no mundo biológico, são fonte de grande quantidade de sequências de proteínas capazes de combater bactérias e que podem dar origem a fármacos inovadores. (Imagem: Pixabay/quimero - CC0)

Tradicionalmente considerados uma ameaça a todos os seres vivos, os vírus agora começam a ser vistos como aliados na medicina. Pesquisa recente mostra que proteínas virais podem dar origem a fármacos inovadores e mais eficazes para combater doenças causadas por bactérias. Essa descoberta surge como uma esperança para resolver o problema do aumento da resistência dos micróbios aos antibióticos convencionais.

O estudo, realizado no Instituto de Medicina Molecular (IMM) e publicado em 2015 (<http://academic.oup.com/bioinformatics/article-lookup/doi/10.1093/bioinformatics/btv131>), demonstrou que, na estrutura dos vírus, há uma fonte abundante de segmentos específicos de proteínas com propriedades antimicrobianas. Esses segmentos podem dar origem a peptídeos eficazes contra bactérias.

Peptídeos com propriedades antimicrobianas já são vistos atualmente como potenciais alternativas aos antibióticos tradicionais, pois, ao contrário destes últimos, têm atividade de largo espectro contra bactérias, fungos, vírus e parasitas.

Este grupo de moléculas pode ser encontrado em diversas formas de vida, desde microrganismos a plantas e animais. Mas só agora sequências peptídicas antimicrobianas obtidas a partir de proteínas virais estão sendo consideradas uma potencial ferramenta para a indústria farmacêutica e empresas de biotecnologia na tentativa de se desenvolverem fármacos antimicrobianos inovadores.

“Os peptídeos antimicrobianos parecem ser bastante eficazes e rápidos no combate a bactérias (matam em minutos) e os microrganismos muito dificilmente desenvolvem resistência contra eles”

“Os peptídeos antimicrobianos parecem ser bastante eficazes e rápidos no combate a bactérias (matam em minutos) e os microrganismos muito dificilmente desenvolvem resistência contra eles”, destaca o autor da pesquisa, o bioquímico João Freire, atualmente pesquisador de pós-doutorado no Instituto Pasteur (Paris). Alguns peptídeos com propriedades antimicrobianas estão passando por testes clínicos e outros já são inclusive comercializados.

Os dados coletados no estudo português permitiram identificar 426 novos peptídeos com potencial antimicrobiano derivados de proteínas de estrutura de diversos vírus. Esse trabalho foi feito por meio da análise computacional de informações sobre vírus presentes em bancos de dados on-line. Dos peptídeos identificados, 15 foram selecionados para testes de eficácia contra 2 linhagens de bactérias, tendo obtido resultados promissores.

No mesmo estudo, essa ferramenta de análise computacional foi usada para identificar, em vários vírus, peptídeos capazes de transportar fármacos para o interior de células. A existência de moléculas com essa capacidade já havia sido descrita em estudo anterior (http://www.cienciahoje.org.br/noticia/virus/14927/in/parceria_para_combater_o_cancer_e_bacterias_patogenicas), realizado em colaboração com pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A pesquisa serviu de base para a criação do projeto Impact (<http://rise-impact.com/>), uma colaboração internacional que tem como objetivo o desenvolvimento pré-clínico de novos fármacos específicos para determinados tipos de câncer e bactérias patogênicas.

07/05/2018

Ciência Hoje - De inimigos a aliados

Mina de ouro

João Freire ressalta que a identificação de novos agentes antimicrobianos a partir de fontes da natureza, como os vírus, é uma grande vantagem.

"Identificar proteínas antimicrobianas na natureza é ótimo, pois anos e anos de evolução serviram para otimizar cada aminoácido [unidade fundamental na formação de proteínas] que consta nessa proteína. Obviamente que esta pode ser melhorada, mas muito trabalho já foi poupado quando se começa da proteína, e não de uma biblioteca de sequências artificiais, por exemplo, que é fruto de todas as combinações de aminoácidos", explica Freire, cujo lema se resume a aprender com os vírus, que, para ele, são sucessos da natureza.



Instituto de Medicina Molecular (Lisboa/ Portugal)
Especial para CH On-line

Tags:

#Medicina (/buscar/index?q=Medicina) #Saúde (/buscar/index?q=Sa%C3%BAde) #Farmacologia (/buscar/index?q=Farmacologia)
#Virologia (/buscar/index?q=Virologia) #Bloquímica (/buscar/index?q=Bloqu%C3%ADmica)

COMPARTILHAR

34



BLOGUES / BÚSSOLA - O BLOGUE DA REDAÇÃO (BLOGUE/FI/NOV/INBUSSOLA_-_O_BLOGUE_DA_REDACAO)

20 JUNHO 2017

0 0 0 0 0 0

Parceria contra câncer e bactérias patogênicas

Resultados de estudos sobre os mecanismos de entrada das proteínas virais nas células, feitos por pesquisadores brasileiros e portugueses, deram origem a um projeto para o desenvolvimento de fármacos para o combate de diversas doenças.



