



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - PRPPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS**

LUIZ GONZAGA DE SOUZA NETO

**PROPONDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS:
UM OLHAR METACOGNITIVO SOBRE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA COM A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**

**RECIFE
2020**

LUIZ GONZAGA DE SOUZA NETO

**PROPONDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS:
UM OLHAR METACOGNITIVO SOBRE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA COM A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia de Fátima Araújo;
Coorientador: Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima.

**RECIFE
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L953p

Souza Neto, Luiz Gonzaga de

Propondo uma sequência didática na aprendizagem de ciências: um olhar metacognitivo sobre uma atividade experimental investigativa com a utilização de dispositivos móveis / Luiz Gonzaga de Souza Neto. - 2020.
152 f. : il.

Orientadora: Lucia de Fatima Araujo.

Coorientador: Kenio Erithon Cavalcante Lima.

Inclui referências e apêndice(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2020.

1. Atividade Experimental Investigativa. 2. Aprendizagem Móvel. 3. Metacognição. I. Araujo, Lucia de Fatima, orient. II. Lima, Kenio Erithon Cavalcante, coorient. III. Título

CDD 507

LUIZ GONZAGA DE SOUZA NETO

**PROPONDO UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS:
UM OLHAR METACOGNITIVO SOBRE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL
INVESTIGATIVA COM A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre, pelo Programa de Pós-
Graduação em Ensino das Ciências da Universidade
Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia de Fátima Araújo;
Coorientador: Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima.

Recife, 22 de Julho de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Lúcia de Fátima Araújo
Orientadora

Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima
Coorientador

Prof. Dr. Rodrigo Lins Rodrigues
1º Examinador Interno

Profa. Dra. Gilvaneide Ferreira de Oliveira
2º Examinador Externo

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo averiguar se uma Sequência Didática com experimentação investigativa, utilizando dispositivos móveis (*smartphones*), podia promover o desenvolvimento de estratégias metacognitivas na aprendizagem de alunos no Ensino das Ciências. Para tal, contamos com a participação de 1 (um) docente e seus alunos do 7º ano de uma Escola Privada do Agreste Pernambucano, que foram divididos em 3 (três) grupos, em uma sequência didática com o conteúdo Germinação. Para coleta de dados utilizamos: um questionário inicial para escolha do docente colaborador, diário de bordo, áudio e vídeo gravação, e uma entrevista com os alunos representantes de cada grupo. Os áudios e vídeos gravações foram transcritos na íntegra. Nossa pesquisa se direcionou em duas vertentes: a aplicação de uma Sequência Didática com experimentação investigativa, incorporando aprendizagem móvel; e o desenvolvimento das estratégias metacognitivas durante aplicação dessa Sequência Didática, que foram classificadas a partir das seguintes categorias: estratégia metacognitiva de ordem pessoal, estratégia metacognitiva de ordem procedimental, estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema (ARAÚJO, 2009) e estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento (LUCENA, 2013). Observamos que os dispositivos móveis, nos modos *online* e *offline*, favoreceram e enriqueceram a aprendizagem dos alunos, que puderam lançar mão de vários recursos disponíveis nos *smartphones* (vídeos, pesquisas, *Whatsapp*, etc). Observamos também o desenvolvimento de estratégias metacognitivas pelos alunos em momentos com dispositivos móveis e também nos momentos sem esses dispositivos, o que nos leva a reconhecer o importante papel desempenhado pelo professor nesse trabalho, uma vez que ele conseguiu articular a relação da problemática da sequência, com a atividade experimental e o uso do dispositivo móvel, sempre promovendo questionamentos e reflexões metacognitivas em todas as etapas da sequência, viabilizando uma ampliação no processo de aprendizagem e construção do conhecimento pelos seus alunos. Por fim, em tempos de pandemia, esperamos que esse trabalho possa estar contribuindo para esse novo cenário que se apresenta, com a utilização dos dispositivos móveis como instrumento auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Atividade Experimental Investigativa, Aprendizagem Móvel, Metacognição.

ABSTRACT

The present study aimed to investigate whether a Didactic Sequence with investigative experimentation, using mobile devices (smartphones), could promote the development of metacognitive strategies in the learning of students in Science Education. For such, we counted on the participation of 1 (one) teacher and his 7th grade students from a Private School from “Agreste Pernambucano”, which were divided into 3 (three) groups, in a didactic sequence with the content Germination. For data collection we used: an initial questionnaire to choose the collaborating teacher, logbook, audio and video recording, and an interview with the students representing each group. The audios and video recordings were transcribed in full. Our research was directed in two strands: the application of a Didactic Sequence with investigative experimentation, incorporating mobile learning and the development of metacognitive strategies during the application of this Didactic Sequence, which were classified according to the following categories: personal metacognitive strategy, procedural metacognitive strategy, problem understanding metacognitive strategy (ARAÚJO, 2009) and problem comprehension metacognitive strategy (LUCENA, 2013). We observed that the mobile devices, in online and offline modes, favored and enriched the learning of the students, who were able to make use of various resources available on smartphones (videos, surveys, Whatsapp, etc.). We’ve also observed the development of metacognitive strategies by students at moments with mobile devices and also without these devices, which leads us to recognize the important role played by the teacher in this work, since he managed to articulate the problematic relationship of the sequence with the experimental activity and the use of the mobile device, always promoting questioning and metacognitive reflections in all stages of the sequence, enabling an expansion in the learning process and construction of knowledge by his students. Finally, in times of pandemic, we hope that this work is contributing to this new scenario that is presented, with the use of mobile devices as an auxiliary instrument in the students' learning process.

Keywords: Investigative Experimental Activity, Mobile Learning, Metacognition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais características das atividades experimentais de demonstração, verificação e de investigação.....	18
Figura 2 – Quadro de níveis de investigação	24
Figura 3 – Questionamentos sobre a Aprendizagem Móvel	37
Figura 4 – Componentes e elementos metacognitivos.....	48
Figura 5 – Fluxograma representativo dos procedimentos metodológicos.....	52
Figura 6 – Representação dos grupos	63
Figura 7 – Imagem da distribuição da sala de aula na 1ª Etapa	63
Figura 8 – Imagem do uso do <i>QR code</i> e o texto que contém nele	70
Figura 9 – Duas capturas de tela do <i>smartphone</i> do grupo “B”	71
Figura 10 – Local e disposição da turma no início da 2ª Etapa da sequência	73
Figura 11 – Conjunto de registros do grupo “C” com o uso do <i>QR code</i> na 2ª Etapa.....	78
Figura 12 – Registro do local e disposição dos alunos do grupo “B” durante exibição do vídeo na 2ª Etapa.....	81
Figura 13 – Conjunto de registros do momento de coleta de material e construção dos experimentos.....	82
Figura 14 – Captura de tela do grupo “C”.....	85
Figura 15 – Captura de tela do grupo “B”.....	86
Figura 16 – Ficha transcrita de preenchimento e respostas do grupo “B”	90
Figura 17 – Ficha transcrita de preenchimento e respostas do grupo “C”	91
Figura 18 – Capturas de tela do começo do uso do aplicativo <i>WhatsApp</i> na SEI.....	94
Figura 19 – Ficha de acompanhamento do grupo “B” no 2º Dia	95
Figura 20 – Ficha de acompanhamento do grupo “C” no 2º Dia	95
Figura 21 – Capturas de telas do aplicativo <i>WhatsApp</i> do grupo “B”	96
Figura 22 – Capturas de telas do aplicativo <i>WhatsApp</i> do grupo “B”	98
Figura 23 – Capturas de telas do aplicativo <i>WhatsApp</i> do grupo “C”	101
Figura 24 – Captura de tela do grupo “C”	105
Figura 25 – Início da 3ª Etapa	109
Figura 26 – Apresentações das atividades experimentais do grupo “A” – 3ª Etapa.....	110
Figura 27 – Registros do final da 3ª Etapa.....	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Gerações e marcos tecnológicos dos dispositivos móveis na educação	31
Quadro 2 – Resumo de benefícios que a UNESCO apresenta sobre Aprendizagem Móvel ...	39
Quadro 3 – Funcionalidades dos <i>Smartphones</i>	42
Quadro 4 – Diferentes formas de Aprendizagem Móvel	43
Quadro 5 – Perfil do docente colaborador	53
Quadro 6 – Síntese dos pontos da relação da SEI com os <i>smartphones</i> na pesquisa	56
Quadro 7 – Adaptação das etapas da Sequência de Ensino Investigativo.....	57
Quadro 8 – Categorias de análise das estratégias metacognitivas	60
Quadro 9 – Sinais utilizados na transcrição e suas correspondências	62
Quadro 10 – Interação do aluno “A4” com o <i>smartphone</i> durante 1ª Etapa.....	65
Quadro 11 – Problemática teórica para ser respondida na ficha da 1ª Etapa	65
Quadro 12 – Transcrição da resposta escrita do grupo “B” sobre a problemática teórica	69
Quadro 13 – Sites que os grupos pesquisaram e adicionaram no aplicativo <i>WhatsApp</i> durante o acompanhamento dos experimentos	103
Quadro 14 – Transcrições de algumas respostas de alunos que evidenciamos estratégias metacognitivas	119
Quadro 15 – Transcrições de algumas respostas de alunos que evidenciamos apropriação de termos científicos, após a SEI	119
Quadro 16 – Um exemplo de uma resposta que trouxe reflexão sócio-científica, a partir da SEI.....	120

LISTA DE EPISÓDIOS

Episódio 1 – Fala inicial do docente na SEI experimental.....	64
Episódio 2 – Fala da interação entre os alunos do grupo “B” sobre o problema do vídeo e do texto.....	66
Episódio 3 – Questionamento do aluno sobre o código <i>QR code</i>	70
Episódio 4 – Recorte da entrevista sobre os códigos <i>QR codes</i> da sequência	71
Episódio 5 – Orientação inicial do docente na 2ª Etapa.....	73
Episódio 6 – Interação inicial do grupo “C” na 2ª Etapa	75
Episódio 7 – Recorte de fala de um aluno sobre as informações contidas nos <i>QR codes</i>	79
Episódio 8 – Recorte da interação entre os alunos do grupo “B” durante o vídeo.....	81
Episódio 9 – Recorte da entrevista com os alunos sobre os usos dos vídeos durante a SEI....	82
Episódio 10 – Interação e manuseio do grupo “C” com o aplicativo “ <i>Cultiva!</i> ”	84
Episódio 11 – Interação e o manuseio do grupo “B” com o aplicativo “ <i>Cultiva!</i> ”	85
Episódio 12 – Recorte da entrevista sobre o aplicativo “ <i>Cultiva!</i> ”	87
Episódio 13 – Interação do aluno “B1” com o grupo, <i>smartphone</i> e a atividade experimental.	88
Episódio 14 – Recorte da entrevista sobre o uso ou não de <i>internet</i> na sequência	104
Episódio 15 – Utilização do <i>smartphone</i> para função calculadora na etapa pelo grupo “C”	105
Episódio 16 – Interação entre os alunos do grupo “C”	106
Episódio 17 – Recorte da entrevista sobre a utilização dos <i>smartphones</i> na SEI	107
Episódio 18 – Recorte da entrevista sobre o uso aplicativo <i>do WhatsApp</i> na SEI	108
Episódio 19 – Apresentação do grupo “A” sobre a sistematização do experimento	110
Episódio 20 – Apresentação do grupo “B” sobre a sistematização do experimento	113
Episódio 21 – Apresentação do grupo “C” sobre a sistematização do experimento	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MEC-USAID	<i>Agency for International Development</i>
AC	Alfabetização Científica
PDA	Assistente Pessoal Digital
SBEEnBio	Associação Brasileira de Ensino de Biologia
ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	<i>Biological Science Curriculum Study</i>
BYOD	<i>Bring Your Own Device</i>
CAV	Centro Acadêmico de Vitória
CBA	<i>Chemical Bond Approach Project</i>
CHEMS	<i>Chemical Educational Material Study</i>
CIVITAS	Cidades Virtuais e Tecnologias para Aprendizagem e Simulação
UNESCO	Comissão Nacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
CGI.br	Comitê Gestor da Internet no Brasil
EAD	Educação à Distância
EJA	Educação de Jovens Adultos
ENEEnBio	Encontro Nacional de Ensino de Biologia
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EnCI	Ensino de Ciências por Investigação
FUNBEC	Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciência
IBCEC	Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura
IA	Inteligência Artificial
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPS	<i>Introductory Physical Science</i>
LRG	<i>Learning Research Group</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MEC	Ministério da Educação
PARC	<i>Palo Alto Research Center</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PNE	Plano Nacional de Educação
PSI	Política de Segurança da Informação
POE	Predizer – Observar - Explicar
PIEC	Programa de Inovação Educacional Conectada
PREMEN	Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciência
RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
RBECT	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia
RBIE	Revista Brasileira de Informática na Educação
RENTE	Revista Novas Tecnologias na Educação
SEI	Sequência de Ensino por Investigação
TIC	Tecnologias de Informação e de Comunicação
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1: ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS	17
1.1 UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA SOBRE ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO BRASIL.....	18
1.1.1 Ensino de Ciências por Investigação (EnCI)	21
1.1.2 Sequência de Ensino Investigativo (SEI)	25
1.2 TRABALHOS RELACIONADOS ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E À TECNOLOGIA.....	26
CAPÍTULO 2: AS TECNOLOGIAS NO CONTEXTO EDUCACIONAL	30
2.1 PROXIMIDADES ENTRE AS TECNOLOGIAS E A TECNOLOGIA DA COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO NAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	33
2.2 ORIENTAÇÕES DA PRÁTICA COM TECNOLOGIA MÓVEL NO ENSINO	35
2.3 DISPOSITIVO E APRENDIZAGEM MÓVEL.....	36
2.3.1 Benefícios e limitações da Aprendizagem Móvel.....	39
2.3.2 Possibilidades da aprendizagem com Tecnologia Móvel.....	43
CAPÍTULO 3: A METACOGNIÇÃO E O ENSINO DAS CIÊNCIAS	45
3.1 CONCEITUANDO A METACOGNIÇÃO	46
3.2 O DESENVOLVIMENTO DA METACOGNIÇÃO NA ESCOLA.....	49
3.3 OS PROCESSOS METACOGNITIVOS NO ENSINO E APRENDIZADO DAS CIÊNCIAS.....	50
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA	52
4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	52
4.1.1 Definição do cenário da pesquisa.....	53
4.1.2 Docente colaborador da pesquisa.....	53
4.1.3 Instituição da pesquisa.....	54
4.1.4 Turma da pesquisa.....	54
4.1.5 Conteúdo da Sequência	54
4.1.6 Elaboração da Sequência e os aspectos dos <i>smartphones</i>	55
4.1.7 Sequência de Ensino Investigativo.....	57
4.1.8 Instrumentos da pesquisa.....	59
4.1.9 Análise e Interpretação do <i>Corpus</i> da pesquisa	60
CAPÍTULO 5: ANÁLISE DOS RESULTADOS	62
5.1. 1ª ETAPA	62
5.1.1 Descrição da 1ª Etapa	62
5.1.2 Análise das estratégias metacognitivas	65

5.1.3 Comentários à 1ª Etapa.....	69
5.2 2ª ETAPA	72
5.2.1 Descrição da 2ª Etapa.....	72
5.2.2 Análise das estratégias metacognitivas	75
5.2.3 Análise do momento <i>online</i> (<i>WhatsApp</i>) e acompanhamento dos experimentos pelos alunos	93
5.2.4 Análise das estratégias metacognitivas - (Momento <i>online</i>).....	97
5.2.5 Comentários à 2ª Etapa.....	104
5.3 3ª ETAPA	109
5.3.1 Descrição da 3ª Etapa.....	109
5.3.2 Análise das estratégias metacognitivas	110
5.4 4ª ETAPA	118
5.4.1 Descrição da 4ª Etapa.....	118
5.4.2 Análise das estratégias metacognitivas	119
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	124
REFERÊNCIAS.....	128
APÊNDICE A – Documentação da pesquisa.....	138
APÊNDICE B – Texto - Preocupação de agricultores	145
APÊNDICE C – Ficha técnica da associação de agricultores.....	146
APÊNDICE D – Ficha de preenchimento do grupo.....	148
APÊNDICE E – Materiais que foram necessários para a parte experimental da Sequência .	149
APÊNDICE F – Ficha de sistematização individual dos alunos.....	150
APÊNDICE G – Ficha de acompanhamento dos hectares.....	151

INTRODUÇÃO

De modo geral, nossa sociedade e o Ensino de Ciências se adequaram ao modelo newtoniano cartesiano de Ciência, característico do século XIX, a partir da linearidade de pensamento, modo conservador da prática docente e sua forma de transmitir o conhecimento, sendo resultado direto das práticas fragmentadas entre as áreas e suas especificidades (BEHRENS, 1999). Tal modelo era presenciado, e ainda é, no âmbito educacional, quando observamos um professor com uma postura de detentor do saber e transmissor do conhecimento, que compreende o processo de ensino baseado na memorização do conteúdo pelos alunos, de uma forma passiva, receptora e reprodutiva “escute, leia, decore e repita” as atividades de ensino e aprendizagem (p. 384).

No entanto, o processo educacional do Ensino de Ciências vem tentando superar e ultrapassar a linearidade, o ensino não contextualizado e o reducionismo deste modelo “tradicional” há décadas, para um modelo emergente de uma abordagem progressista e holística no modo de se ensinar e aprender (BEHRENS, 1999; LEITE, 2001). Percebemos em práticas e atividades que proporcionam um protagonismo na construção do conhecimento, unindo assim, teoria e prática nos momentos de ensino, a fim de propiciar uma formação científica, crítica e reflexiva do mundo em que vivemos.

Ao longo dos anos, foram observadas mudanças nas discussões e propostas de estratégias didáticas, no Ensino de Ciências, como exemplo temos a Atividade Experimental. Sendo conceituada, como: uma atividade prática que tem o objetivo de realizar e/ou propor momentos didáticos aos alunos, os quais possibilitam a visualização ou interpretação de leis, fenômenos ou teorias com a manipulação de variáveis, no Ensino das Ciências (HODSON, 1988; LEITE, 2001; CARVALHO, 2013; SCARPA; CAMPO, 2018).

Estratégia como esta, já tem discussões consolidadas nas pesquisas com o foco em abordagens que apresentam maior impacto no desenvolvimento cognitivo dos alunos (HODSON, 1988; NARDI, 2005; CARVALHO et al., 2013; TEIXEIRA, 2013). Contudo, ainda existem indagações a serem respondidas sobre as Atividades Experimentais, tendo em vista que se trata de algo que está em constante modificação tanto nos aspectos metodológicos, discutidos por Araújo e Abib (2003), como também as possibilidades de recursos tecnológicos e suas funcionalidades serem acrescentados no momento da prática, como os exemplos de utilização de: (1) Multimídias; (2) Uso de *softwares*, (3) Uso de *internet*, por meio de computadores e dispositivos móveis, dentre outros, como um facilitador no momento da experimentação no Ensino de Ciências (FIGUEIREDO; COSTA;

WERNECK, 2013; ESPÍNDOLA; VELLOSO, 2017; RAFALSKI; SILVA; VIEIRA JÚNIOR, 2019).

Em um pensamento atual da experimentação, há um consenso na academia que o caráter investigativo, que é o viés progressista da Atividade Experimental, é o mais aceito e recomendado, tanto no âmbito geral das Ciências, quanto em nossa área de averiguação o Ensino de Ciência/ Biologia (ARAÚJO; ABIB, 2003; CARVALHO et al., 2013; SCARPA; SILVA, 2013; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015; SCARPA; CAMPO, 2018). Sendo uma prática voltada para a investigação de fenômenos, leis e teorias, com o propósito de problematizá-las e questioná-las, por conseguinte, de favorecer a construção do senso crítico, reflexivo e autônomo dos alunos durante o processo de aprendizagem.

Scarpa e Campos (2018) afirmam que esse tipo de proposta envolve a ocorrência de um experimento construtivista e se apresenta sob três consensos: a valorização das concepções prévias dos estudantes; a importância das interações entre indivíduo e objeto de conhecimento; e a necessidade das interações sociais na construção do conhecimento.

Convém ainda acrescentar que a experimentação investigativa no Ensino de Ciências/ Biologia tem uma dificuldade maior, tendo em vista sua complexidade¹ e especificidade dos sistemas biológicos, pois não é possível controlar e manipular plenamente os fatores internos (fisiológicos) e externos (ambientais) e suas variáveis que muitas vezes são dependentes (SCARPA; SILVA, 2013; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015; SCARPA; CAMPO, 2018).

Acrescentamos a este contexto que, concomitantemente às mudanças paradigmáticas no Ensino de Ciências, as atividades experimentais passaram a contar com o suporte dos recursos tecnológicos. No tocante a isso, Rosa (1995) e Araújo e Abib (2003) sinalizam que já nas décadas de 1970 e 1980 com o início da popularização dos computadores, as tecnologias tornaram-se presentes em pesquisa e ensino, permanecendo assim até os dias atuais.

De maneira contínua, também ocorreram desenvolvimento de tecnologias e apareceram outras possibilidades que foram incorporadas na sociedade, na pesquisa e no ensino, como nas pesquisas de tecnologias móveis no processo de ensino e aprendizagem ou aprendizagem móvel (TRAXLER, 2013; UNESCO, 2013; BARROS, 2014; 2017). Sabemos que um dos principais fatores são as funcionalidades dos aparelhos que possibilitam a realização de atividades em caráter informativo e de entretenimento (BARROS, 2014; 2017). Outro fator de significância tem sido a popularização dos *smartphones* no cotidiano dos cidadãos, possibilitando, com isso, serem também utilizados para o ensino.

¹Quando tratamos de complexidade na pesquisa, optamos em definir por Battam (2004) “o que torna algo complexo não é apenas a diversidade ou número de suas componentes, mas sua interconectividade” (p. 36).

Assim, quando falamos em tecnologia móvel, nossa mente nos remete automaticamente aos dispositivos móveis que podem ser definidos como dispositivos computacionais portáteis, tais como: “celulares, *smartphones*, Assistente Pessoal Digital (PDA), MP3, MP4, DVD, computadores portáteis (*notebooks* e *netbooks*)” (BARROS, 2014, p. 20). Quando conceituamos notamos que as discussões com os dispositivos móveis já são uma realidade no ensino com a aprendizagem móvel, que foram e são amplamente utilizados como ferramentas pedagógicas pelos docentes no momento de ensino e aprendizagem (TRAXLER, 2013; UNESCO, 2013; BARROS, 2014; 2017), o que nos norteou o interesse dessa pesquisa.

Neste sentido, apresentamos uma pesquisa de proposição e aplicação de uma Sequência Didática com experimentação investigativa, utilizando dispositivo móvel no ensino de Ciências/ Biologia.

Alguns dos motivos que conduziram a nossa pesquisa surgiram a partir das leituras e o desenvolvimento do nosso Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), o qual teve o objetivo de realizar uma revisão bibliográfica a respeito da atividade experimental no Ensino de Biologia no país. Dois dos resultados detectados no trabalho de TCC nos chamaram a atenção foram: (1) Maior número de artigos analisados com experimentações demonstrativas e de verificação, o que nos estimulou a conduzir uma pesquisa voltada para a experimentação investigativa; (2) A baixa utilização dos recursos tecnológicos na experimentação, o que aguçou a possibilidade e o desejo de desenvolver uma pesquisa nessa vertente.

Como também os textos de Rosa (1995) e Araújo e Abib (2003), ambos do Ensino da Física, os quais trazem a verificação significativa da relação dos computadores e tecnologias na experimentação, fizeram-nos questionar o uso dessa estratégia no ensino de Biologia com o apoio das tecnologias atuais. Tais textos se tratam de pesquisas bibliográficas, diferentemente da nossa pesquisa que propôs e executou um estudo prático.

Mediante os contextos apresentados, pensamos em propor a seguinte relação: Experimentação com o viés investigativo (Estratégia de Ensino) e o Dispositivo Móvel (Recurso didático), no Ensino de Ciências/ Biologia.

Vale ressaltar que, realizamos buscas de trabalhos relacionados a esse enfoque de pesquisa, que demonstrou a insipiência da relação das atividades experimentais com o uso de dispositivos móveis, aprendizagem móvel, no país.

Além disso, durante as buscas dos trabalhos relacionados, notamos dois artigos que articularam o uso dos recursos tecnológicos com aspectos metacognitivos tanto para treinamento de habilidades metacognitivas em ambientes virtuais, proposto por Lemos et al (2014), quanto para verificação de aprendizagem, a partir de um olhar metacognitivo, artigo

de Kautzmann e Jaques (2016).

Desta maneira, percebemos a importância de trazer aspectos da metacognição para pesquisa, segundo a qual para que a aprendizagem seja efetiva, é fundamental que o aluno construa o seu conhecimento (WADSWORTH, 1993), tendo como suporte o processo reflexivo do aluno sobre o fenômeno estudado. O que está de acordo com o viés progressista da Atividade Experimental.

Nesta vertente, optamos em direcionar a análise da nossa pesquisa para as estratégias metacognitivas que possam emergir durante aprendizagem dos alunos, tanto nas interações discursivas, como também, nos materiais desenvolvidos por eles.

Como consequência de todas estas inquietações, norteamos nossa pesquisa em averiguar se a atividade experimental investigativa, por meio da aprendizagem móvel, pode promover reflexões metacognitivas no Ensino de Ciências.

Desse modo, a nossa pesquisa teve como objetivos: analisar a aplicação de uma Sequência Didática com experimentação investigativa, em uma turma do 7º ano do ensino fundamental incorporando aprendizagem móvel; e, averiguar a presença das estratégias metacognitivas durante a aplicação da Sequência Didática, categorizando-as de acordo com Araújo (2009) e Lucena (2013).

Para melhor compreensão dos objetivos da nossa pesquisa, dispomos da seguinte maneira:

No Capítulo 1, apresentamos a conceitualização, contextualização e abordagem da Atividade Experimental Investigativa utilizada no estudo.

No Capítulo 2, aproximamos o caráter geral da Tecnologia Móvel e a sociedade, e sua articulação com a atividade experimental e a aprendizagem móvel.

No Capítulo 3, fundamentamos os estudos da Metacognição, e sua aplicação no Ensino das Ciências.

No Capítulo 4, apresentamos nosso percurso metodológico.

No Capítulo 5, descrevemos e analisamos nossa Sequência Didática, apresentando os resultados encontrados no nosso estudo.

E, por fim, evidenciamos nossas conclusões nas Considerações Finais, Capítulo 6.

CAPÍTULO 1: ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A atividade experimental é uma estratégia didática que tem diversos entendimentos na própria literatura de Ensino de Ciências, tornando-se, de certa forma, controversa entre os pesquisadores da área (HODSON, 1988; LEITE, 2001; LIMA; TEIXEIRA, 2011). Assim, Leite (2001) expõe a definição de atividade experimental, posta pelo professor e pesquisador Derek Hodson no estudo *experiments in science and science teaching* de 1988, que caracterizou e diferenciou os termos “trabalho prático”, “trabalho laboratorial”, “trabalho de campo” e “trabalho experimental” na Educação em Ciências.

Com a intenção de tratarmos e considerarmos os referidos termos na pesquisa, citamos o estudo de Leite (2001) segundo a base de Hodson (1988):

Trabalho Prático é o conceito mais geral e inclui todas as actividades que exigem que o aluno esteja activamente envolvido. Se interpretarmos este envolvimento como podendo ser de tipo psicomotor, cognitivo ou afectivo, o trabalho prático pode incluir actividade laboratório, trabalho de campo, actividade de resolução de exercícios ou de problemas de papel e lápis, utilização de um programa informático de simulação, pesquisa de informação na internet [...] **trabalho Laboratório**, por seu turno, inclui actividades que envolvem utilização de materiais de laboratório (mais ou menos convencionais). Apesar de estes materiais também poderem ser usados nas actividades de campo, as actividades laboratórios realizam-se num laboratório ou, à falta deste (e desde que não haja problemas de segurança), numa sala, enquanto que as **actividades de campo** tem lugar ao ar livre no local onde os fenómenos [...] **trabalho experimental inclui actividade que envolvem controle e manipulação de variáveis e que podem ser: laboratórios [...], campos [...], práticos** (p. 78, grifos nossos).

A partir da citação, diferenciamos o trabalho experimental ou atividade experimental das demais práticas pedagógicas. A citação acima também faz menção aos trabalhos de informática, simuladores e pesquisas no ambiente virtual fazendo parte das atividades práticas.

Outra perspectiva é a classificação da atividade experimental que, como já mencionamos na introdução, é norteada pelo estudo de Araújo e Abib (2003), sendo desta forma, considerada do tipo: demonstrativa, de verificação e investigação. Para isto, apresentamos a Figura 1 que consiste em um quadro resumo elaborado por Oliveira (2010), que também considerou Araújo e Abib (2003), e destaca uma interessante discussão quando enfatizaram de forma ampla as características da **atividade experimental investigativa** e suas diferenças da experimentação demonstrativa e de verificação, com o papel do professor, do educando, roteiro de atividade experimental, posição ocupada na aula, algumas vantagens e desvantagens das abordagens; como vemos a seguir:

Figura 1 – Principais características das atividades experimentais de demonstração, verificação e de investigação.

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Fonte: Oliveira (2010, p. 151)

A partir da conceitualização das diferentes abordagens de atividades experimentais, e as formas de práticas que podem ser propostas no Ensino de Biologia, como visto na Figura 1, evidenciamos a atividade experimental investigativa para melhor compreensão da abordagem e seus enlaces durante o processo de ensino e aprendizagem. Apresentaremos no próximo tópico uma breve introdução da Atividade Experimental no país.

1.1 UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA SOBRE ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO BRASIL

O primeiro marco temporal da atividade experimental no Brasil é a inclusão dos materiais didáticos no Ensino "Secundário", e conseqüentemente no Ensino de Ciências que ocorreu ainda em meados do século XIX, mais especificamente, no ano de 1838. Tendo origem nas "apostilas, compêndios, livros didáticos ou cadernos de trabalho", materiais estes que influenciaram diretamente o ensino nos conteúdos, metodologia e organização que os

docentes utilizavam na época (LORENZE; BARRA, 1986, p. 1970).

Não obstante, Lorenze e Barra (1986) sinalizam que os “livros” utilizados no Ensino de Ciências, “Física, Química e Biologia” no século XX, anteriormente à década de 1950, apresentavam características meramente informativas e ilustrativas, carecendo de atividades e problemas. Com uma perspectiva de “transmissão e aquisição de conteúdos”, os procedimentos de ensino não possibilitavam uma formação com habilidades científicas aos alunos. Outro aspecto negativo desses materiais, segundo os autores supracitados, é que eles eram direcionados à realidade e exemplos das escolas europeias, sendo que as práticas experimentais nessa passagem de século ainda não eram exploradas e mencionadas nos materiais brasileiros.

Nardi (2005) propõe uma reflexão interessante sobre os materiais didáticos brasileiros no período de 1838 - 1950, pois eles eram um claro reflexo do Ensino de Ciências europeu. Este quadro começa a ser modificado e desenvolvido no ano de 1946, a partir de três instituições: Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura (IBECC), Fundação Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciência (FUNBEC) e o Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciência (PREMEN), que implicaram fortemente nas mudanças dos materiais didáticos e nas formações dos professores no período de 1950 até 1980 (LORENZE; BARRA, 1986; LIMA, 2015).

Segundo Lorenze e Barra (1986), Abrantes e Azevedo (2010) e Lima (2015) foi graças ao Decreto Federal nº 9.355, que foi criado o IBECC no estado do Rio de Janeiro, sob influência da Comissão Nacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Quatro anos mais tarde, a instituição estendeu suas atividades também para o estado de São Paulo. O IBECC de São Paulo influenciou fortemente na produção e disseminação dos materiais didáticos, divulgação científica, formação de professores e o ponto central do nosso estudo que é a Atividade Experimental no Ensino de Biologia (NARDI, 2005; TEIXEIRA, 2013).

Segundo Lorenze e Barra (1986) e Teixeira (2013), este movimento de criação do IBECC no campo da educação em Ciências foi decorrente dos ideais e influências internacionais, que buscavam a construção de um sistema educacional para preparação da sociedade, propiciadas pelas orientações políticas educacionais da UNESCO. As sedes do IBECC foram financiadas pelas Fundações *Rockefeller* e *Ford* e pelo Ministério da Educação (MEC), com a adoção de equipamentos, matéria-prima, apoios técnicos e financeiros (LORENZE; BARRA, 1986; TEIXEIRA, 2013).

Estes movimentos educacionais e, conseqüentemente na Educação em Ciências,

ocorreram graças ao contexto mundial da época, conforme resume o trecho a seguir:

O vínculo entre o ensino de ciências no Brasil e os Estados Unidos, via UNESCO e Fundação *Rockefeller* ilustra o reflexo do contexto histórico [...] Depois da segunda guerra mundial os diversos países uniram-se em termos de afinidades ideológicas, interesses econômicos e militares, em torno de duas superpotências: ou dos Estados Unidos da América (EUA) ou da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Vivia-se o contexto conhecido por Guerra Fria, período compreendido entre o final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, até a extinção da União Soviética, em 1991, no qual não havia uma guerra com conflito bélico direto entre estes dois países, mas sim um conflito de ordem política, econômica, social e ideológica, no qual os países se agrupavam em dois blocos: o de capitalistas e o de socialistas (TEIXEIRA, 2013, p. 273).

Outro marco temporal que mudou a forma de se ensinar Ciências ocorreu em virtude do lançamento do *Sputnik* pela antiga União Soviética, atual Rússia, no final da década de 1950, deixando importantes países, como EUA e Inglaterra para trás na corrida espacial, nações essas que faziam parte do comitê nacional de materiais didáticos do mundo ocidental.

Notabiliza-se, então, que o movimento social e tecnológico do século XX reverberou fortemente no modo de ensinar dos países na época. Nesse contexto, Lorenze e Barra (1986) apontaram que os investimentos resultaram na compra e confecção de materiais e equipamentos para o Ensino de Ciências, como: “livros textos, equipamentos e material de apoio para atividade prática em laboratório” ou *kits* experimentais (p. 1971, 1972). Houve, assim, a adoção de métodos experimentais no ensino do país.

De acordo com Nardi (2005) e Teixeira (2013), o primeiro movimento de elaboração e construção dos *kits* experimentais, no Ensino de Ciências, estava voltado ao Ensino de Química, para o Segundo Grau, que é o atual Ensino Médio, surgido ainda no ano de 1952, a partir do IBECC, e anos após apoiados pelo FUNBEC, com um viés de expansão industrial. O *kit* em questão, inicialmente poderia ser comprado e continha os seguintes itens: uma caixa de material, voltada para experimentação; folhetos de instruções, fornecidos mensalmente. Tais materiais inicialmente eram comprados pelo Ministério da Educação e distribuídos às escolas.

Um ponto marcante do estudo de Lorenze e Barra (1986) evidenciam que a partir da análise da ata do IBECC de 1956, já era pontuada a distribuição de materiais elétricos para as instituições de ensino no país, remetendo aos aspectos da tecnologia da época. No entanto, os autores não mencionam a finalidade dos materiais.

Ainda segundo Nardi (2005) e Teixeira (2013) foi desenvolvido, no ano de 1955, o projeto “Iniciação Científica” do IBECC, que possibilitou a produção de *kits* para o Ensino de Química, Física e Biologia, ampliando-se agora para os cursos, primário e secundário da época. A partir da popularização dos *kits* na década de 1950, o governo paulista verificou a

potencialidade dos materiais e os adquiriu, fornecendo-os para os colégios estaduais. Mesmo assim, o IBECC continuou o fornecimento de vendas à sociedade, a partir do qual os alunos poderiam comprar e ter em sua própria casa o “Laboratório Experimental” (LORENZE; BARRA, 1986).

Com isso, podemos observar as implicações das mudanças sociais e tecnológicas no modo de ensinar, as quais forçam os sistemas educacionais a se adequarem, reverem e modificarem os materiais, os currículos e o foco do Ensino das Ciências. Isto se tornou evidente a partir das reformulações dos materiais e currículos no segundo grau, nas décadas de 1960 e 1970 no EUA e Inglaterra, e, porquanto nos países aliados, dentre os quais se encontrava o Brasil. Existiu, portanto, uma nova disseminação e outro perfil de Ensino de Ciências que se tornou evidente nos currículos e materiais didáticos Estadunidenses e Ingleses apoiados pelos seguintes Projetos: os Estadunidenses = “*Chemical Educational Material Study*” (CHEMS), “*Biological Science Curriculum Study*” (BSCS), “*Chemical Bond Approach Project*” (CBA) e “*Introductory Physical Science*” (IPS) e o Inglês = *Nuffield* com as mesmas três disciplinas.

Todos estes materiais foram atrelados aos currículos para o ensino de Biologia, Química e Física, de modo que os mesmos foram traduzidos e divulgados no Brasil devido aos acordos do Ministério da Educação e Cultura e a U.S “*Agency for International Development*” (MEC-USAID). Os referidos currículos tinham a seguinte proposta:

A característica comum a todos esses materiais curriculares desenvolvidos nos dois países que a ênfase dada à vivência do processo de investigação científico pelo aluno. Os alunos participavam em atividades que lhes possibilitavam, assim, “prática” ou “fazer” ciências pelo chamado “método científico”. (LORENZ; BARRA, 1986, p. 1973)

Nesse sentido, segundo Galiazzi et al (2001) as atividades propostas pelos projetos americanos e pelo projeto inglês tinham uma abordagem de demonstração e de verificação. Porém, começou-se a pensar também na formação do cidadão, a partir do saber científico, promovendo, dessa maneira as discussões do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), visto a seguir.

1.1.1 Ensino de Ciências por Investigação (EnCI)

Antes de tratar sobre a EnCI, remetemos mais uma vez às diversas modificações que estavam ocorrendo em nosso contexto social no século XX, perpassando pela indústria, tecnologia, bélica, educação e, por conseguinte, pelo modo de ensinar. Consequentemente, foi

necessário que o processo formativo mudasse, a fim de adequar-se às demandas da sociedade moderna.

Logo, nessa tentativa de mudar o ensino, buscou-se alterar a perspectiva de “transmissão” de conhecimentos, ainda centrada no modelo newtoniano / cartesiano de uma Ciência fragmentada, por uma perspectiva voltada mais para aprendizagem dos alunos; procurando formar um perfil crítico, reflexivo e questionador dos conceitos, leis, fenômenos e teorias das Ciências Naturais (BEHRENS, 1999).

De acordo com Leite (2001) e Barrow (2006), no início do século XX, no continente americano, por Dewey no EUA; e no continente europeu por Kerr na Inglaterra, começaram a ser discutidas as mudanças oriundas do ensino por investigação. Estes autores referiam que essas mudanças eram voltadas para ações e práticas de manipulação de laboratórios, para compreensão teórica das Ciências, levando em conta o contexto da época. Em contrapartida, Leite (2001) e Zômpero e Laburú (2011) indicaram em seus estudos, que esta forma de pensar e ensinar Ciências é ainda mais antiga, datada desde o século XIX, porém não especificam sua origem.

Pontuamos que o ensino por investigação, ao longo dos anos, obteve vários significados, dependendo do contexto temporal. Já, quando buscamos compreender o significado do ensino por investigação no contexto atual do Ensino das Ciências, defendido por autores, como Carvalho (2013; 2018) e Scarpa e Campos (2018), sabemos que tem como aporte teórico a corrente do construtivismo de Jean Piaget e Lev Vigotsky para o processo de ensino e aprendizagem.

Ao olhar para base teórica do contexto atual, Scarpa e Campos (2018) sintetizaram que é um esforço de mudança de posturas do docente e dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Todavia, sabemos quão ampla é esta corrente, assim Carvalho (2013; 2018) e Scarpa e Campos (2018) expuseram em seus estudos, os três “consensos construtivistas”, e os teóricos que fundamentam: (1) “a valorização das concepções prévias dos estudantes” - Jean Piaget, (2) “a importância das interações entre indivíduo e objeto de conhecimento” - Jean Piaget e (3) “a necessidade das interações sociais na construção do conhecimento” - Lev Vigotsky (p. 25). Ponto este que refletiu no modo de experienciar o Ensino de Ciências, possibilitando a integração ativa dos alunos no processo educacional, e tornando mais tênue à linha entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar, podendo ser definido pelas autoras, como:

[...] está pautado pela ideia do uso de estratégias didáticas que **buscam envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, por meio da**

geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los, com coleta, análise e interpretação de dados que levem a formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexão sobre o processo [...] Nesse sentido, o ensino por investigação é mais do que uma estratégia didática ou uma metodologia de ensino, é uma perspectiva de ensino ou uma **abordagem didática**. (SCARPA; CAMPOS, 2018, p. 15, grifos nossos)

A partir desses pilares teóricos e da definição, notamos que o ensino por investigação busca e proporciona uma educação científica que privilegia articulação conceitual e teórica que envolva as questões e problemas de nossa sociedade em um viés investigativo, que os alunos atuem (posição ativa) para: (1) *aprender ciências*, (2) *aprender sobre ciências* e (3) *aprender a fazer ciências* durante seu processo formativo escolar (HODSON, 2014). Dimensões que foram articuladas em três eixos da Alfabetização Científica (AC) por Sasseron e Carvalho (2008), como podem ser visto no trecho:

[...] **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia. [...] **compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder. [...] **entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente** e perpassa pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias. (p. 335)

Notamos que, as três dimensões foram postas de forma prática, podendo assim ser planejadas e aplicadas no contexto escolar e proporcionando uma alfabetização científica aos alunos.