O estudo das interações de proteínas virais com membranas celulares de organismos infectados pode contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas para o combate ao câncer e a doenças causadas por bactérias. (Foto: David Goodall/Wikimedia Commons - CC BY 4.0)

Há mais de 10 anos, o Laboratório de Bioquímica de Vírus do Instituto de Bioquímica Médica (IBqM) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Laboratório de Bioquímica Física de Fármacos do Instituto de Medicina Molecular (IMM), em Lisboa, colaboram em estudos sobre a interação de proteínas virais e as membranas celulares. Resultados desses estudos deram origem a um projeto Internacional - chamado Inpact - com o objetivo de desenvolver fármacos inéditos para combater aquela que é conhecida como a doença do século 21 - o câncer -, além de várias doenças infecciosas causadas por bactérias.

Entre os resultados dessa colaboração que serviram de base para a proposta do projeto Inpact está a descoberta de que uma proteína presente na camada que envolve o vírus da dengue é capaz de transportar moléculas que compõem o DNA e o RNA para o interior das células

Entre os resultados dessa colaboração que serviram de base para a proposta do projeto Inpact - que reúne instituições de cinco países - está a descoberta de que uma proteína presente na camada que envolve o vírus da dengue é capaz de transportar ácidos nucleicos (moléculas que compõem o DNA e o RNA) para o interior das células, sem que estas percam sua funcionalidade. Essa capacidade deve-se a certas características também desenvolvidas pelo mesmo grupo, como o fato de essas proteínas conseguirem atravessar as membranas celulares dos mamíferos.

O estudo, que resultou em um artigo publicado (<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0061450>) em 2013, contou também com a participação de pesquisadores do Instituto de Biologia Carlos Chagas Filho da UFRJ e do Departamento de Ciências Experimentais e da Saúde da Universidade Pompeu Fabra (Barcelona, Espanha).

As terapias baseadas no transporte de ácidos nucleicos ou de proteínas para o interior das células apresentam ainda algumas limitações. Portanto, a descoberta tem enorme potencial biomédico, já que essa proteína do vírus da dengue (chamada capsídica) pode facilitar a translocação de importantes moléculas com ação terapêutica através das membranas celulares e dar origem a tratamentos revolucionários tanto para câncer como para doenças causadas por bactérias.

Nova estratégia

Outro estudo da mesma equipe de pesquisadores e que também serviu de base para a criação do projeto Inpact buscou tornar economicamente viável e menos complexo o emprego de terapias que usam proteínas como agentes transportadores de fármacos. Para transportar os ácidos nucleicos, os pesquisadores propuseram usar apenas pequenos segmentos (peptídeos) que derivam da proteína capsídica do vírus da dengue - e não a proteína inteira -, pois eles são menores e mais fáceis de produzir.

Os resultados desse estudo, publicados em 2014

(<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/febs.12587/abstract?sessionid=1691CABE78C1B11985D28A48FD10F88E104e04>), permitiram definir uma nova via de entrada de ácidos nucleicos para o interior das células. Tal descoberta poderá ser útil para o estabelecimento de tratamentos inovadores, visto que esses

07/05/2018

Ciência Hoje - Parceria contra câncer e bactérias patogênicas

peptídeos derivados da proteína capsídica do vírus da dengue são potenciais candidatos a vetores para serem usados em terapias gênicas (em que se introduz material genético proveniente de outro organismo para prevenir ou tratar doenças).



Vários estudos sugerem que a terapia gênica poderá ser uma abordagem eficaz para determinados tipos de câncer. A proteína capsídica do vírus da dengue ou até mesmo pequenos segmentos dessa proteína são potenciais candidatos a vetores nesse tipo de terapia. (foto: Pixabay - CC0)

Os resultados desses dois artigos do grupo foram posteriormente confirmados em um artigo de revisão, que foi publicado em 2015 (<https://academic.oup.com/femsre/article-lookup/doi/10.1093/femsre/fuu004>) por pesquisadores da UFRJ e do IMM e também serviu de base científica para a criação do projeto Inpact.

"Nessa revisão, compilamos e discutimos todos os achados acerca dos mecanismos de reconhecimento e entrada do vírus da dengue na célula hospedeira, ressaltando principalmente os dados da literatura, incluindo nossos próprios resultados, que corroboram nossa hipótese de que uma das proteínas do vírus [a proteína capsídica] tem um papel importante no transporte das moléculas que compõem o genoma do vírus através da membrana das células infectadas", escreve a autora do artigo, a bióloga Christine Cruz-Oliveira, do IBqM/UFRJ.

Apesar de o foco do projeto Inpact ser o uso dessa abordagem para desenvolver fármacos contra o câncer e doenças infecciosas causadas por bactérias, a descoberta dessa via de acesso às células pode ser empregada no combate a várias outras patologias.

Nas próximas semanas, você vai poder acompanhar alguns resultados já obtidos pelo projeto Inpact.

Margarida Martins

Instituto de Medicina Molecular (Lisboa/ Portugal)

Especial para CH On-line