Vale ressaltar que, comungamos com o pensamento de Scarpa, Sasseron e Silva (2017) no tocante à afirmação a seguir, vejamos:

A **Alfabetização Científica** não é uma habilidade, mas um conjunto delas; é uma atitude, uma maneira de se posicionar em sociedade com respeito a situações que envolvam as ciências. Por isso mesmo, a Alfabetização Científica não pode ser alcançada apenas por meio do ensino de conceitos científicos, ainda que eles sejam muito importantes para a mesma. (p. 12, grifo nosso)

Essas habilidades que são citadas por Scarpa, Sasseron e Silva (2017) são associadas ao próprio trabalho de um cientista (antes-durante e após) uma pesquisa, levando em conta o contexto escolar.

Nesse contexto atual do ensino, buscamos também verificar o documento nacional que regula o sistema educacional na Educação Básica, que é a Base Nacional Comum Curricular

(BNCC) da Educação Básica. Verificando tanto as aproximações do ensino por investigação nas suas competências gerais, quanto às competências específicas da área de interesse da nossa pesquisa, e encontramos (BRASIL, 2018):

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, **incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.** (p. 9, grifo nosso)

Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da **investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.** (p. 322, grifo nosso)

Logo, é notória a relevância de que o documento confere ao ensino por investigação no Ensino Fundamental, tanto no olhar geral de todas as disciplinas, como nas disciplinas das Ciências da Natureza para formação cidadã na atualidade. Outro fato perceptível nas citações são as menções da relação da investigação com as soluções e questões tecnológicas.

Outro ponto importante, sobre o ensino por investigação é mencionado por Carvalho (2018), quando apresenta os níveis de investigação ou grau de liberdade intelectual que são dados aos alunos durante uma atividade investigativa, conforme o Quadro de Banchi e Bell (2008), demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Quadro de níveis de investigação

Níveis de investigação	Questão	Procedimento	Solução
1 – Investigação de confirmação Os alunos confirmam uma proposição, através de uma atividade, quando os resultados são conhecidos antecipadamente.	✓	✓	✓
2 – Investigação estruturada Os alunos investigam uma pergunta apresentada pelo professor, através de procedimentos prescritos.	✓	✓	
3 – Investigação guiada Os alunos investigam uma pergunta apresentada pelo professor, usando procedimentos desenhados/selecionados pelos alunos.	✓		
4 – Investigação aberta Os alunos investigam questões que são formuladas por eles próprios, a partir de procedimentos desenhados/selecionados pelos alunos.			

Fonte: Banchi e Bell (2008, p. 27).

1.1.2 Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

Chegamos então na Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que foi desenvolvida por Carvalho (2013). Evidenciamos que a SEI é dividida em quatro etapas: (1) Distribuição de material experimental e proposição do problema pelo professor, (2) Resolução do problema pelos alunos, (3) Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos e, por último, (4) Escrita e desenho.

Destacamos que, é um importante meio didático da pesquisa, tendo em vista possibilitar um planejamento e organização com fundamentação epistêmica compatível com um viés construtivista e sua finalidade didática para o Ensino de Biologia. Delimita ainda o porquê de cada momento didático, principalmente buscando entender as complexidades e situações intrínsecas dos sistemas biológicos, e as dificuldades decorrentes deste, ao aplicar um ensino por investigação nessa área do conhecimento.

Nesse cenário, Scarpa e Silva (2013), Trivelato e Tonidandel (2015) suscitam que o ensino por investigação em fenômenos biológicos são difíceis de serem controlados, já que muitas vezes podem depender de tempo, espaço, fatores extrínsecos do ambiente, fatores intrínsecos da fisiologia dos organismos e ainda os inúmeros fatores e/ou variáveis que devemos considerar ao levar uma experimentação no Ensino de Biologia.

Destarte, Trivelato e Tonidandel (2015) trazem os eixos organizadores para sequência de Ensino de Biologia por investigação: (1) Proposição de um problema, (2) Trabalho com dados, (3) Dados iniciais, (4) Papel da hipótese, (5) Construção de afirmações e (6) Metodologias de investigação.

Conforme já mencionado, nossa pesquisa propôs e aplicou uma Sequência Didática com experimentação investigativa, utilizando dispositivos móveis. Porém, deve-se pontuar que Carvalho (2013) já mencionava que durante o processo de planejamento de uma SEI, poderiam aparecer elementos “Para saber mais” como, os recursos: “texto (ou do vídeo), do jogo, da simulação, entre outros” (p. 17). Sasseron (2013) complementa enfatizando que durante o planejamento da SEI é pertinente aproximar os equipamentos tecnológicos da realidade dos alunos com o ensino investigativo.

Para finalizar o tópico, caracterizamos o principal meio de obtenção do *corpus* da pesquisa que é a “comunicação científica” entre os participantes, por meio da (argumentação, divulgação de ideias e interações discursivas), presentes em uma sala de aula, com viés construtivista e que possibilita uma cultura científica dos alunos, no Ensino das Ciências, pontos discutidos por Carvalho (2013) e Sasseron (2013) e outros pesquisadores da área. Tais

interações discursivas são estabelecidas tanto entre alunos, quanto entre alunos e docente, durante uma Sequência Didática.

Em seguida, apontaremos os trabalhos nacionais que relacionaram (atividades experimentais e recursos tecnológicos).

1.2 TRABALHOS RELACIONADOS ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E À TECNOLOGIA

Pesquisando os artigos brasileiros que aplicaram as Atividades Experimentais com algum recurso tecnológico, no Ensino de Ciência/ Biologia, selecionamos os eventos Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBio) e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC); e em três periódicos de referência na área: Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT), Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) e Revista Novas Tecnologias na Educação (RENTE), no período de 2013 à 2019.

Para a seleção dos artigos, utilizou-se um protocolo sistemático de busca a partir dos termos: “Experimentos”, “Experimentação”, “Atividades Experimentais”, “Relato de Experiência”, “Pesquisa”, “Tecnologia” e “TIC”, nos títulos, resumos e palavras-chave. Vale ressaltar que não utilizamos critérios de exclusão para determinado dispositivo e/ou funcionalidade tecnológica, tendo em vista, que as várias funcionalidades podem ser executadas por inúmeros dispositivos tecnológicos distintos.

A partir das buscas foram identificados 11 (onze) artigos, que foram caracterizados e agrupados, com as funções de: (1) Ambientes de simulação *online*; (2) Multimídia; (3) Interpretação de dados; (4) Uso do *software Office*; (5) Uso de *internet*, por meio de computador; (6) Dispositivo móvel e (7) Robótica, sendo eles:

Iniciamos com o estudo de Figueiredo, Costa e Werneck (2013) que relataram e testaram um ambiente de simulação em Inteligência Artificial² (IA), de atividades de uma colméia para o ensino de Biologia direcionado ao ensino de Ecologia, que envolvem as variáveis de: clima, duração e tempo da florada de diferentes plantas, ventos e umidade do ar. A partir da simulação verificamos o crescimento e comparação de curvas populacionais, em fator do tempo, dentre outras variáveis de análise.

Já na pesquisa de Zavala, Axt e Reategui (2015) apresentaram e aplicaram um

²A Inteligência Artificial (IA) é uma área da Ciência da Computação que busca criar sistemas computacionais que possam resolver problemas, raciocinar sobre fatos, compreender linguagens, simular um especialista, etc. (FIGUEIREDO; COSTA; WERNECK, 2013, p. 109).

simulador Città, que é uma ferramenta metodológica, o qual faz parte do projeto de jogos digitais educacionais: Cidades Virtuais e Tecnologias para Aprendizagem e Simulação (CIVITAS); que serve como viés de experimentação para pensar-sentir-pesquisar, em uma Cidade Viva. A pesquisa foi aplicada em duas salas do 8º ano, a aplicação foi realizada com propósito de “discutir políticas públicas sustentáveis que respeitam e preservam o meio ambiente a partir dos princípios do Città” (p. 5).

França e Malheiro (2017) realizaram o uso de um vídeo (recorte do filme Titanic) durante uma experimentação sobre o conteúdo de densidade em uma atividade experimental investigativa no Ensino Fundamental. Nesse sentido, o vídeo foi utilizado em um momento distinto da atividade experimental. Assim, faz-se necessário enfatizar que o vídeo é enquadrado em uma função de multimídia que pode conter diversos elementos (animados ou parados) como: textos, sons e imagens (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Já os estudos de Jacques et al., (2016) e Meira Martins et al., (2017) trabalharam o conteúdo de sentidos (som e visão), apresentando assim a mesma usabilidade da modalidade multimidiática e, paralelamente, exibindo duas semelhanças entre elas: (1) O experimento aplicado e (2) O conteúdo voltado para a compreensão dos sentidos apropriado para o Ensino Fundamental. Caracterizamos que o estudo do referido autor, utilizou o dispositivo móvel para executar diferentes sons no teste de audição. Sob outra perspectiva, Meira Martins et al. (2017) utilizaram o *Data show* para demonstrar o teste de visão.

Almeida et al., (2017) trazem o uso do pacote *office software* com a função *Excel* para tabular os dados do experimento, agindo com a modalidade de interpretação de dados, a partir de uma sequência didática focada no conteúdo de Botânica no Ensino Médio. De outra forma, Fernandes et al., (2017) utilizaram também o *software office*, no entanto, com a função *PowerPoint* para evidenciar imagens e figuras em *slides* em turmas de Educação Especial, que contemplava a Educação de Jovens Adultos (EJA), em uma atividade experimental investigativa com o conteúdo “Água”, porém em uma função multimídia, de acordo com a função dada.

Espíndola e Velloso (2017) e Heckler e Galiuzzi (2017), trouxeram a funcionalidade da *internet* ou recursos da *hipermídia* para atividade experimental. Verificou-se no artigo de Espíndola e Velloso (2017), uma atividade experimental com o conteúdo de Nutrientes em uma turma do Ensino Médio, com o uso do *skype*³ para uma *webconferência*⁴.

³Skype – *Software* que permite comunicação de voz pela *internet* através de conexões sobre VoIP (Voz sobre IP) e pode substituir a linha telefônica tradicional. (CGI.br, 2017, p. 423)

⁴*Videoconferência* – Comunicação de imagem (vídeo) e voz via *internet*. (CGI.br, 2017, p. 423)

Já, Heckler e Galiuzzi (2017) aproximaram a *internet* com o conteúdo “Efeito Estufa”, contemplada em uma disciplina especial de Educação à Distância (EAD), no curso de formação de professores, ressaltando as seguintes perspectivas tecnológicas: mediação pela *web* usa de simuladores computacionais na experimentação, uso de *hyperlinks* para interações em meio dos fóruns, *chat* e *webconferência*, pelo qual foi possível realizar atividades com função de simulação como realidade virtual durante a atividade experimental.

E mais, Montanari (2017) discorre sobre o ambiente virtual “auladeembrio” que vem sendo utilizado pelo curso de Ciências Biológicas, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), para o viés de aulas teóricas e práticas (experimentos que envolvem a observação de microscopia). Esta plataforma de aprendizagem *Moodle* é voltada para disciplina de “Embriologia”, no que abrange “Biologia Celular”, “Histologia” e “Anatomia”, sendo utilizada no processo de ensino e aprendizagem na: apresentação de *PowerPoint* em sala e acompanhamento presencial e virtual dos alunos por dispositivos móveis.

Ferreira e Zorzal (2018) apresentam uma pesquisa de aplicação de experimentos com Realidade Aumentada, para alunos do 5º ano do Ensino Fundamental e o ensino de conteúdos do Sistema Solar. O recurso tecnológico foi desenvolvido pelo “PlanetARio”, que é uma página na *Web* que disponibiliza nove marcadores (por meio de *QR code*), que representam os corpos celestes presentes no Sistema Solar. Para realização da prática, foram utilizados *smartphones* e *tablets* com acesso à *internet*.

Por fim, Rafalski, Silva e Vieira Júnior (2019) apresentam um relato de experiência de um projeto de robótica educacional interdisciplinar, em um Espaço *Maker*⁵, com experimentações voltadas para alunos do Ensino Fundamental. A partir da pesquisa foram desenvolvidas atividades de automação, eletrônica, robótica, criação de solução e prototipagem. Para aplicação e construção dos experimentos foram reutilizados materiais e robóticas simples com Arduino e Lego *Mindstorms*, um exemplo de experimento foi a construção de um protótipo de hidroponia para a horta escolar.

A partir desse levantamento bibliográfico e dos artigos localizados e brevemente apresentados, notamos uma lacuna em pesquisas voltadas para a proposição e aplicação de uso de dispositivos móveis em atividades experimentais, no Ensino de Ciências/ Biologia, no contexto nacional. Tal lacuna, já tinha sido exposta por Souza Neto, Lima e Araújo (2019) em uma pesquisa bibliográfica, na qual apresentaram as potencialidades dos dispositivos

⁵Espaço *Maker* como um ambiente de aprendizagem, criando oportunidade de dar sentido ao que estão aprendendo, buscando soluções que gerem aprendizado relacionado à vida (RAFALSKI; SILVA; VIEIRA JÚNIOR, 2019, p. 277).

tecnológicos, na experimentação biológica, contudo, não comprovadas em aspectos práticos do ensino. Pontos esses que aguçaram nossa pesquisa, na busca de preencher a lacuna supracitada.

No próximo capítulo, aprofundaremos esse debate apontando os aspectos referentes aos dispositivos móveis no ensino.

CAPÍTULO 2: AS TECNOLOGIAS NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A nossa sociedade vem se modificando em virtude das transformações decorrentes da revolução tecnológica. Neste sentido, a inclusão torna-se cada vez maior ao longo dos anos, de maneira que se faz necessário que as pessoas se adéquem para atuar e se familiarizem com o progresso das ferramentas tecnológicas (KENSKI, 2003; KOHN; MORAES, 2007; BRASIL; SANTOS; FERENHOF, 2018).

Sendo assim, os recursos tecnológicos passaram a ser incorporados na formação cidadã e no processo educacional. Destacamos que logo no começo da inclusão, grandes nomes da Educação Tecnológica, como Seymour Papert, Alan Kaye e Pierre Lévy, afirmaram que os recursos tecnológicos teriam que ser incorporados à educação, porém esta inclusão por si só, não garantiria uma mudança no ensino e aprendizagem, tendo que ser planejada e conduzida corretamente. Desta forma, faz-se necessário que exista uma direção no modo de ensinar e nas estratégias didáticas, a fim de atender as demandas promovidas pelos avanços tecnológicos (COSCARRELLI, 1998; MERCADO, 2002; KENSKI, 2003; CASTANHA; CASTRO, 2010; COSCARRELLI, 2016).

Para entender este avanço dos recursos tecnológicos na Educação e no Ensino, é pertinente compreender o quão ramificados são os equipamentos fixos, móveis e *Internet of Things* (IoT) e que eles têm fundamentalmente duas partes de funcionamento. Dividida em parte física que são os *hardwares* dos recursos que estes sofrem constantes evoluções de aperfeiçoamentos, e a parte lógica que são os *softwares* que possibilitam inúmeras funções no contexto social e educacional (SILVA et al, 2019).

Para sistematizar as mudanças que ocorreram na sociedade e, conseqüentemente, no processo educacional sob influência das tecnologias móveis e seu *hardware*, montamos o Quadro 1, dispondo a cronologia das interações entre as gerações e o recurso tecnológico. Posto isso, pontuamos as gerações, faixas temporais e os marcos tecnológicos dos dispositivos móveis na educação.

Quadro 1 – Gerações e marcos tecnológicos dos dispositivos móveis na educação

Gerações	Marcos tecnológicos dos dispositivos móveis em cada geração
Baby boomers (1948-1963): Geração que inicia com o <i>boom</i> de crianças que nasceram no pós-guerra e a retomada da produção industrial para atender ao crescimento populacional da época (CAMARANO; KANSO; MELLO, 1999).	
Geração X (1964-1977): Nasceu em meio à recessão, desemprego e autoritarismo, sofrendo com a Guerra Fria e do Vietnã.	Para começar a discussão de dispositivos móveis na educação, trazemos Valente (2014) que menciona que o primeiro a propor este uso de computadores portáteis para fins de ensino e aprendizagem em crianças foi Alan Kay em 1968, sendo fortemente influenciado pela pesquisa de Seymour Papert e o Logo que aconteceu no <i>Massachusetts Institute of Technology</i> (MIT). Valente e Martins (2011) e Valente (2014) pontuam que o primeiro protótipo de computador portátil foi construído pela <i>Learning Research Group (LRG)</i> por Alan Kay, que nesta época era funcionário da <i>Xerox Palo Alto Research Center</i> (PARC) no ano de 1972. Ressalta-se que tais idealização e construção foram desenvolvidas para finalidade de ser um dispositivo pessoal e interativo, no qual as crianças poderiam simular fenômenos das Ciências (Biologia, Química e Física e de Matemática) usando a modelagem.
Geração Y (1978-1994): Marcada por um período democrático e sem grandes crises sociais. Teve como marco tecnológico a Revolução da Comunicação e Informação, com o surgimento e o início da popularização da <i>internet</i> , e outras inovações tecnológicas, tendo início assim os considerados Nativos Digitais por Prensky (2009), Geração <i>Net</i> por Tapscott e Barry (2009) ou <i>Millenials</i> por (OBLINGER; OBLINGER, 2005; JONES et al., 2010).	Todavia, de acordo com Valente (2014), os dispositivos só se concretizaram no ensino no ano de 1989 quando uma instituição de ensino australiana <i>Methodist Ladies' College</i> , propõe que cada aluna tivesse um computador na Educação Básica, no caso o denominado <i>Personal Computer</i> (PC). Já Barros (2014) traz outra apresentação dos dispositivos no ensino também da década de 1980 para comunidade educacional que ocorreu por meio do projeto inglês <i>Psion</i> , e posteriormente no início da década de 1990 a <i>Apple</i> lançou o projeto <i>Wireless Coyote</i> .
Geração Z (1995-2011): Caracterizada pelo enfrentamento de outra crise financeira do mercado mundial. No entanto, as crianças já crescem com acesso às tecnologias, principalmente por causa da popularização das tecnologias móveis.	De acordo com Barros (2014), esta época pode ser marcada pela implementação e produção dos <i>Apple Newton</i> e o <i>Apple eMate 300</i> que são PDA por Steve Jobs, recursos que foram os primeiros a serem utilizados com aprendizagem móvel em projetos europeus, como o <i>MOBILearn</i> e <i>Mobile Learning</i> . Já no hemisfério norte da América, várias instituições de ensino também passaram a implantar projetos com o finalidade na aprendizagem móvel, como o <i>Palm Pilot Project</i> e <i>1:1 laptop</i> , dentre outros nos anos subsequentes (BARROS, 2014; VALENTE, 2014). Segundo Mercado (2002) e Barros (2014), este período é caracterizado pela popularização e expansão das tecnologias móveis, movimento fortemente evidenciado após a virada do século XX, com os crescentes números de acessos às redes sociais e mídias digitais.
Geração Alpha (Início em 2012): É a atual, composta por crianças do século XXI, que já nascem imersas nas tecnologias móveis antes mesmo até de aprender a falar. Tal geração foi assim designada, no ano de 2010, pelo sociólogo australiano Mark McCrinle. Nesse ponto, Menetti (2013) salienta a dificuldade de caracterizar uma geração ainda em vigência.	Tal época está sendo caracterizada por crianças que estão em contato com as tecnologias móveis antes da idade escolar, o que nos remete ao estudo de Papert (1997) como primeiro estágio de aprendizagem com tecnologia <i>Home-style learning</i> ⁶ (CYSNEIROS, 2000).

Fonte: Autor.

⁶Aprendizagem estilo caseiro (CYSNEIROS, 2000).

Tal sistematização demonstra como as gerações vêm se adaptando às evoluções tecnológicas da aprendizagem, e como estamos tentando incorporá-las na educação ao longo dos anos, evidenciando ainda algumas influências comportamentais apresentadas por cada geração. Porém, no Quadro 1, só tratamos os aspectos macro do processo de evolução da tecnologia móvel e as gerações da sociedade e no ensino. Outro ponto relevante é o quanto as tecnologias aproximaram o período entre as gerações.

Já para a parte do *software* dos recursos tecnológicos de modo geral na Educação e Ensino, Valente (1993) apresentou o primeiro *software* educacional “Logo”, que foi desenvolvido para crianças entre os anos de 1967 a 1976 por Papert em seus estudos no MIT. Mas, o *software* “Logo” só conseguiu sair dos laboratórios e ir ao ambiente escolar no projeto *An Evaluative Study of Modern Technology in Education* em 1976 e teve sua primeira aplicação de fato em 1977 em uma instituição pública de Ensino Fundamental na cidade de Brookline em Massachusetts.

Ainda Valente (2001) mencionou que esse fato marcou a primeira tentativa de mudança de uma perspectiva intuicionista dos recursos tecnológicos, que utilizavam os computadores como uma “máquina de ensinar” para uma “máquina para ser ensinada”, no qual os *softwares* eram desenvolvidos e programados para a construção de informações “tijolos” que seriam alocados no conhecimento das crianças em fase escolar.

Desta forma, ocorreu uma mudança de *software* com viés construtivista, voltado para Educação, a qual viabiliza que “o aprendiz constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento”, conforme sucinta Papert (1986) em Valente (2001). Seguidamente, ocorreram inúmeros desenvolvimentos de *softwares* para o ensino.

A partir de então, começaram as discussões em torno do professor, recursos tecnológicos e os alunos, buscando-se ter um planejamento de escolhas de *hardwares* e *softwares* e outros fatores, conforme menciona Tajra (2012) no seguinte trecho:

A utilização de um *software* está diretamente relacionada à capacidade de percepção do professor em relacionar a tecnologia à sua proposta educacional. Por meio dos *softwares* podemos ensinar, aprender, simular, estimular a curiosidade ou simplesmente, produzir trabalhos com qualidade (p. 65).

Tajra (2012) sugere as seguintes modalidades para aplicação da informática na Educação e no Ensino que pode ser utilizada nas escolas ou fora delas, a partir dos *softwares* e seus aspectos, são elas:

- 1) **Tecnológica:** com o uso da “informática sem a preocupação de interatividade com a proposta pedagógica da escola”;

- 2) **Educativa:** com o uso em que “os alunos aprendem a manusear programas de utilização genéricos e que coincidem com os programas disponíveis”;
- 3) **Integração das propostas:** com o uso de apresentação de mais de uma possibilidade, no qual o aluno pode utilizar como um “instrumento de apoio e estímulo para o desenvolvimento cognitivo”;
- 4) **Internet como recurso didático:** com o uso que possibilita “expandir suas pesquisas e os intercâmbios entre estudantes e professores de diferentes locais”;
- 5) **Desenvolvimento de software:** com o uso que viabiliza a construção de *software* para desempenhar a necessidade desejada (p. 47).

No entanto, sabemos que em nossa atualidade tais modalidades podem ser realocadas, ampliadas, ou mesmo têm se tornado obsoleto, tendo em vista as transições das tecnologias e suas funcionalidades no cenário educativo global.

A partir do breve entendimento sobre a tecnologia móvel (*hardware* e *software*) e a sua aplicação no ensino, é pertinente também nos direcionarmos com um olhar mais específico para o Ensino de Ciências, o nosso objeto de estudo, procurando investigar se durante este processo evolutivo da sociedade e das tecnologias de modo geral, ocorreu alguma aproximação das atividades experimentais no Ensino de Ciências. É o que procuramos fazer nos próximos tópicos.

2.1 PROXIMIDADES ENTRE AS TECNOLOGIAS E A TECNOLOGIA DA COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO NAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Para facilitar o entendimento do que será discutido nessa seção procuramos primeiro definir e diferenciar os termos: Técnica, Tecnologia e Tecnologia da Comunicação e Informação:

- Técnica tem sua origem do grego *téchno* que significa “arte, habilidade, criar, produzir, conceber e dar à luz”; e em sua definição apresenta-se como um processo/ norma de ação intencional humana, a partir de instrumento/ ferramenta de conhecimento que uma sociedade usa/ aplica para realizar algum trabalho (VEIGA, 1991; TRIGUIERO, 2008).
- Já o termo Tecnologia deve ser compreendido muito além do que instrumento, e sim ser considerado os aspectos: físico (equipamento), simbólico (interfaces das comunicações) e organizações (relações com o mundo) que em certo ponto eles são interligados e também interdependentes na sociedade, cultura, político e econômico (TAJRA, 2012). Pontos que ficam nítidos quando entendemos a etimológica do termo,

que é resultado da junção de dois radicais gregos: *técno*, significando “arte, habilidade, criar, produzir, conceber, dar à luz”, + *logia* que significa “Ciência, é o conjunto de conhecimentos, argumentos em torno de uma arte, de um fazer determinado, cujo objetivo é satisfazer às necessidades humanas” (TAJRA, 2012, p. 37). Desta forma, a tecnologia pode ser compreendida como um conjunto de discursos, teorias, práticas, valores e efeitos sociais de técnicas aliado ao saber científico, que emerge de ação social, remetendo ao uso de material: mecânico, elétrico e/ou digital que podem ser integrados entre si, servindo para diversos fins sociais inclusive na resolução de problemas.

- E por fim, a Tecnologia da Informação e Comunicação consiste em uma área da tecnologia que possibilita e facilita a comunicação e/ou informação por meio de ferramentas tecnológicas com um propósito (MERCADO, 2002).

Em razão disso, verificamos que os termos são difíceis de serem dissociados, porém funcionalmente são bem diferentes. Ainda, para entender as aproximações devemos nos ater ao pensamento do filósofo alemão Martin Heidegger (1889-1976), que faz inferência sobre técnicas e tecnologias no desenvolvimento humano, tanto na sociedade quanto nas Ciências. Contudo, pontua-se que as pesquisas de Heidegger sobre o “ser” e o “ente” são bem mais complexas e profundas.

Triguiero (2008) apresentou um ponto interessante de consonância entre tecnologias, TICs e os métodos científicos, e mais especificamente nos experimentos científicos das áreas das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), no qual, os materiais e equipamentos tecnológicos dos experimentos científicos são posteriormente levados para o ensino de Ciências, como podem ser vistos nas práticas em laboratórios didáticos ou atividades experimentais, oriundos das pesquisas de laboratórios, a exemplo:

- (1) Vidrarias: placas de petri, tubos de ensaio e beakers;
- (2) Elementos químicos básicos: sódio, iodo e cloro;
- (3) Instrumentos ópticos: lupas e microscópios estereoscópicos;
- (4) Computadores com simuladores e *software* de análise de dados, dentre outros (LEITE, 2001; ARAÚJO; ABIB, 2003).

Já Chagas (2001) e Martinho e Pombo (2009) sugerem aproximações da TIC no ensino das Ciências Naturais:

As Tecnologias de Informação e de Comunicação (TIC) podem constituir um elemento valorizador das práticas pedagógicas, já que acrescentam, em termos de acesso à informação, flexibilidade, diversidade de suportes no seu

tratamento e apresentação. Valorizam, ainda, os processos de compreensão de conceitos e fenômenos diversos, na medida em que conseguem associar diferentes tipos de representação que vão desde o texto, à imagem fixa e animada, ao vídeo e ao som [...] várias ferramentas, métodos e técnicas que coexistem nas escolas no domínio das TIC (MARTINHO; POMBO, 2009, p. 528)

Na citação, ressaltamos as aproximações que podem ser feitas durante as práticas pedagógicas no Ensino das Ciências com as tecnologias no contexto educacional. Tal fato é reafirmado por Chagas (2001) e Martinho e Pombo (2009) quando destacam pesquisas que relacionaram as tecnologias com as atividades experimentais e resolução de problema.

Nota-se que, nesse último tópico, procuramos uma aproximação entre recursos tecnológicos e as atividades experimentais no Ensino de Ciências enquanto auxílio didático; verificaremos, em seguida, os principais documentos brasileiros na atualidade que apresentam o uso da tecnologia móvel no ensino da Educação Básica.

2.2 ORIENTAÇÕES DA PRÁTICA COM TECNOLOGIA MÓVEL NO ENSINO

As discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem com utilização de recursos tecnológicos em documentos oficiais no território nacional tiveram início na década de 80, conforme aponta o estudo de Brasil, Santos e Ferenhof (2018). Em contra partida, não entraremos neste mérito histórico documental.

Direcionamos nossas buscas novamente ao documento BNCC, dentro das competências gerais e específicas, salientando os seguintes pontos:

Compreender, **utilizar** e criar **tecnologias digitais** de informação e comunicação **de forma crítica, significativa, reflexiva** e ética nas diversas **práticas sociais (incluindo as escolares)** para se comunicar, acessar e disseminar informações, **produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva** (p. 9, grifos nossos).

Assim também, nas competências específicas da área de conhecimento - Ciências da Natureza no componente curricular de Ciências, as duas competências, apresentadas são:

Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as **relações que se estabelecem entre eles**, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza [...];

Utilizar diferentes linguagens e **tecnologias** digitais de informação e comunicação **para** se comunicar, acessar e disseminar informações, **produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva** e ética (p. 322, grifos nossos).

Como podemos observar, nas citações apresentadas da BNCC, percebemos claramente as orientações no sentido de utilizar as diversas tecnologias, no desenvolvimento das competências científicas para formação cidadã dos estudantes. Entretanto, precisamos também nos ater aos aspectos legais do uso de dispositivos móveis, dentro do contexto escolar, ou seja, é necessário verificarmos os documentos outorgados pelas assembleias estaduais de cada estado da federação, assim como, o caráter que contemplam os direcionamentos, regulamentações e restrições dos dispositivos móveis em sala (SÃO PAULO, 2007; 2017; RIO GRANDE DO SUL, 2008; SANTA CATARINA, 2008).

Neste seguimento, apreciamos o direcionamento do estado de Pernambuco, com a Lei Estadual nº 15.507, de 21 de maio de 2015 nos artigos 1º, 2º e 3º que regula a utilização dos aparelhos celulares e equipamentos eletrônicos em salas de aulas das instituições públicas e privadas do Estado de Pernambuco, para fins pedagógicos (PERNAMBUCO, 2015). Nesta lógica, segue também a Política de Segurança da Informação (PSI), a qual consiste em uma política de dispositivos móveis, criada no ano de 2016, e que traz as diretrizes de uso dos dispositivos, sendo elas: (1) Uso de dispositivos corporativos ou *Bring Your Own Device*⁷(BYOD), (2) Uso de visitantes, e (3) Dispositivos de armazenamento dentre outras diretrizes (PERNAMBUCO, 2016).

Destacamos que estas competências orientadas pela BNCC e a verificação de leis no uso de dispositivos móveis no ensino, aqui citadas, foram norteadoras para o planejamento e aplicação da nossa pesquisa no Estado de Pernambucano.

Faremos agora um delineamento teórico do dispositivo móvel e da aprendizagem móvel.

2.3 DISPOSITIVO E APRENDIZAGEM MÓVEL

Na atualidade não há dúvidas acerca da presença e importância dos dispositivos móveis na sociedade e suas inúmeras implicações no dia-a-dia dos usuários, podendo ser estendidas para Educação, inclusive para o Ensino de Ciências (BARROS, 2014; 2017).

Assim sendo, o nosso olhar foi direcionado para a finalidade da nossa pesquisa que é o uso de dispositivos móveis no ensino, “aprendizagem móvel” ou “aprendizagem com mobilidade”, o qual é derivado da língua inglesa do termo “*mobile-learning*” ou “*m-learning*”, denotações da TIC na Educação, que podem ser definidas, como: um conjunto de práticas e atividades viabilizadas por dispositivo móvel (MÜLBERT; PEREIRA, 2011; BARROS, 2014; BRASIL; SANTOS; FERENHOF, 2018).

⁷Do português: traga seu próprio dispositivo

Segundo Barros (2014), este viés de pesquisa tem como principais influenciadores os pesquisadores britânicos Mike Sharpler e John Traxler, os quais foram os primeiros a se debruçarem em projetos com aprendizagem móvel no continente europeu, sendo assim fortes referências desde o final da década de 90 até os dias atuais.

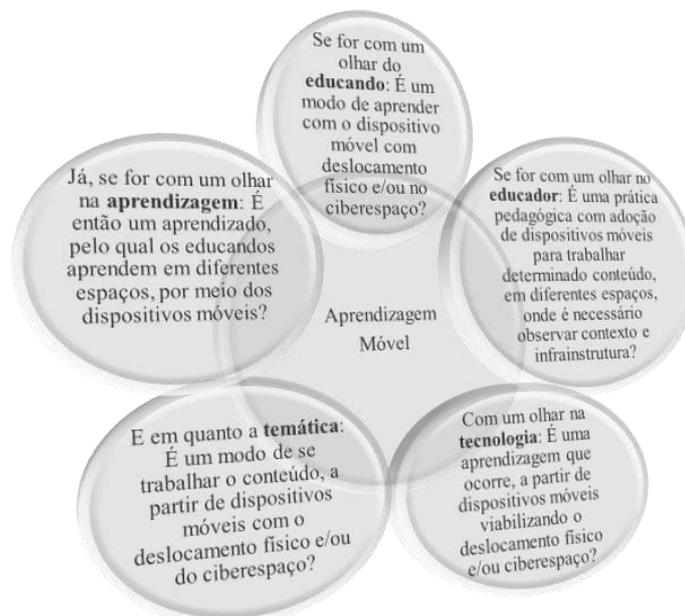
Também Mülbert e Pereira (2011) pontuam que as primeiras publicações que trataram de aprendizagem móvel foram de Abernathy (2001) e Powell (2001) na Revista *T and D*, que apresentaram como uma possível tendência o potencial a ser explorado no ensino e aprendizagem. Mülbert e Pereira (2011) fizeram um levantamento quantitativo no banco de dados *Scopus*⁸ para demonstrar que só em 2004 ocorre um aumento significativo nas publicações.

Na perspectiva de definição do termo, Barros (2014) diz que o primeiro a discutir e diferenciar o *mobile-learning* foi o estudo de Traxler no ano de 2005.

Traxler enfatizou que não é possível obter uma única definição desse termo, pensamento compartilhado também por Froberg, Göth e Schwabe (2009) ao analisar projetos e publicações ligados à aprendizagem móvel em um estudo da arte.

Esta falta de consenso em torno da aprendizagem móvel e os diferentes olhares que podem ser lançados sobre essa aprendizagem, podem ser visualizados de forma esquemática nos questionamentos apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Questionamentos sobre a Aprendizagem Móvel



⁸*Scopus* é a maior base de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares, com ferramentas bibliométricas para acompanhar, analisar e visualizar a pesquisa.

Fonte: Autor⁹.

Para responder algumas dessas inquietações recorreremos ao estudo de Carvalho, Galvanin e Santos (2018), que referenciam Saccol, Shelmmmer e Barbosa (2011), ao expor diferentes conceituações de mobilidade:

- Mobilidade física dos sujeitos - (deslocamentos, espaços diferentes);
- Mobilidade da tecnologia - (tipo de dispositivo);
- Mobilidade conceitual - (diferentes conceitos e conteúdos com os quais tenho contato);
- Mobilidade sociointeracional - (interação com diferentes níveis e grupos sociais);
- Mobilidade temporal - (momentos diferentes) (p. 65).

Conquanto, entendemos que a aprendizagem móvel trouxe “novas” possibilidades para facilitar, incrementar ou até alternar o ensino com uso dos dispositivos móveis. Tal forma de olhar é ampliada quando notamos a definição da Unesco (2013), na qual se lê:

Aprendizado móvel envolve o uso da tecnologia móvel, isoladamente ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação (TIC), para permitir o aprendizado a qualquer hora e em qualquer lugar. A aprendizagem pode se desdobrar de várias maneiras: as pessoas podem usar dispositivos móveis para acessar recursos educacionais, conectar-se com outras pessoas ou criar conteúdo, tanto dentro como fora das salas de aula. [...] (p. 6, grifo nosso).

Ao verificar a citação da Unesco (2013), notamos os vários caminhos que são possíveis durante atividades com aprendizagem móvel. Visto que podemos planejar três tipos de situações: (1) Dispositivos móveis com o uso da TIC, (2) sem o uso da TIC, e (3) em combinação, em um processo educacional.

Entre as situações apontadas, conferimos destaque à aprendizagem móvel com o (1) uso da TIC, pois possibilita à flexibilidade de navegação e acesso em um ambiente virtual para os alunos em um contexto educacional e traz suas características de: interatividade, hipertextualidade e conectividade, em um processo de ensino e aprendizagem (KENSKI, 2003).

Na segunda situação, com a aprendizagem móvel (2) sem uso da TIC ou modo isolado dos dispositivos, devemos pensar e planejar as atividades de forma funcional, como exemplo da seleção e uso de *softwares* que possibilitem o modo *offline* em um processo de ensino

⁹Nota: norteamos os questionamentos da figura 3 com base nos estudos de Carvalho, Galvanin e Santos (2018), que referenciam Saccol, Shelmmmer e Barbosa (2011).

(BARROS, 2017).

Já na terceira situação, ampliam-se as possibilidades da aprendizagem móvel, uma vez que podemos desenvolver atividades de modo *online* com toda potencialidade de conectividade do ambiente virtual, e de modo *offline* para os possíveis momentos de falta/ausência ou não conectividade de rede (3) (BARROS, 2017).

Outro aspecto apresentado por Kenski (2003) e Crompton (2013) é a possibilidade de se planejar aprendizagem móvel no próprio espaço escolar, podendo ser propostas atividades síncronas ou assíncronas, a partir da interatividade de diferentes contextos de ensino: presencial, à distância ou híbrido.

A partir dos pontos levantados no tópico, vimos vários caminhos que o docente e/ou pesquisador da área de Ensino de Ciências, pode planejar e aplicar nas suas aulas de atividades experimentais utilizando dispositivos móveis. Em seguida, apresentamos os benefícios e limitações dessa prática pedagógica.

2.3.1 Benefícios e limitações da Aprendizagem Móvel

Para caracterizar os benefícios na perspectiva de aprendizagem em questão, o olhar foi direcionado para as diretrizes de política sobre a aprendizagem móvel da UNESCO, a partir das quais a instituição salienta inicialmente a troca que ocorreu do uso de dispositivos fixos por dispositivos móveis, os quais são considerados como:

Uma tecnologia mais barata e mais fácil de ser gerenciada individualmente do que computadores fixos [...] historicamente, computadores e projetos de aprendizagem eletrônica (*e-learning*) foram limitados devido aos equipamentos caros, delicados, pesados e mantidos em ambientes muito controlados (UNESCO, 2013, p. 9).

Nessa perspectiva, o documento apresenta o “novo paradigma” no ensino, e o porquê devemos explorá-lo na educação, demonstrando assim, como podem ser úteis e relevantes no processo de ensino e aprendizagem em comparação com os computadores fixos. De forma contínua, a diretriz disserta e pontua treze benefícios particulares da aprendizagem móvel, as quais resumimos no Quadro 2:

Quadro 2 – Resumo de benefícios que a UNESCO apresenta sobre Aprendizagem Móvel

<p>1. Expandir o alcance e a equidade da educação: Sabemos que devido ao menor valor dos dispositivos móveis a aquisição desses já é um fato, até mesmo para países que não conseguem proporcionar materiais didáticos na educação. Sendo assim, a aprendizagem móvel tornou-se uma alternativa para o desenvolvimento de projetos que possibilitam a aprendizagem de alunos que estão geograficamente distantes ou em situação de difícil acesso, viabilizando, então, uma possível equidade.</p>

2. Facilitar a aprendizagem individualizada: Ponto que denota que podemos a partir da aprendizagem móvel fundamentar uma personalização e flexibilidade para o avanço cognitivo dos alunos, podendo também levá-los para diferentes ambientes. Nesse sentido, é reafirmada aqui também a questão de ser um recurso relativamente barato.
3. Fornecer retorno e avaliação imediatos: As usabilidades dos dispositivos móveis no dia-a-dia dos usuários (alunos e alunos) e as funcionalidades que podem ser dadas possibilitam um retorno de uma forma quase que instantânea, podendo servir também para distribuição e coleta de atividades.
4. Permitir a aprendizagem em qualquer hora ou lugar: A partir dos dispositivos móveis, somos capazes de flexibilizar os momentos de aprendizagem, podendo estes ser adiantados (antes da aula) ou prolongados (após a aula).
5. Assegurar o uso produtivo do tempo em sala: Os dispositivos móveis podem ser uma ferramenta/instrumento de auxílio para adquirir informação para os alunos, não os deixando realizar atividades passivas ou de memorização. Desta forma, disponibiliza-se um maior tempo para discussões de ideias e interpretações alternativas dos conteúdos.
6. Criar novas comunidades de estudantes: O texto retorna com o aspecto do ponto 1, e faz menção às possibilidades de projetos com uso de <i>Massive Online Open Courses</i> ¹⁰ (MOOC) e plataformas <i>online</i> , porém suscita também a necessidade integração/interação entre instituições e alunos.
7. Apoiar a aprendizagem fora da sala de aula: A partir do uso dos dispositivos móveis, podemos facilitar e ampliar a realidade dos alunos, haja vista que eles podem lançar mão de tais recursos para visitarem e aprenderem em distintos ambientes virtuais, como: habitats naturais e museus. Além disso, o uso do <i>Global Positioning System</i> (GPS) pode fornecer aos estudantes noção do seu entorno geográfico, coadunando para que o ditado “o mundo é uma sala de aula” seja posto em prática.
8. Potencializar a aprendizagem sem solução de continuidade: A partir do suporte dos dispositivos móveis e acesso à <i>internet</i> , é possível viabilizar o armazenamento na nuvem de forma sincronizada, de maneira que corrobora para que as informações sejam salvaguardadas em diferentes dispositivos.
9. Criar uma ponte entre a aprendizagem formal e não formal: O documento pontua que por meio dos dispositivos móveis, e seus aplicativos os alunos podem introduzir materiais complementares à sala de aula, tais como dicionários, por exemplo.
10. Minimizar a interrupção educacional em áreas de conflitos e desastre: Neste trecho, o documento traz que em países pós-conflitos ou pós-desastres, que têm seus aparatos e infraestruturas tecnológicos muitas vezes destruídos, o uso da aprendizagem móvel pode ser um meio de dar continuidade ao ensino e aprendizagem, mesmo após os casos de crise.
11. Auxiliar estudantes com deficiências: Sabemos que as tecnologias têm funções de: editor de texto, transcrição de voz e a conversão de texto em fala, ferramentas estas que podem auxiliar na formação de alunos com deficiência física, como: auditiva e visual e também para deficiente de aprendizagem, a exemplo da: dislexia, dentre outras.
12. Melhorar a comunicação e a administração: As diretrizes mencionam que os dispositivos móveis, são meio de comunicação rápida, confiáveis, eficientes e baratos. Tendo assim, uma possibilidade interessante de disseminação de informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem. Outrossim, comunicação entre os próprios alunos e entre estes e o educador durante o processo de aprendizagem, por meio de plataformas e mídias sociais.
13. Melhorar a relação custo-eficiência: O documento traz que a aquisição de dispositivos móveis tem um custo-benefício em relação a outros materiais didáticos, tais como livros, relativamente mais baixos. Pois, é possível ocorrer uma atualização e não se tornam obsoletos.

Fonte: Autor¹¹.

O Quadro acima, é composto pelos benefícios do documento da Unesco (2013) sobre a aprendizagem móvel e seu olhar global, destacam-se vários aspectos positivos que podem ser observados no processo educacional com os dispositivos móveis. No entanto, consideramos também relevante, verificar as limitações e desafios ao propor um ensino com base na utilização de dispositivos móveis.

¹⁰ Do português: curso *online* aberto e massivo

¹¹Nota: norteada pelas Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel (p. 12-28)

Nesta direção, Batista (2011) e Mülbert (2014) realizaram estudos exploratórios sobre as limitações de tais dispositivos no ensino. Destacamos que os desafios e limitações apontados pelos autores já foram superados em sua maioria; selecionamos alguns, que ainda geram alguma discussão sobre o tema em questão:

- (1) Falta de um sistema operacional padrão para os dispositivos;
- (2) Alta dependência de conectividade com servidores uma vez que muitas aplicações móveis pressupõem utilização de recursos de computação em nuvem;
- (3) Tendência de o usuário realizar múltiplas tarefas quando está em movimento, o que gera dificuldade de atenção e baixa aprendizagem;
- (4) Custos com conexão à *internet* e *download*.

A partir das limitações apresentadas, nota-se que direcionamos as limitações aos dispositivos móveis de uma forma geral; percebemos, no entanto, que os autores supracitados apresentavam outras limitações ligadas aos *hardwares* de determinados dispositivos, como: tamanho de tela, capacidade de bateria e espaço de armazenamento, essas limitações remetem a uma visão distorcida, já que se trata de uma limitação pontual de um ou outro dispositivo móvel, e que não é válido para todos os dispositivos.

Outro estudo que apresenta as limitações para o uso da tecnologia móvel, é o estudo de Schmidt et al (1998), que considera o contexto de uma aprendizagem móvel, levando em conta duas categorias: fatores humanos (identificar o usuário, hábitos pessoais, estado mental, relação social e tarefas desenvolvidas) e ambiente físico (identificar localidade, infraestrutura, interatividade e condições como barulho e iluminação), pontos a serem considerados na prática de ensino.

Todavia, observamos que os autores supracitados não apontam em suas listas, o desafio e limitação de se trabalhar com tecnologia em um contexto mais afastado de grandes metrópoles. Ponto que é destacado e analisado anualmente pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br, 2017), como mencionado na citação abaixo:

Outro ponto de vista trazido pela pesquisa TIC Educação 2017 refere-se à coleta de dados em escolas localizadas em áreas rurais. **As informações sinalizam para a necessidade de se atentar para as condições estruturais e pedagógicas disponíveis para professores e alunos, inclusive para além do uso das tecnologias** (CGI. br, 2017, p. 127, grifo nosso).

Nessa citação, percebemos que ainda não é possível esquecer as problemáticas que existem de infraestrutura ao tentar implementar à aprendizagem móvel em locais mais afastados das grandes metrópoles, mesmo sabendo dos esforços realizados pelo Governo

Federal com o Programa de Inovação Educacional Conectada (PIEC) lançado em 2017, que tem como objetivo principal “apoiar a universalização da conexão de *Internet* de alta velocidade e fomentar o uso pedagógico das tecnologias digitais na Educação Básica (Decreto nº 9.204, de 2017)” (CGI.br, 2017, p. 126), política esta que tem a finalidade de alcançar as metas previstas no Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024 (BRASIL, 2014; BRASIL, 2017).

Partindo dos benefícios e limitações apresentados, direcionamos o nosso enfoque para alguma funcionalidade dos dispositivos móveis, propostos por Barros (2014), o qual investigou a possibilidade da aprendizagem *offline* e *online* por meio de dispositivos móveis, não sendo necessária a existência de *internet* em todos os processos, como pode ser visto no Quadro 3:

Quadro 3 – Funcionalidades dos *Smartphones*

Funcionalidades
Câmera (capturar vídeo e imagem, realidade aumentada, leitor de QR)
Leitor de documentos (eBook, PDF)
Geolocalização (GPS, mapeamento, geo-fencing)
Sensores internos e externos (acelerômetros, barômetros, compasso, giroscópio)
Media Player/Playback (imagem, vídeo, áudio, podcast)
Microfone (gravação de voz, podcast)
Notificação (alerta, som, vibração)
Pesquisa
Comunicação de curto alcance (Bluetooth, Wi-fi)
Mensagem de texto (SMS, MMS)
Interação Touchscreen
Comunicação de voz (telefone)
Relógio
Microprojeção
Apps
Conectividade com Internet
Portabilidade/Mobilidade/Ubiquidade
Memória
Periféricos In e Output
Cloud

Fonte: Barros, 2014, p. 46.

Tais funções foram referenciadas durante apresentação do *Kaleidoscope Convergence Workshop on Computer Supported Collaborative Learning* em (2006), que apresentou o documento nomeado *Inquiry Learning and Mobile Learning*, com o conjunto de atividades de aprendizagem móvel, que poderia conferir exploração, investigação, discussão, gravação e captura de dados, construção e modelagem, compartilhamento, teste, adaptação e reflexão (BARROS, 2014; 2017).

A partir das funções apresentadas, buscamos no próximo tópico situar as diferentes formas de aprendizagem com a tecnologia móvel.

2.3.2 Possibilidades da aprendizagem com Tecnologia Móvel

Para finalizar o capítulo, é conveniente trazer as diferentes possibilidades que a aprendizagem móvel pode proporcionar nos momentos de ensino e aprendizagem, para tal buscamos no estudo de Traxler (2013) e outros estudos da literatura, de acordo com o resumo exposto no Quadro 4:

Quadro 4 – Diferentes formas de Aprendizagem Móvel

Possibilidades/ maneiras	Exemplos pontuados por Traxler (2013) e outros estudos
1. Aprendizagem contingente: Segundo Traxler (2013) é uma atividade de aprendizagem, através da qual os alunos podem reagir e responder no seu ambiente à experiência vivenciada, não ocorrendo uma antecipação dos fatos que serão vistas na prática.	[...] exemplo, reunir e processar dados de trabalho de campo, no local em tempo real sobre geografia em uma viagem, em seguida, acompanhar investigações adicionais baseadas em suas próprias descobertas, palpites ou curiosidade (TRAXLER, 2013, p. 6), (tradução nossa).
2. Aprendizagem situada: Traxler (2013) trata de uma aprendizagem, no qual os alunos podem vivenciar no ambiente da prática, tornando-se significativa.	[...] exemplos, aprender estudos religiosos enquanto visitam templos, mesquitas, igrejas e sinagogas, quando aprende sobre biodiversidade de peixes no mar ou aprender uma língua estrangeira na comunidade estrangeira (TRAXLER, 2013, p. 6), (tradução nossa).
3. Aprendizagem autêntica: De acordo com Traxler (2013) é a aprendizagem, em que os alunos executam atividade/ tarefa no ambiente da prática.	[...] exemplo, fazer cálculos nas enfermarias do hospital (TRAXLER, 2013, p. 6), (tradução nossa).
4. Aprendizagem de conscientização contextual ou reconhecimento do local: Traxler (2013) sucinta que se baseia na aprendizagem do ambiente e o contexto da prática, na qual os alunos aprendem tanto sobre o contexto quanto acerca do acesso de informações sobre ele, a partir de áudio e vídeo, tendo assim uma compreensão da experiência vivenciada.	[...] exemplos, aprender em galerias de arte, jardins botânicos, museus ou locais históricos. O celular reconhece o contexto da local [...] (TRAXLER, 2013, p. 7), (tradução nossa).
5. Aprendizagem particular ou personalizada: Para Traxler (2013) ocorre a partir do interesse, preferência ou habilidade de um grupo de alunos.	Traxler (2013) expõe uma situação de um grupo de alunos que tem o mesmo interesse de um serviço de suporte de bibliotecas, e exemplifica: “Eles podem encontrar, por exemplo, ônibus para levá-los a biblioteca que contém o livro com segurança que eles querem em um determinado período de tempo, mesmo com vários ônibus e várias cópias do livro sendo emprestadas e devolvidas em diferentes bibliotecas (TRAXLER, 2013, p. 7), (tradução nossa).
6. Aprendizagem baseada em jogos: Ainda Traxler (2013) afirma que é a aprendizagem que os alunos usam ou aplicam para avaliar ou realizar testes, explorando <i>affordance</i> , ou traduzindo do inglês “oportunidade”, a partir de tecnologia móvel. Permitindo assim, uma aprendizagem de reflexão e captura imediata da atividade, sendo um meio de realizar projeto ou verificação de alguma técnica.	[...] exemplo com estudantes de fisioterapia capturando a prova visual de tratamentos no local (TRAXLER, 2013, p. 8), (tradução nossa).
7. Aprendizagem contextualizada: Dos Santos (2018) referencia Wong e Milrd (2015) para trazer o uso de dispositivos móveis para enfrentar desafios reais de um contexto de um mundo de	Dos Santos (2018) apresenta o estudo de Bouhnik e Deshen (2014) como um exemplo de aplicação no ensino com o aplicativo <i>WhatsApp</i> que “permite às pessoas acessar uma grande quantidade de

aprendizagem conectada, nesta perspectiva se estabelece uma junção do: contexto, natureza da aprendizagem e constelação tecnológica.	informações rapidamente tornando-se um programa acessível a uma variedade de pessoas de diferentes idades e conhecimentos” (p. 2).
8. Aprendizagem por meio da Realidade Virtual: Tori e Kirner (2006) trazem inicialmente que Realidade Virtual (RV) é uma “interface avançada do usuário”, no qual se pode visualizar e ter movimento de um ambiente tridimensional em tempo real podendo ser utilizados dispositivos multissensoriais.	Tori e Kirner (2006) apontam a aplicação em Educação, e conseqüentemente para o ensino “[...] aplicações incluem: laboratórios virtuais; encontros remotos de alunos e professores para terem uma aula ou alguma atividade coletiva; participação em eventos virtuais; consulta a bibliotecas virtuais [...]” (p. 20).
9. Aprendizagem por meio da Realidade Aumentada: Kirner e Tori (2006) iniciam a discussão de Realidade Aumentada (RA) diferenciando da Realidade Virtual. Uma vez que RV busca transportar o usuário para um ambiente virtual, já a RA não proporciona o transporte do usuário para o ambiente virtual, mas sim traz o ambiente virtual para o espaço do usuário. Tornando possível uma mistura do mundo real do usuário com o mundo virtual em um processo educacional.	Galvão e Zorzal (2012) retratam a aplicação da Realidade Aumentada por meio de dispositivos móveis e o uso de livros didáticos nas disciplinas de História e Matemática.

Fonte: Autor.

A partir do Quadro 4 apresentado, verificamos que ainda poderíamos trazer outras formas de aprendizagem móvel. No entanto, acreditamos que as possibilidades apresentadas são suficientes para o escopo desse trabalho.

No próximo capítulo, debruçar-nos-emos nas questões da aprendizagem para que ela seja construída de uma forma efetiva, partindo de uma vertente da Psicologia Cognitiva que trata do desenvolvimento de processos metacognitivos.

CAPÍTULO 3: A METACOGNIÇÃO E O ENSINO DAS CIÊNCIAS

A metacognição é um termo relativamente recente nas discussões acadêmicas, tendo surgido no século XX, mais especificamente no início da década de 1970, a partir de debates no ramo da psicologia do desenvolvimento cognitivo. A esse respeito, destacamos os estudos do psicólogo norte-americano John Hurley Flavell, os quais serviram como ponto de partida para as discussões em torno da metacognição. Contudo, vale ressaltar que questionamentos acerca da mente humana, memória e formas de se pensar, já eram relatados há séculos.

Tais questionamentos podem ser encontrados nos escritos e reflexões, como por exemplo, os lemas socráticos “conhece-te a ti mesmo” e “eu só sei que nada sei” (ARAÚJO, 2009).

Brown (1987) remeteu ao início do século XX, destacando os trabalhos de Dewey (1910) e Thorndike (1917) que estudaram as formas de reflexão apresentadas pelos estudantes ao realizarem atividades de leitura e escrita. Ainda neste tocante, González (1996) suscita que os pioneiros ao falar sobre meta memória foram os canadenses Tulving e Madigan em um estudo de 1969.

Isto posto, González (1996) mencionou a importância dos autores supracitados, tendo em vista que boa parte das publicações associam a metacognição apenas à Flavell, sendo atribuído a ele o caráter de mentor da mesma. Já, Rosa (2011) elucida, em sua tese, que o consenso da academia é de que o primeiro a mencionar o termo “metacognição” foi mesmo Flavell em seu artigo *First Discussant's Comments: What is Memory Development the Development of?* no ano de 1971, apoiando-se para isso no texto de Tulving e Madigan (1969) sobre memória.

Flavell (1976) definiu metacognição como:

um conhecimento a respeito do seu próprio processo cognitivo e produtos ou qualquer coisa relacionada a eles (...) metacognição refere-se, entre outras coisas, ao monitoramento ativo e conseqüente regulação e orquestramento desses processos com relação a objetos cognitivos (p. 232).

Da mesma forma, para Araújo (2009) e Rosa (2011) a metacognição é o conhecimento e experiência do seu próprio processo cognitivo, tendo por base a autorregulação e monitoramento; sendo também, a elaboração de estratégias para potencializar a sua própria aprendizagem.

Nesse contexto, o “conhecimento” é entendido como os conhecimentos construídos e acumulados pelo indivíduo (conhecimento prévio), já a “experiência” é concebida como “qualquer consciência cognitiva e afetiva que acompanha e pertence à determinada troca

intelectual” (ROSA, 2011, p. 39).

3.1 CONCEITUANDO A METACOGNIÇÃO

Para conceituarmos metacognição, partimos inicialmente do estudo de 1976 de Flavell, denominado *Metacognitive Aspects of Problem Solving*, a partir do qual ampliou-se a discussão acerca da memória. A pesquisa supracitada trouxe ainda a concepção de “autorregulação” que, em linhas gerais, consiste na regulação exercida durante os processos cognitivos, conferindo, desse modo, elementos para o planejamento de ações que coadunem com o alcance do objetivo.

Já no ano subsequente, Flavell publicou o artigo *Metamemory*, em parceria com Wellman, tendo o intuito de: “desenvolver, alcançar e medir a metacognição dos estudantes” (THOMAS; ANDERSON; NASHON, 2008, p. 1701). Além disso, eles pretendiam expressar a “sensibilidade de recuperação da memória” para elaboração de um conhecimento metacognitivo, inferiram os autores que existem três variáveis relativas à memória: **pessoa** (memória do próprio sujeito), **tarefa** (memória para a tarefa) e **estratégia** (estratégia potencial de emprego/ uso) da cognição (FLAVELL; WELLMAN, 1997).

Como também, para melhor elucidar do que se trata a autorregulação, Flavell, Miller e Miller (1999) realizaram o estudo intitulado “Desenvolvimento Cognitivo”, no qual expuseram os três tipos de conhecimento da **variável pessoa**, que se considera na metacognição:

1. *Universal* – conhecimento de uma cultura a respeito das ideias de aprendizagem; Ex: quando dizem que a memória humana tem uma capacidade limitada;
2. *Interindividual* – comparações do seu conhecimento com o dos outros; Ex: quando os estudantes comparam sua aprendizagem sobre determinado conteúdo com a do colega;
3. *Intraindividual* – como o indivíduo julga ser sua mente; Ex: determinação pelo indivíduo das áreas em que é mais forte ou fraco, dos interesses, atitudes e autoavaliação, esta última é relevante, para a identificação dos possíveis erros cometidos na atividade, possibilita a busca por melhora na próxima tentativa, etc. (RIBEIRO, 2003; ROSA, 2011).

No tocante à **variável tarefa**, Flavell, Miller e Miller (1999) citam duas subdivisões relativas à natureza da mesma: (1) **informação**, quando o aluno sabe que tem poucos meios de informação sobre o problema, por exemplo: e isso pode levá-lo ao erro ou ao fornecimento de respostas equivocadas; (2) **exigência**, quando o sujeito tenta associar o problema a um contexto mais geral para entender o problema (ROSA, 2011).

Flavell, Miller e Miller (1999) associam a **variável estratégia** aos questionamentos cognitivos, tais como: “quando?”, “como?”, “por qual motivo?”, tencionando obter um melhor entendimento e, por conseguinte, organização e planejamento de um conteúdo para atendimento do objetivo da atividade proposta (ARAÚJO, 2009; ROSA, 2011).

Sabemos que alguns aspectos metacognitivos da autorregulação são expressos e observados rotineiramente em sala em aula nos momentos de ensino e aprendizagem, demonstrando, assim, a importância de se compreender melhor os processos metacognitivos envolvidos no ensino.

Outro aspecto que deve ser compreendido é o monitoramento metacognitivo. Esse processo ocorre por meio da conexão dos seguintes pontos: experiência e conhecimento (consciência afetiva e cognitiva), ações cognitivas (estratégias) que conduzem ao atendimento de um objetivo ou resolução de problemas, bem como tomadas de decisões (tarefa). Esse entendimento partiu dos estudos de Flavell (1976, 1979) com o termo “Modelo de monitoração cognitiva”.

Ademais, Davis, Nunes e Nunes (2005) apontam que Flavell (1976, 1979) mencionou dois aspectos centrais da metacognição: os conhecimentos e as experiências metacognitivas.

Conhecimentos metacognitivos dizem respeito: ao produto cognitivo, ou seja, ao conhecimento de que determinados conceitos, práticas e habilidades já são dominados, enquanto outros ainda não o foram, reconhecendo o que se é (ou não) capaz de alcançar; à compreensão dos processos cognitivos, ou seja, da maneira pela qual o pensamento e as funções superiores – atenção, memória, raciocínio, compreensão – atuam na resolução de um problema. **Experiências metacognitivas** designam: os processos pelos quais se é capaz de exercer controle e auto-regulação durante a tarefa de resolução de um problema, permitindo ao sujeito tomar consciência do desenrolar da sua própria atividade (DAVIS; NUNES; NUNES, 2005, p. 212, grifos nossos).

Tais definições nos auxiliam a compreender melhor o processo metacognitivo, de maneira que viabilizam: “guiá-la, avaliá-la, corrigi-la e regulá-la, caminhando em direção ao pretendido” (DAVIS, NUNES E NUNES, 2005, p. 212). Todavia, é necessário situar a atividade em relação ao processo-objetivo e desempenho obtido.

Em vista disso, quando reportamos as discussões sobre o monitoramento da metacognição é importante mencionarmos os trabalhos de psicóloga Ann Brown (1943-1999) que desenvolveu estudos sobre a metacognição a partir das pesquisas de Flavell, mais especificamente acerca do detalhamento do “controle executivo” e autorregulação. Em seus estudos, a autora identifica aspectos do controle executivo, são eles: (1) planificação: “previsão das etapas e escolha da estratégia”; (2) monitoração: “controlar a ação e verificar a adequação para atingir o objetivo proposto”; e (3) avaliação: “identifica-se com os resultados

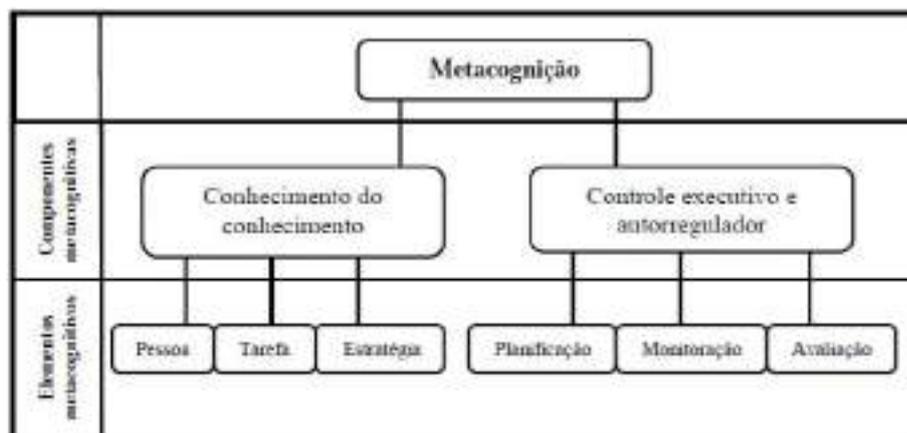
atingidos em face do fim visado, podendo, eventualmente, ser definida pelos critérios específicos de avaliação” (ROSA, 2011, p. 55, 56).

Destacamos que o foco da autora supracitada foram as pesquisas sobre as estratégias de aprendizagem metacognitivas, apresentando o modo de orquestramento eficiente da cognição. Brown (1987) entende “o conhecimento do conhecimento” como algo “estável, passível e verbalizável”, afirmando que uma pessoa que tem o conhecimento sobre seu conhecimento sempre conhecerá. Já “o controle executivo e autorregulação” é para ela, como algo “instável e nem sempre passível da verbalização” (ROSA, 2011, p. 54).

Rosa (2011) menciona o que configura o conhecimento do controle executivo é o “operacionalize”, podendo ser traduzido quando um aluno regula, controla, conscientemente, monitora e executa a estratégia.

Adversamente, quando se pensa no processo de desenvolvimento cognitivo, é necessário entender que a autorregulação e o monitoramento da metacognição são atividades difíceis de serem separadas, Haja vista, ocorrerem simultaneamente em nossa mente. Como exemplo disso, julgamos relevante trazer um esquema-resumo de alguns termos sugeridos por Rosa (2011), conforme a Figura 4:

Figura 4 – Componentes e elementos metacognitivos



Fonte: Rosa (2011, p. 58)

Ainda neste seguimento, Ribeiro (2003) pontua que no estudo de Flavell (1981) ocorre uma discussão sobre a tomada de consciência e o controle consciente da metacognição, o que levou a outros autores a se debruçarem e entenderem estas questões cognitivas da mente humana (RIBEIRO, 2003).

Weinert (1987) compartilha desse pensamento e defende que a metacognição não pode ser tratada apenas como conhecimento e tomada de consciência do processo cognitivo, mas pontua que se deve também considerar o seu controle.

3.2 O DESENVOLVIMENTO DA METACOGNIÇÃO NA ESCOLA

Vemos que o processo metacognitivo é algo complexo, tendo em vista que envolve ações mentais de pensamento, autorregulação, monitoramento ativo e controle executivo da consciência. Para que ocorra o desencadeamento desse processo é necessário um objetivo/atividade, como por exemplo, uma leitura, um problema matemático, uma situação problema, um exercício, um jogo ou até um desafio adaptado, ao contexto escolar.

A partir dos estudos de Flavell, os autores Hacker, Dunlosky e Graesser (2009) explicitaram que muitos dos processos cognitivos das crianças são expressos a nível automático. Isso pode ser visualizado quando se solicita, por exemplo, que a criança memorize uma lista de palavras, essa tarefa cognitiva não exige nenhuma interação entre as possíveis categorias que a criança detém, sendo realizada através de apenas uma ação cognitiva.

Já, quando se solicita que a criança realize uma tarefa mais complexa, isto é, que apresenta maior exigência cognitiva, torna-se necessária uma maior aplicação de estímulos e de estratégias cognitivas, de modo que, assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias metacognitivas para responder a pergunta e/ou tarefa (HACKER; DUNLOSKY; GRAESSER, 2009). Nessa perspectiva, Weinert (1987) nomeia a metacognição como uma cognição de segunda ordem.

Por isso, a partir dos processos mentais relativos à aprendizagem, Noël (1994) estabeleceu certas distinções, partindo do objeto de estudo sobre o qual vai tratar os processos metacognitivos: (1) **meta-memória** “capacidade de reconhecer ou restituir o que se tem aprendido”, (2) **meta-compreensão** que o sujeito sabe “sobre seu processo de compreensão” e (3) **meta-resolução de problemas** “processos mentais que se desenvolvem nas situações de meta-resolução de problemas” (ARAÚJO, 2009, p. 52). Acrescentamos a isso o conceito de **meta-visualização**, que consiste no olhar da metacognição para a visualização do processo cognitivo (GILBERT, 2005; LOCATELLE; ARROIO, 2014; LOCATELLE, 2016).

No tocante a isso, Araújo (2009) define a aprendizagem escolar e metacognição, como um fator:

Em relação à aprendizagem escolar, a metacognição pode ser definida como o conhecimento que o estudante tem sobre os seus próprios processos cognitivos ou sobre algo relacionado a esses, como os problemas para assimilar um determinado conteúdo, os procedimentos cognitivos adequados para desenvolver uma tarefa, aplicação de estratégia para resolver problemas, etc. (p. 49)

Para Araújo e Araújo (2017), o processo metacognitivo no ensino é evidenciado na escola quando o aluno se torna consciente do seu próprio processo de pensar, desenvolvendo assim, competências e autonomia cognitiva na construção do seu conhecimento e consequente aprendizagem.

Logo, como podemos perceber, os processos metacognitivos fazem parte das situações de aprendizagem nas diversas áreas que compõem o currículo escolar. Contudo, nessa pesquisa nosso olhar foi direcionado para o ensino e aprendizagem das ciências, como veremos no próximo tópico.

3.3 OS PROCESSOS METACOGNITIVOS NO ENSINO E APRENDIZADO DAS CIÊNCIAS

Em se tratando dos processos metacognitivos, Campanario e Otero (2000) propõem uma interessante discussão sobre o Ensino de Ciências, a aprendizagem e os processos cognitivos, apontando para as necessidades de compreender o que os alunos conhecem (noções prévias), sabem fazer (estratégia de raciocínio), acreditam (ideias epistêmica) e o que eles supõem saber (metacognição) sobre os fenômenos científicos, tencionando desse modo, corroborar para a superação das limitações encontradas na aprendizagem da área.

Para isso, um importante facilitador desses processos na aprendizagem, são os professores e o seu planejamento de estratégias didáticas. De forma que tais meios, quando bem planejados, podem propiciar estímulos cognitivos e metacognitivos, conforme aponta Rosa (2011):

[...] Flavell formulou a hipótese de que os recursos cognitivos dos sujeitos não são espontâneos, mas surgem à medida que eles têm necessidade de solucionar tarefas ou problemas concretos, selecionando as estratégias pertinentes a cada situação (p. 40).

De acordo com Campanario e Otero (2000), isto pode ser visto no ensino de Ciências, quando o educando desenvolve habilidades relativas a comparar, organizar, formular hipóteses, explicar e resolver uma tarefa ou problema do saber científico. Destarte, os fenômenos científicos não caem na superficialidade e linearidade características dos conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes e, conseqüentemente, minimiza-se a ocorrência de erros conceituais, os quais devem e são considerados quando se trabalha num enfoque metacognitivo, fazendo com que os alunos reflitam acerca de seus conhecimentos (CAMPANARIO; OTERO, 2000). Então, fica evidente que tais processos devem estar entre os objetivos do ensino de Ciências e de sua aprendizagem.

Nessa direção, Rosa e Alves Filho (2008) e Rosa (2011) mencionaram algumas

ferramentas didáticas metacognitivas que são meios de operacionalizar o ensino e a aprendizagem, a partir das quais os professores conseguem instrumentalizar os alunos. Dentre elas, os autores citam as aplicações de mapas conceituais, “V” epistêmico de Gowin, estratégia Predizer – Observar - Explicar (POE) e questionamentos metacognitivos. Tais ferramentas possibilitam que ocorra um desenvolvimento de competências cognitivas e metacognitivas, em consequência de uma melhor aprendizagem dos conteúdos trabalhados em sala, corroborando ainda para a formação cidadã.

Nessa linha de pensamento, sabemos que em nosso contexto de ensino e aprendizado, as competências cognitivas e metacognitivas podem ser articuladas também com a Educação Tecnológica, como mencionado na BNCC da Educação Básica. Podemos contemplar essa articulação nos trabalhos de: Lemos et al (2014), intitulado de: “Fio condutor microgenético: uma técnica para a mediação metacognitiva em jogos computacionais”; que teve por objetivo: apresentar o estudo-piloto da aplicação de dois jogos manipuláveis – Jogo dos Elásticos e Jogo da Vassoura utilizando a técnica do Fio Condutor Microgenético, visando testar sua eficácia para o aprendizado metacognitivo. Como também, na pesquisa desenvolvida por Kautzmann e Jaques (2016), “Treinamento da habilidade metacognitiva de monitoramento do conhecimento em sistemas tutores”, a qual propõe um treinamento adaptativo específico da habilidade de monitoramento do conhecimento, em sistemas tutores inteligentes.

Essas pesquisas supracitadas são exemplos de trabalhos que articularam a metacognição e a Educação Tecnológica na área de ensino. Acreditamos que a nossa pesquisa pode trazer novos pontos a serem discutidos nessa articulação, com o enfoque direcionado mais especificamente para área do Ensino das Ciências.

Nesse sentido, realizamos uma pesquisa que investigou o desenvolvimento de estratégias metacognitivas em uma Sequência Didática com experimentação, com auxílio de dispositivos móveis, no Ensino de Ciências.

No próximo capítulo, apresentaremos o nosso caminho metodológico.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

A partir dos objetivos da pesquisa, buscamos neste tópico situar nosso caminho metodológico de elaboração e aplicação de uma Sequência Didática experimental investigativa e a utilização de dispositivos móveis no Ensino das Ciências. Tivemos como participantes estudantes de uma turma de Ensino Fundamental, buscando compreender como eles mobilizam estratégias metacognitivas para a aprendizagem de Ciências nas etapas da sequência proposta.

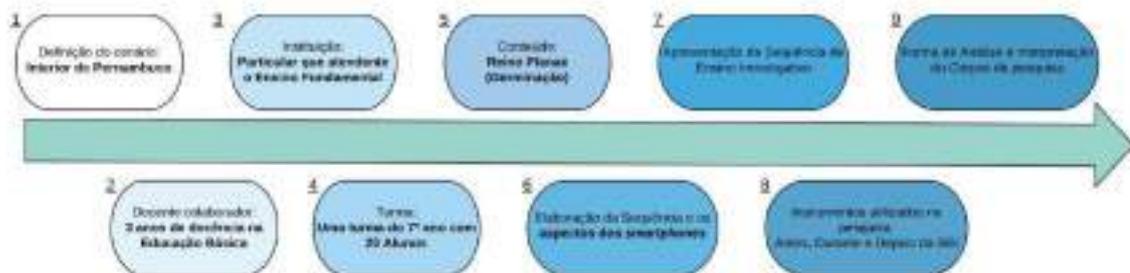
O estudo teve uma perspectiva qualitativa, tomando por base Minayo (2011), não tendo como objetivo quantificar dado; mas sim, buscar compreender os significados conferidos aos fenômenos educacionais.

Para situar a posição do pesquisador no estudo, optamos em atuar na pesquisa como observação participativa/ participante de forma artificial, em que segundo Marconi e Lakatos (2003), o pesquisador atua em uma instituição ou comunidade com o intuito de ser confundido com um dos alunos, mesmo não fazendo parte dela. O pesquisador participa do acompanhamento das atividades normalmente com o objetivo de obter informações da investigação.

4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Nesse tópico, apresentamos todas as escolhas do nosso caminho metodológico da proposição e aplicação da Sequência Didática e seus critérios. E para melhor entendimento, elaboramos um fluxograma representativo de forma ordenada de todos os procedimentos metodológicos realizados na pesquisa, e posteriormente apresentaremos cada subtópico de forma descritiva, seguindo ordem da figura 5:

Figura 5 – Fluxograma representativo dos procedimentos metodológicos



Fonte: Autor.

4.1.1 Definição do cenário da pesquisa

Nossa pesquisa foi realizada no Nordeste brasileiro, mas especificamente em uma Escola Privada do Agreste Pernambucano. Contou com a participação de 1 (um) docente colaborador e seus respectivos alunos, da turma de 7º ano, em uma sequência de aula com o conteúdo sobre o Reino Vegetal. A turma era composta de 20 (vinte) alunos formados por 13 (treze) alunos do sexo masculino e 7 (sete) alunas do sexo feminino. Os alunos foram divididos em 4 (quatro) grupos de 5 (cinco) alunos cada, para a realização da Sequência Didática.

Ressaltamos que em nossa pesquisa tivemos uma preocupação ética de documentação e posterior arquivamento, com: (1) Apresentação de ofício de permissão de pesquisa para instituição de ensino selecionada; (2) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para o coordenador da instituição e (3) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para a participação do voluntário (alunos) com assinatura do responsável legal, de acordo com o (Apêndice A).

Neste trabalho, optamos pelo sigilo da instituição, da cidade e de todos os participantes (docente e alunos), atores sociais partes desta pesquisa.

4.1.2 Docente colaborador da pesquisa

Para a escolha do docente colaborador, contamos com a colaboração de um professor formado em Licenciatura em Ciências Biológicas, egresso da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico de Vitória (CAV)¹², lecionando na Educação Básica, que desenvolvesse atividades práticas investigativas e que tivesse conhecimento teórico e prático sobre os dispositivos móveis, disposto a contribuir com a nossa pesquisa.

A partir da localização do docente, traçamos o seu perfil e características, partindo dos questionamentos (Apêndice A).

Quadro 5 – Perfil do docente colaborador

Informação	Respostas do formulário
Pessoal	- Sexo: Masculino; - Idade: 22 anos; - Brasileiro; - Nasceu em: Bom Jardim - PE.

¹² Localizado na Zona da Mata Pernambucana

Formação	<ul style="list-style-type: none"> - Cursou: Licenciatura em Ciências Biológicas; - Formação atual: Graduação; - Instituição de Formação: UFPE-CAV; - Ano de conclusão: 2017.
Profissional	<ul style="list-style-type: none"> - Leciona há três anos; - Atua em duas instituições da rede particular no ensino fundamental (anos finais), em dois municípios do agreste pernambucano.
Posição do docente sobre a pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> - Realizou Trabalho de Conclusão de Curso com desenvolvimento de um aplicativo para dispositivo móvel voltado para o conteúdo de Botânica; - Desenvolve Ensino por Investigação em sala no Ensino Fundamental; - Uso de laboratório de informática e código <i>QR code</i> em atividade escolar; - Já desenvolveu uso de dispositivo móvel em sala.

Fonte: Autor.

4.1.3 Instituição da pesquisa

A Instituição que o docente lecionava é localizada na zona urbana de uma escola do Agreste Pernambucano, atende ao ensino infantil e ao fundamental nos anos iniciais e finais, com aulas nos turnos da manhã para o ensino infantil e fundamental inicial, e no período da tarde para o ensino fundamental anos finais. Já sobre sua infraestrutura, conta com salas amplas, laboratório de informática, biblioteca, sala de jogos, balé, artes marciais, pátio e piscina. A Escola, dentro do nicho da rede particular do ensino infantil e fundamental do Município, é considerada uma das referências em qualidade de ensino.

4.1.4 Turma da pesquisa

Após o aceite do docente e da Instituição, focamos na escolha da turma que seria desenvolvida a sequência. Pontuamos que tal escolha se deu a partir da nossa solicitação ao docente para ele escolher uma turma de menor faixa etária do ensino fundamental. O professor optou em realizar a Sequência Didática em uma sala do 7º ano do turno da tarde, que era formada por 20 (vinte) alunos.

4.1.5 Conteúdo da Sequência

Ao definir a turma, lançamos o olhar para o conteúdo de Ciências do ensino fundamental, considerando a observação de Scarpa e Silva (2013), quando as autoras sugerem que nem todos os temas biológicos do currículo e seus conteúdos são passíveis de experimentação.

Isto posto, procuramos um conteúdo do 7º ano que fosse discutido amplamente e com

grande importância no contexto cotidiano e sociocientífico da região da pesquisa, o que nos direcionou à Botânica. Para Ursi et al. (2018), esses organismos biológicos já são discutidos em pesquisas teóricas e experimentais há séculos, perpassando por inúmeros pensadores e cientificistas dos mais clássicos, modernos e contemporâneos ao redor do mundo. Todavia, o Ensino da Botânica na literatura demonstra uma série de problemas inerentes a seus conteúdos, direcionando a um caráter memorístico dos conceitos e terminologias, temáticas pouco contextualizadas, carga horária e conteúdos insuficientes no âmbito escolar e falta de interesse dos licenciandos e docentes de Biologia (TOWATA; URSI; SANTOS, 2010; LEOPOLDO; BASTOS, 2018).

Então, na área da Botânica, levando em consideração o contexto e a questão geoclimática da região que os alunos estavam inserindo, optamos em trazer a problemática da agricultura e o fenômeno da germinação. Salientamos que a germinação tem inúmeros fatores e variáveis, tais como ambiental ou extrínseco, a partir da: luz, temperatura, potencial da água, fatores químicos, gases e fatores bióticos; e interno ou intrínseco, com a: morfologia, viabilidade e dormência.

É pertinente trazer que em nossa SEI foi explorada a variável potencial da água que é o principal fator que inicia a germinação a partir do controle de simulação hídrica no plantio de feijão e milho. Sabemos que para a semente germinar é necessária uma determinada quantidade de água para quebrar sua dormência. Para cada tipo de sementes a quantidade de água disponível no substrato pode proporcionar a germinação ou inibição do grão.

Por fim, informamos que a atividade experimental de germinação, proposta e aplicada na SEI, foi anteriormente testada e acompanhada pelo pesquisador (teste prévio), a partir da qual foi possível verificar as possíveis questões que poderiam emergir em sala e informada para o docente colaborador.

4.1.6 Elaboração da Sequência e os aspectos dos *smartphones*

Para elaboração e aplicação da sequência experimental com dispositivos móveis, consideramos para proposição uma prática que pudesse ser replicada em qualquer local ou contexto, mas considerando uma infraestrutura mínima para aprendizagem móvel. Para aplicação por parte do docente, optamos em estabelecer funções dos *smartphones* no modo *offline* ou sem *internet* durante os momentos na instituição de ensino, e para os momentos com funções no modo *online* ou com *internet* nos momentos extraclasse.

Durante a elaboração da SEI, optamos em direcionar um dispositivo para cada grupo de alunos, nos quais os *smartphones* serviram como recurso didático e instrumento de coleta do *corpus*. Os *smartphones* disponíveis para pesquisa foram: Samsung J4, Samsung J6, Moto G4 e Samsung Galaxy S5 mini.

A seleção das funcionalidades dadas aos *smartphones* na sequência é justificada a partir do nosso mapeamento, premissas discutidas na fundamentação teórica com base em Barros (2014; 2017) e as considerações do docente colaborador. Os aplicativos¹³ escolhidos para cada etapa da SEI foram estabelecidos em conformidade com a função e modo dos dispositivos. Assim, sintetizamos os pontos discutidos e escolhas feitas no Quadro 6:

Quadro 6 – Síntese dos pontos da relação da SEI com os *smartphones* na pesquisa

Funcionalidades	Aplicativo(s) utilizado(s) durante a SEI	Função(ões) na SEI	Modo(s) de uso no SEI
Câmera	<i>QR Code Reader</i>	Leitora dos códigos <i>QR code</i> na função “texto”	<i>Offline</i> na instituição
Media Player/ Playback	Vídeo Player	Reprodução de vídeos	<i>Offline</i> na instituição
Aplicativos	<i>QR Code Reader</i> , “ <i>Cultivar!</i> ” e Vídeo Player	-	<i>Offline</i> na instituição
Portabilidade/ Mobilidade/ Ubiquidade	<i>QR Code Reader</i> , “ <i>Cultivar!</i> ”, Vídeo Player e <i>WhatsApp</i>	Uso durante o SEI e acompanhamento da atividade experimental	<i>Offline</i> na instituição/ <i>online</i> fora da instituição
Memória	<i>QR Code Reader</i> , “ <i>Cultivar!</i> ” e Vídeo Player	Uso para o armazenamento dos vídeos e aplicativos nos dispositivos	<i>Offline</i> na instituição
Aplicativo	<i>WhatsApp</i>	Uso de acordo com a vontade do usuário “aluno” e acompanhamento da atividade experimental	<i>Online</i> fora da instituição
Conectividade com Internet	<i>WhatsApp</i>	Uso de acordo com a vontade do usuário “aluno” e acompanhamento da atividade experimental	<i>Online</i> fora da instituição
Pesquisa	Livre escolha do usuário “aluno”	Uso de acordo com a vontade do usuário “aluno”	<i>Online</i> fora da instituição

Fonte: Autor¹⁴

O Quadro 6 apresentou todas as nossas opções e escolhas em relação aos *smartphones* na SEI propostas e aplicadas. Enfatizamos que, como já foi mencionado anteriormente, das funcionalidades selecionadas para a SEI as que podem gerar maiores dúvidas ou questionamentos, em sua aplicabilidade no ensino, são as funções de aprendizagem móvel e

¹³Todos os aplicativos utilizados na pesquisa são gratuitos e estão disponíveis no *play store*.

¹⁴Nota: baseado no estudo de Barros (2014, p. 46).

os momentos na escola sem *internet*.

No entanto, para a UNESCO (2013) é possível considerarmos uma aprendizagem móvel tanto com uso isolado da tecnologia móvel, quanto na interação com a Tecnologia da Informação e Comunicação no Ensino. Portanto, proporcionar momentos com usos da aprendizagem móvel de modo *off/online* nas atividades experimentais investigativas é uma possibilidade no Ensino de Ciências.

4.1.7 Sequência de Ensino Investigativo

A partir do referencial teórico da pesquisa e o questionário do docente colaborador, elaboramos a seguinte SEI com seus aspectos da aprendizagem móvel com a finalidade de analisar as estratégias metacognitivas, como pode ser visto no Quadro 7:

Quadro 7 – Adaptação das etapas da Sequência de Ensino Investigativo

Etapas da Sequência de Ensino Investigativo		Descrição da Sequência e Aprendizagem Móvel
1ª E T A P A	Objetivo da 1ª Etapa – Estabelecer a organização dos grupos, em seguida entregar os materiais (texto de resposta e o <i>smartphone</i>) e a proposição teórica do problema pelo docente.	O primeiro momento da sequência o docente realizou a divisão dos grupos, e uma posterior entrega de 4 (quatro) <i>smartphones</i> e um “Texto - Preocupação de agricultores” (Apêndice B), no caso um por grupo. Tal ficha entregue contém um <i>QR code</i> de “texto”, que indica a exibição de um vídeo TVrit ¹⁵ (2017), sobre uma associação de agricultores e a questão hídrica da região do Agreste Pernambucano e o plantio de milho e feijão. No final da leitura do texto, leitura do <i>QR code</i> e exibição do vídeo os grupos realizaram uma atividade para verificar os conhecimentos prévios e a compreensão sobre a problemática da sequência.
	Passo 1 – O docente realizara divisão da turma em grupos de cinco integrantes.	
	Passo 2 – O docente distribui os materiais.	
	Passo 3 – O docente apresenta proposição do problema da sequência e posteriormente confirma o entendimento dos grupos.	
	Passo 4 – O docente estabelece questionamentos sobre o vídeo, texto e a problemática. Os alunos apresentam suas respostas oriundas dos conhecimentos prévios sobre a problemática.	
2ª	Objetivo da 2ª Etapa – (Re)entrega de material de: leitura, <i>smartphone</i> e da experimentação, e em seguida proposição prática de resolução de problema e acompanhamento dos experimentos pelos alunos.	Durante o segundo encontro da sequência, o docente iniciou com a retomada da problemática, a entrega da “Ficha - técnica da associação de agricultores” e “Ficha de preenchimento do grupo”, de acordo com os (Apêndices C e D) para leitura, preenchimento e resposta, este momento ocorreu no pátio da instituição com os “materiais do experimento”, demonstrado na lista do (Apêndice E). Em seguida, os grupos de alunos utilizaram os <i>smartphones</i> de modo <i>offline</i> com as funções de reproduzir vídeo Redeglobo ¹⁶ (2017) e a leitura de código de <i>QR code</i> , dentre outras durante a elaboração e montagem dos experimentos.
	Passo 1 – O docente deve dar continuidade à compreensão do problema, porém agora de forma prática na proposição e aplicação da atividade experimental.	

¹⁵https://www.youtube.com/watch?v=Q4h_2m3vJrE

¹⁶<https://globoplay.globo.com/v/6233604/>

E T A P A	Passo 2 – O docente durante a apresentação prática do experimento não deve trazer termos ou elementos específicos da linguagem científica.	Obs: Foram colocados <i>QR codes</i> de “texto” nos materiais com informações complementares e dicas. Logo, após a montagem dos experimentos, cada grupo recebeu uma “Ficha de Acompanhamento dos hectares”, podendo ser visto no (Apêndice G) para os momentos extra-aulas que aconteceram durante uma semana, pontuamos a mudança de função dos <i>smartphones</i> para o modo <i>online</i> de uso dos alunos com o aplicativo <i>WhatsApp</i> .
	Passo 3 – O docente deve fornecer condição para elaboração de hipóteses e testes por parte dos grupos.	
	Passo 4 – O docente deve possibilitar um momento de construção do entendimento de germinação e suas variáveis.	
	2^a.1 Etapa – A presente subetapa da sequência é o acompanhamento dos experimentos.	
	Passo 5 – Os alunos devem acompanhar durante 5 (cinco) dias os experimentos com supervisão do docente ou pesquisador. Ao longo do período, obtiveram o preenchimento da ficha do experimento e registros dos hectares.	
	Passo 6 – Mediação do docente no aplicativo <i>WhatsApp</i> .	
3 ^a E T A P A	Objetivo da 3^a Etapa – Apresentar a sistematização dos grupos de alunos sobre os experimentos de germinação realizados.	Durante este momento os alunos estavam com todas as fichas de preenchimento, no entanto no dia era para adicionar as constatações dos experimentos, o que aconteceu no começo da etapa. Posteriormente ocorreram as apresentações dos experimentos pelos alunos. Em seguida, ocorreu uma pergunta geral para saber qual experimento foi mais eficaz para problemática de germinação. Logo após, o docente entregou os <i>smartphones</i> para reprodução de um vídeo Univesp ¹⁷ (2018), sobre germinação e, por fim da etapa, houve uma aula prática.
	Passo 1 – O docente solicita as apresentações dos grupos para o momento de socialização das práticas e conhecimentos; experiência dos alunos durante a sequência (momento de relembrar o que fizeram).	
	Passo 2 – O docente realiza perguntas/questionamentos para melhor construção e sistematização dos alunos, sempre considerando os erros e os acertos durante as apresentações.	
	Passo 3 – Após o relato das atividades experimentais pelos alunos, o docente entrega os <i>smartphones</i> para reprodução de um vídeo, e posteriormente ocorre um momento de aula prática com os alunos.	
4 ^a E T A P A	Objetivo da 4^a Etapa – Escrever e desenhar a sistematização individual dos alunos sobre a problemática do fenômeno de germinação.	A última etapa iniciou com o docente entregando o material escrito, com o intuito de que cada educando escrevesse e/ou desenhasse que foi a “Ficha de sistematização individual dos alunos”, de acordo com o (Apêndice F) sobre o conhecimento construído sobre o fenômeno de germinação. De forma célere, o docente solicitou que se formassem novamente os grupos e deu um atribuiu tempo para o diálogo entre eles sobre as perguntas, por fim dividiu mais uma vez os alunos e eles responderam o material.
	Passo 1 – O docente realiza entrega de material para resposta/ sistematização individual dos alunos em sala.	
	Passo 2 – O docente solicita que se formem novamente os grupos para discussão das perguntas, em seguida, há o retorno individual de resposta do material, a finalidade do momento é clarear, compartilhar e distribuir ideias (instrumentos para construção pessoal	

¹⁷<https://www.youtube.com/watch?v=IXBeOxtNy00>

do conhecimento).

Fonte: Autor.

Como demonstrado no Quadro 7, seguimos as etapas sugeridas por Carvalho (2013) com o objetivo de cada etapa, e seus passos para montar e aplicar a SEI. Durante tal construção, consideramos também os níveis de EnCI de Banchi e Bell (2008), como investigação guiada e aberta; aprendizagem móvel por Traxler (2013) com aprendizagem autêntica; e as especificidades da área de concentração do estudo, partindo dos estudos de Scarpa e Silva (2013) e Trivelato e Tonidandel (2015) com a finalidade de manter uma coerência teórica e metodológica.

Vale ressaltar que optamos em apresentar no quadro acima um objetivo de cada etapa com o propósito de guiar e responder o primeiro objetivo específico que foi: Analisar a aplicação de uma Sequência Didática com experimentação investigativa, em uma turma do 7º ano do fundamental incorporando aprendizagem móvel.

4.1.8 Instrumentos da pesquisa

Os instrumentos utilizados nesse estudo foram:

- **Questionário inicial para o docente colaborador:** O referido instrumento foi utilizado antes da elaboração da sequência, e teve por finalidade traçar o perfil do professor e a elaboração da SEI, pensando na melhor maneira de aplicação e mediação da atividade proposta;
- **Diário de bordo:** O instrumento de registro, acompanhamento e reflexão do pesquisador foi utilizado durante toda SEI, e nos forneceu registros do docente, dos alunos, a utilização dos dispositivos móveis e também do conteúdo da Sequência Didática;
- **Áudio e vídeo gravação:** Este instrumento de registro teve a finalidade de obter áudio e imagem da sequência e na entrevista dos alunos e assim fornecer elementos escritos e visuais para análise da sequência e as estratégias metacognitivas;
- **Dispositivo móvel:** Tal dispositivo teve função de instrumento de registro quando utilizamos o aplicativo ADV gravador de tela, que capturou na íntegra o uso dos dispositivos pelos grupos, englobando todos os passos executados por eles, e as falas proferidas durante o manuseio pelos atores sociais dessa pesquisa;
- **Entrevista com dois representantes de cada grupo de alunos, após a SEI:** A referida técnica de coleta do *corpus* foi executada uma semana após a aplicação da

sequência na própria instituição de ensino, e aconteceu no tempo de 40 (quarenta) minutos com participação de 6 (seis) alunos, salientando que a seleção de escolha dos alunos ficou a cargo do docente colaborador. O objetivo da técnica foi buscar identificar o que os grupos especularam pertinentes, ou não, sobre o uso dos *smartphones* na investigação e aprendizagem do conteúdo de germinação, e trazer pontos observados durante a SEI.

4.1.9 Análise e Interpretação do *Corpus* da pesquisa

Para interpretação do *corpus* da pesquisa, foi necessário observar minuciosamente as atividades desenvolvidas durante a SEI e de maneira idêntica os áudios e vídeos gravações da SEI e da entrevista.

Inicialmente, propusemo-nos a transcrição do material e, em seguida, selecionamos os episódios que possibilitariam responder as questões da nossa pesquisa.

Para analisar as estratégias metacognitivas promovidas pela SEI, tomou-se como base as 3 (três) categorias sugeridas por Araújo (2009) e 1 (uma) sugerida por Lucena (2013) que complementa as categorias de Araújo. Ressaltamos que essas 4 (quatro) categorias foram desenvolvidos na Área de Educação Matemática, no entanto, Silva (2016) em sua dissertação, adaptou as 4 (quatro) categorias para área do Ensino de Ciências, aproveitamos, então, essa adaptação de Silva, como podemos observar no quadro 8.

Ao lado, dispusemos exemplos retirados da nossa pesquisa de atividade experimental, assim evidenciamos como ocorreu a categorização do nosso estudo:

Quadro 8 – Categorias de análise das estratégias metacognitivas

Estratégias metacognitivas	Exemplo de cada categoria no nosso estudo
<p>Estratégia de ordem pessoal: Está relacionado à autoavaliação do aluno antes, durante ou depois de realizar uma tarefa, estando ligadas à necessidade de revisão do assunto estudado, às pistas oferecidas pelos erros para melhorar nos estudos, etc (SILVA, 2016, p. 36).</p>	<p>Discursos dos alunos a respeito da comprovação ou não das hipóteses por eles levantadas, em uma espécie de autoavaliação dos procedimentos experimentais.</p> <p>Ex: (Inicia-se uma discussão sobre o código do experimento): Aluno 1 – Eu acho melhor o 1 (um) não? Aluno 1 – O 1 (um) não é melhor, não?</p> <p>Ex: (Relato de um aluno no grupo do <i>WhatsApp</i> sobre o experimento): Aluno 2 – No começo desse experimento, não achava que ia dar certo, mas pelo jeito eu estava errado.</p>
<p>Estratégia de ordem procedimental: Está relacionada aos procedimentos práticos de uma tarefa, isto é, ao conhecimento de regras, conceitos, propriedade e procedimentos [...]</p>	<p>Colocações feitas pelos alunos durante a comprovação ou refutação de hipóteses, relacionada à maneira pela qual eles estruturaram e executaram os seus experimentos.</p>

(SILVA, 2016, p. 36).	<p>Ex: (Após o questionamento do docente sobre a influência da água no desenvolvimento das sementes.) Aluno 1 – Quando a semente vai se enchendo de água, se rompe, permitindo a entrada de oxigênio [...] muito importante para as células do embrião.</p> <p>Ex: Aluno 2 – Então, a gente escolheu a opção 1 (um para todos (relacionada ao código do experimento)! Mas não deu muito certo! Porque o solo não ficou tão úmido para as plantas crescerem.</p>
<p>Estratégia de ordem da compreensão do problema: Constitui uma ação metacogniva mais abrangente, pois está relacionado à compreensão do problema como um todo. Nesse caso, os alunos fazem uso dessas estratégias ao se depararem com um problema que para resolvê-lo é necessário ter conhecimento dos conteúdos (conceitos, regras e procedimentos) (SILVA, 2016, p. 36).</p>	<p>Discursos dos alunos quando conseguiram compreender a situação problema: os fatores ou variáveis envolvidas na experimentação do fenômeno biológico:</p> <p>Ex: (Resposta de um aluno na apresentação do grupo sobre o experimento): Aluno 1 – Após todos esses dias percebemos que água, luz solar e os nutrientes são umas das coisas mais importantes para germinação e crescimento de uma planta.</p>
<p>Estratégia de ordem do conhecimento: Ao mobilizar seus conhecimentos prévios, o aluno precisa pensar sobre o conhecimento que possui a respeito de determinado conteúdo, e, para tal, refletir sobre os conhecimentos que possui (SILVA, 2016, p. 37).</p>	<p>Quando os alunos buscaram em seus conhecimentos prévios uma associação com o conteúdo, tarefa, questão ou atividade realizada, podendo ter ou não embasamento científico.</p> <p>Ex¹: (Fala de um aluno após assistir o vídeo e ler sobre o texto da associação de agricultores): Aluno 1 – Tem um nome de uma semente diferente, que eu esqueci o nome dela! [...] É a semente transgênica, né? O nome da semente é transgênica!</p>

Fonte: Autor¹⁸.

Após a apresentação da nossa sequência didática proposta, no próximo capítulo, trataremos da análise do material coletado durante a SEI.

¹⁸Nota: Categorias utilizadas por Silva (2016, p. 36, 37)

CAPÍTULO 5: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo, procuramos descrever e analisar a aplicação da SEI proposta nesse estudo. Relembramos que os pontos analisados emergiram das interações discursivas dos atores sociais, materiais desenvolvidos durante a sequência e respaldados pelo diário de bordo do pesquisador e as falas da entrevista com os alunos após sequência.

Antes, faremos uma breve descrição da organização dos dados necessários para: análise do *corpus* da pesquisa e categorização.

Apresentamos em seguida, os sinais e abreviações utilizadas na transcrição dos resultados e suas correspondências:

Quadro 9 – Sinais utilizados na transcrição e suas correspondências

Sinais e abreviações na transcrição	Correspondência
Frase em negrito	Chamar atenção do leitor.
...[reticências]	Continuação do que estava sendo dito, sem grande importância para a análise.
Coment.	Comentário do pesquisador sobre o episódio e diário de bordo.
E.	Entrevistador (pesquisador).
DC.	Docente Colaborador.
Sil...	Silêncio.

Fonte: Autor.

5.1. 1ª ETAPA

5.1.1 Descrição da 1ª Etapa

A 1ª etapa da SEI teve por objetivo, estabelecer a organização dos grupos, em seguida, entrega de materiais (texto de resposta e o *smartphone*) e a proposição teórica do problema pelo docente. A etapa aconteceu de acordo como planejado, em uma aula, na sala da instituição, no turno da tarde.

Iniciamos a descrição da sequência com **passo 1**:

Passo 1 – O docente realizar a divisão da turma em quatro grupos de cinco integrantes.

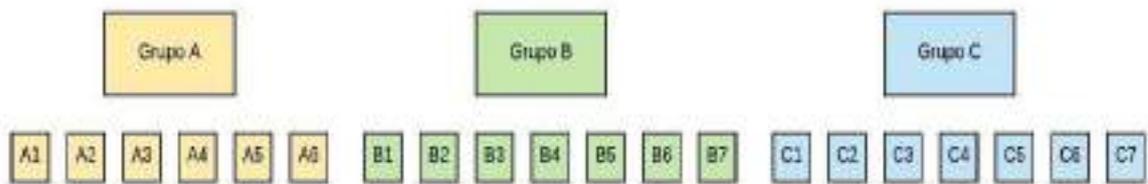
De forma contínua, ocorreu o **passo 2**:

Passo 2 – O docente distribui os materiais.

O docente entregou a ficha preocupação de agricultores (Apêndice B) e um *smartphone* para cada grupo. Nesse momento, ocorreu um problema técnico com um dos *smartphones* com a função de câmera e o uso do aplicativo *QR Code Reader*, inviabilizando seu uso.

A partir do problema com um dos *smartphones*, o docente teve que repensar a divisão dos grupos, logo no início da aplicação sequência, e deslocou os alunos do grupo que teve o problema para os demais grupos, reagrupando os alunos em 2 (dois) grupos de 7 (sete) alunos, e 1 (um) outro grupo de 6 (seis) alunos, como podemos observar na representação dos 3 (três) grupos de alunos (figura 6), optamos em nomear os Grupos “A”, “B” e “C” para exemplificá-los na transcrição e análise. Em seguida, registramos a disposição da sala na figura 7.

Figura 6 – Representação dos grupos



Fonte: Autor.

Figura 7 – Imagem da distribuição da sala de aula na 1ª Etapa



Fonte: Autor.

Na Figura 7, observamos a divisão e distribuição da sala após o reagrupamento dos alunos. Ainda sobre a distribuição dos materiais (texto e dispositivo), o docente apresentou orientações para o uso dos *smartphones* na sequência, em seguida ocorreu o momento de contextualização da problemática e leitura do *QR code* “texto” por meio de uma leitura coletiva (Apêndice B).

Imediatamente, ocorreu o **passo 3**:

Passo 3 – O docente apresenta a proposição do problema da sequência e, posteriormente, confirma o entendimento dos grupos.

O docente apresentou a proposição da sequência, como pode ser visto no Episódio 1:

Episódio 1 – Fala inicial do docente na SEI experimental

Turno	Siglas	Falas
1	DC.	Encontraram o vídeo na galeria?
	1º Coment.	Os grupos afirmam que localizaram.
2	DC.	Então, Veja só! Antes de vocês abrirem o vídeo, certo! É interessante que vocês fiquem atentos, as informações e que vocês comecem a associar com os conteúdos que já trabalharam, certo! O tema do vídeo é agricultura, e relacionar o que o vídeo traz e o que esse pequeno texto que está em cima dessas linhas traz, aí vêm às questões: Quais são os problemas encontrados? Como poderia ajudar esse problema o assunto que o vídeo vai trazer, né? Será que o uso de tecnologias poderia ajudar, como? Poderia prejudicar, como? Certo! São conhecimentos que vocês trazem sobre essa situação. Pronto, primeiro todo mundo observa! Então, o vídeo tem que ser projetado de um ponto que todos observem e que todo mundo possa ver ou pelo menos ouvir. Depois do vídeo a gente passa para o texto. Podem soltar o vídeo!

Fonte: Autor.

Ao atentarmos para fala do docente no Episódio 1, notamos as orientações de convite aos alunos a explorarem os materiais que foram disponibilizados durante o início da prática investigativa, como também a buscarem relacioná-los com os conteúdos já estudados. Percebemos também, durante a fala do docente, a ausência proposital da linguagem científica, estando em consonância com os propósitos da SEI (CARVALHO, 2013).

Percebemos, ainda, que no fragmento destacado no turno 2 em que há a sugestão do docente para que os alunos busquem, em seus conhecimentos prévios, associações que os aproximem da problemática posta na SEI, o docente busca promover, a partir da reflexão dos alunos, a mobilização de estratégias metacognitivas.

Do mesmo modo, contemplamos que o docente tem consciência de que os recursos tecnológicos *smartphones* e suas funções por si só não podem garantir uma eficácia no aprendizado dos alunos, necessitando de uma intervenção sua, o que ele faz a partir dos questionamentos colocados: “*Quais são os problemas encontrados?; Como poderia ajudar esse problema o assunto que o vídeo vai trazer, né?; Será que o uso de tecnologias poderia ajudar, como?; e Poderia prejudicar, como?*” (turno 2), reafirmando as afirmações de Valente (1993; 2014) e Kenski (2003) que sinalizam a necessidade de uma mediação eficiente do docente e os recursos tecnológicos nos momentos didáticos.

Seguindo as orientações do docente, ocorreram a leitura do texto e a exibição do vídeo, de acordo com a orientação do *QR code*. Neste momento, pontuamos que ocorreu um interessante manuseio do aluno “A4” e o *smartphone*, a partir da relação com o vídeo, o texto

e o grupo.

Para elucidar o momento, detalhamos a relação no Quadro 10:

Quadro 10 – Interação do aluno “A4” com o *smartphone* durante 1ª Etapa

No primeiro momento “A4” pegou o *smartphone* e exibe novamente o vídeo, durante o vídeo “A4” repetiu vários trechos da fala do presidente da associação dos agricultores em suas colocações de frases: “*Ultimamente a natureza acabou mudando com isso*”; “*ficou irregular não choveu muito*” e “*ficou ruim de chover*”. Em seguida, “A4” pergunta ao grupo: “*o que tinha no texto?*”. Ao final do vídeo “A4” traz afirmação “*O vídeo fala que tem uma hora que chove muito, não, e tem época que fica seco, e quando acaba tem seca!*”. A relação é finalizada quando “A4” reinicia mais uma vez o vídeo, no entanto para na metade.

Fonte: Autor

A partir da descrição acima, pudemos registrar o caminho que o aluno realizou no qual foi possível constatar à triangulação realizada pelo educando “A4” que foi: vídeo, material de leitura e, logo após, traçou uma explicação para o grupo. Ainda ao observar o manuseio de “A4” com o *smartphone*, a partir da função vídeo, percebemos uma tentativa de compreender a informação trazida repetindo e tentando correlacionar a problemática teórica da SEI. Assim, o aluno buscou ter uma função de “intérprete” ou interlocutor do seu grupo apresentando uma tentativa de síntese para os demais do grupo.

5.1.2 Análise das estratégias metacognitivas

De forma contínua, aconteceu o **passo 4**:

Passo 4 – O docente estabelece questionamentos sobre o vídeo, o texto e a problemática. Os alunos apresentam suas respostas oriundas dos conhecimentos prévios sobre a problemática.

Nesse momento, o docente estabeleceu um tempo para os grupos socializarem os entendimentos e, posteriormente, começou indo aos grupos para tirar dúvidas e conferir a compreensão da prática proposta por ele (CARVALHO, 2013). Durante esse passo, foi possível registrar duas formas distintas de interação entre os alunos de 2 (dois) grupos diferentes “A” e “B”. A partir das transcrições e materiais desenvolvidos pelos grupos, identificamos a presença de **estratégias metacognitivas**.

Para uma melhor compreensão das interações, apresentamos inicialmente a problemática teórica, a partir do Quadro 11, e consecutivamente o Episódio 2, que é um recorte de fala do grupo “B”, que ocorreu no momento após o docente tirar as dúvidas do grupo:

Quadro 11 – Problemática teórica para ser respondida na ficha da 1ª Etapa

“A associação de agricultores está apreensiva com a previsão de chuvas e o valor da saca de feijão e milho

na Ceasa para o mês da colheita para este ano. Tal associação é dividida em grupos e cada um é responsável por três hectares e anualmente os grupos se reúnem para decidirem qual será a melhor forma de plantio do ano”.

Fonte: Autor

Episódio 2 – Fala da interação entre os alunos do grupo “B” sobre o problema do vídeo e do texto

Turno	Siglas	Falas	Estratégia(s)
	[...]		
4	B1	Professor!	
	2º Coment.	“B1” faz o seguinte questionamento:	
5	B1	É para a gente colocar os pontos positivos e negativos?	
6	DC.	Não!	
7	DC.	É para relacionar o que o vídeo e o texto trouxeram, e como podemos melhorar a situação mostrada, certo?	
	[...]		
	3º Coment.	Após algum tempo os alunos começam a trazer considerações interessantes dentre eles.	
8	B5	Sistema de irrigação!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento]</i>
		Carro pipa poderia ir pra lá, da prefeitura!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema]</i>
9	B2	Tem nada a ver, “B5”. Sei lá! Fazer, criar uma barragem!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento]</i>
10	B1	Ver! Se no caso 2 (dois) agricultores dividissem caminhões pipas! Não seria legal?	<i>[estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema]</i>
11	B3	Aí poderia um plantava tal e o outro tal. Entendes?	<i>[estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema]</i>
12	B5	Ou eles também poderiam dá um tempo! De diminuir a plantação, só plantar naquela época, ia economizar mais.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema]</i>
13	B3	Tira o custo de renda.	
	[...]		
14	B1	Ver! Não vai ter chuvas! Não vai ter chuvas!	
	4º Coment.	Discussão entre “B1” e “B7” a respeito do vídeo e o que ele fala sobre as chuvas. “B1” enfatiza que no vídeo explica que não está chovendo.	
	5º Coment.	“B1” retoma a escrita da resposta, e pergunta é para construir o que?	

15	B2	Um sistema de irrigação. Quer falar alguma coisa “B6”?	
	6º Coment.	“B2” pergunta ao professor.	
16	B2	Se não tem água, como a gente vai fazer uma barragem?	[<i>estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema</i>]
	7º Coment.	O professor traz o questionamento ao grupo: Vocês só estão pensando na água, será que para plantar é necessário só a água?	[<i>fomenta estratégias metacognitivas</i>]
	8º Coment.	O grupo fala não, e o professor pergunta: E que outros fatores podem interferir?	[<i>fomenta estratégias metacognitivas</i>]
17	B2	Luz solar e nutrientes da terra!	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento</i>]
18	B1	Terra fértil!	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento</i>]
	9º Coment.	O professor faz o questionamento: Será que a tecnologia poderia ajudar estes agricultores?	[<i>fomenta estratégias metacognitivas</i>]
19	B2	Tem um nome de uma semente diferente, que eu esqueci o nome dela!	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento</i>]
	[...]		
20	B6	Que tinha na prova de Ciências?	
21	B2	É a semente transgênica, né? O nome da semente é transgênica.	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento</i>]
22	B1	Poderia ter uma máquina que separaria o que eles vão comer e vender	[<i>estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema</i>]

Fonte: Autor.

Fixamos o olhar na interação do grupo “B” a participação de 5 (cinco) alunos em um breve trecho de interação, em que trazem à tona seus conhecimentos prévios (estratégia metacognitiva da ordem do conhecimento) na tentativa de se pensar uma possível solução para a problemática água. Notamos que mesmo na primeira etapa da SEI o docente já começou a exercer uma função de trazer questionamentos em torno do problema (comentários nº 7, 8 e 9), fomentando estratégias metacognitivas e atribuindo, assim, possibilidades de os alunos repensarem em outros fatores envolvidos sem ser apenas no fator hídrico (CARVALHO, 2013).

Ao analisar o episódio de forma contínua, o primeiro ponto visto das estratégias metacognitivas que consideramos foram os turnos 8 e 9 com as ideias trazidas pelos alunos sobre a problemática da sequência, nas frases: “*sistema de irrigação*” e “*construção de barragens*”, as quais remetem a reflexões dos alunos a partir dos seus conhecimentos anteriores sobre o tema em questão, por isso categorizamos como **estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento** (LUCENA, 2013), quando os alunos buscam em seus

conhecimentos prévios uma solução para a tarefa, questão ou atividade. Tendo em vista, que as soluções que os alunos trouxeram emergiram de ideia/ situação ou conhecimento de seus cotidianos ou conhecimentos construídos.

O segundo aspecto visto no episódio foi à interação entre os alunos “B1” e “B7” como exposto na frase do comentário n° 4 “*Discussão entre “B1” e “B7” a respeito do vídeo e o que ele fala sobre as chuvas. “B1” enfatiza que no vídeo explica que não está chovendo*”. Neste sentido, percebemos a contribuição que o *smartphone*, com a função vídeo, conferiu ao aluno para compreensão do problema, mostrada de forma contextualizada, a problemática do plantio do milho, enfrentada pelos próprios “atores”, percebemos o envolvimento dos alunos em buscar uma solução para o problema, querendo “ajudar”, com os seus conhecimentos, os agricultores.

Em seguida, visualizamos no episódio, os comentários e a posição ativa do docente, quando ele promove reflexões metacognitivas, semelhantes as que Rosa e Alves Filho (2008) e Rosa (2011) mencionam, para o Ensino de Ciências, a partir das frases dos comentários n° 7 e 8: “*Vocês só estão pensando na água, será que para plantar é necessário só a água?*” e “*E que outros fatores podem interferir?*”. Neste momento, pudemos verificar como o docente pode operacionalizar a construção de uma competência cognitiva e metacognitiva no processo de ensino e aprendizagem, trazendo reflexões para os alunos sobre os conteúdos trabalhados, de forma a ampliar as variáveis do fenômeno estudado.

Continuando a análise, observamos mais uma vez a busca de soluções pelos alunos, que trazem um novo elemento para o processo de reflexão, após o docente ter fomentado um olhar fora das questões hídricas: “*Tem um nome de uma semente diferente, que eu esqueci o nome dela!*”; “*É a semente transgênica, né? O nome da semente é transgênica*” (Turnos 19 e 21). Ampliando o debate, em torno do tema, lançando mão da estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento (LUCENA, 2013), bem como na busca das tecnologias para solução da problemática com a frase: “*uso de maquinário para a agricultura*” (Turnos 22).

Outro aspecto que identificamos foram as falas dos alunos, nas quais buscaram resolver a problemática, com sugestões de ordem prática: “*Carro pipa poderia ir pra lá, da prefeitura!*” e “*Se no caso 2 (dois) agricultores dividissem caminhões pipas! Não seria legal?*” (Turnos 8 e 10). Notamos nessas respostas que os alunos lançaram respostas adequadas para situação, tentando resolver o problema a partir de outras alternativas, que não dependeriam por si só da natureza, assim sendo, identificamos e categorizamos a **estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema** (ARAÚJO, 2009).

E também, a partir desse Episódio analisado, percebemos a relevância do docente

mediador em uma SEI, e como ele pode intervir na reflexão, promovendo estratégias metacognitivas nos alunos. Desta forma, vimos como foi possível construir e aprofundar o conteúdo estudado anteriormente de forma teórica, a partir da atividade desenvolvida, ponto que ficaram marcados na transcrição do registro escrito do grupo “B”, que apresentamos a seguir.

Quadro 12 – Transcrição da resposta escrita do grupo “B” sobre a problemática teórica

<p>Quadro</p> <p>[...]</p> <p><i>“Usar adubo orgânico para o crescimento rápido da planta;</i></p> <p><i>Criar tanques de armazenamento de água, para que na seca possam irrigar as plantações;</i></p> <p><i>Se juntar dois agricultores para dividir a terra e eles dois dividirem a água que tem;</i></p> <p><i>Construir fundos tanques, e eles também poderiam construir um sistema de irrigação eles mesmos;</i></p> <p><i>Usar maquinários para separar uma parte de alimentação e outra parte para eles replantarem;</i></p> <p><i>Usar sementes transgênicas”.</i></p>
--

Fonte: Autor

No Quadro 12, observamos como ocorreu a sistematização dos conhecimentos prévios do grupo nessa etapa, percebemos nas respostas dos alunos a importância e também a “riqueza” das respostas deles, a partir dos questionamentos sugeridos pelo professor, (Episódio 2) que os levou a refletirem sobre a problemática apresentada, buscando tanto em seus conhecimentos prévios, quanto em soluções práticas do seu cotidiano, tentando resolver o problema posto pelo docente. Salientamos ainda, que a posição do docente de fomentar estratégias metacognitivas foi registrada em todos os grupos.

O último momento de descrição da 1ª etapa aconteceu quando o docente solicitou que cada grupo compartilhasse suas respostas. Durante a socialização cada grupo leu sua resposta, logo após este momento o docente fez colocações sobre os conteúdos de vascularização e adaptação das plantas, e também tirou uma dúvida sobre “*o que é semente transgênica?*”, pois o aluno que pontuou o termo não soube explicar sua funcionalidade e o que era para os demais da turma.

Ao final da aula, o docente informou que na próxima aula os mesmos grupos trabalhariam de forma prática/ experimental, a partir de uma problemática, e que era para eles já pensando como isso poderia influenciar na vida dos agricultores.

5.1.3 Comentários à 1ª Etapa

Nesse tópico, apresentamos os comentários que aconteceram fora dos passos da 1ª etapa da SEI. O primeiro aspecto aconteceu no início da 1ª etapa quando registramos a fala de um aluno na inclusão dos dispositivos móveis na sala de aula, na qual o aluno trouxe questionamento sobre o uso do aplicativo *QR code reader* e a leitura do código *QR code* durante a sequência, conforme pode ser visto na (Figura 8) e no (Episódio 3):

Figura 8 – Imagem do uso do *QR code* e o texto que contém nele



Fonte: Autor.

Episódio 3 – Questionamento do aluno sobre o código *QR code*

Turno	Siglas	Falas
	[...]	
23	A3	Está vendo, isso aqui? “Pra” mim, isso nunca ia ser uma frase!
24	A4	Claro que iria ser uma frase!
25	A3	Ohh, professor!
	10º Coment.	“A3” faz o seguinte questionamento para o docente:
26	A3	Aquela frase está aqui é?
	11º Coment.	“A3” aponta para o <i>QR code</i> .
27	DC.	É!
28	A3	Caramba!
29	A3	Como assim?
	12º Coment.	“A3” faz o questionamento para os demais do grupo.
30	A4	Isso aqui era uma frase, você não sabia, não!
31	A6	Eu pensei que fosse um código!
	13º Coment.	Os demais alunos do grupo “Eu também!”
32	A3	Eu pensei que fosse aquele negócio que a gente faz compras!
33	A4	E no <i>WhatsApp</i> também tem isso.
34	A3	Sabe qual aquele negócio que o cara vai comprar que tem pra passar, né? Pensei que fosse isso.
35	A4	É a mesma coisa! Só que depende, entendesse?
	[...]	
	14º Coment.	Já nos grupos “B” e “C” não ocorreram interações ou dúvidas sobre o código <i>QR codes</i> .

Fonte: Autor.

A partir da Figura 8, do Episódio 3 e da frase do aluno “A3” “*Está vendo, isso aqui? “Pra” mim, isso nunca ia ser uma frase!*” (turno 23), evidenciamos assim que um dos alunos

não tinha conhecimento do código do *QR code* e que pode esse código texto “informação”. Logo, podemos evidenciar que mesmo na atualidade existem aplicativos e funções desconhecidos pelos alunos em fase escolar, mesmo que eles já tenham nascidos em uma geração que é imersa nas tecnologias móveis.

Para tentar compreender melhor a reação de “A3” com os *QR codes* e ampliar a discussão buscamos verificar no registro de entrevista quais foram as opiniões de todos os grupos sobre a função dos *QR codes* na SEI, como pode ser visto no (Episódio 4). Vale relembrar, que a entrevista foi realizada uma semana após a última etapa da sequência com 2 (dois) representantes dos 3 (três) grupos.

Episódio 4 – Recorte da entrevista sobre os códigos *QR codes* da sequência

Turno	Siglas	Falas
	E.	E sobre o uso do <i>QR codes</i> ?
36	B2	ahhh, foi legal foi uma experiência nova “pra” gente!
37	C1	É verdade!
38	A1	Foi uma experiência nova realmente!
	E.	Vocês nunca tinham usado o <i>QR codes</i> ?
39	C1	Não!
40	B1	Assim, para esse tipo de atividade não!
41	C1	“Pra” escola não! Para esse tipo de atividade na escola não.
42	A1	A gente tipo o conhecimento sobre isso, mas pra “usarrrr”!
43	B1	“Pra” ver o que era aquilo, só isso!
	Sil...	

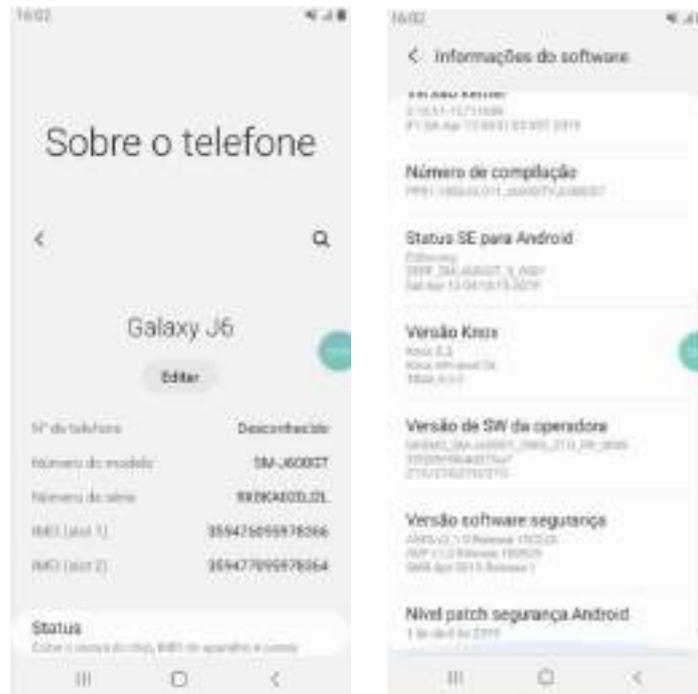
Fonte: Autor.

De acordo com o recorte acima, demonstramos que o fato não ficou restrito apenas a um grupo (grupo A), pois houve considerações de 2 (dois) alunos dos outros 2 (dois) grupos investigados como observamos nos turnos 36 e 41 com os alunos “B2” e “C1”, como uma “nova” experiência no processo de ensino e aprendizagem escolar. No entanto, o uso de tecnologias em sequências, já eram sugeridas por Carvalho (2013) e Sasseron (2013), como parte de uma SEI.

Esses comentários apresentados pelos alunos durante a entrevista nos revelam que eles não têm noção do potencial do dispositivo móvel e de suas funções no âmbito escolar.

Outro aspecto evidenciado na inclusão dos dispositivos móveis foi as conversas entre os alunos dos 3 (três) grupos, em torno dos modelos, funcionalidades e os valores de mercado. Examinamos a partir do manuseio de um dos alunos do grupo “B” que mexeu na configuração do *smartphone* para ver a configuração, de acordo com as capturas de tela da (Figura 9):

Figura 9 – Duas capturas de tela do *smartphone* do grupo “B”



Fonte: Autor.

Quando observamos a Figura 9 e o manuseio de um dos integrantes do grupo “B”, fica perceptível a curiosidade sobre os aspectos de *hardware* e *software*, em torno dos dispositivos móveis.

5.2 2ª ETAPA

5.2.1 Descrição da 2ª Etapa

A 2ª etapa da SEI, considerada a etapa crucial do nosso trabalho, na qual unimos atividade experimental, uso dos dispositivos móveis e as reflexões metacognitivas para aprendizagem das Ciências, detém por objetivo a (re)entrega de material de leitura, do *smartphone* e da experimentação, e a construção da proposição prática de resolução de problema e acompanhamento dos experimentos pelos alunos. A etapa ocorreu como planejada, em duas aulas geminadas, na área externa da sala “pátio” da instituição, durante o turno da tarde.

Antes da descrição da etapa, vale ressaltar que todos os grupos tiveram seus caminhos livres para pensar, propor suas hipóteses, elaborar e montar o experimento. Desta forma, cada grupo dispôs de um caminho único para propor suas atividades experimentais.

Neste sentido, cada grupo atuou de maneira autônoma como sujeitos ativos da prática, com liberdade para as escolhas, a qual pode ser observada no decorrer da descrição.

O primeiro ponto que chamamos atenção para iniciar a descrição da 2ª etapa é o local

da execução da atividade (Figura 10).

Figura 10 – Local e disposição da turma no início da 2ª Etapa da sequência



Fonte: Autor.

A Figura 10 evidencia o início da 2ª etapa com o **passo 1**, no qual podemos visualizar o docente e os alunos na área externa da sala de aula continuando com a SEI.

Pontuamos que antes do deslocamento para fora da sala foi entregue uma cópia do texto aos grupos – preocupação de agricultores (Apêndice B), sendo este o material que foi produzido na 1ª etapa com as respostas de cada grupo para ajudar na construção do experimento e a retomada da atividade, e pode ser visto no exemplo do Quadro 12.

Etapa 2: Passo 1 – O docente deve dar continuidade na compreensão do problema, porém agora de forma prática na proposição e aplicação da atividade experimental.

Passo 2 – O docente durante a apresentação prática do experimento não deve trazer termos ou elementos específicos da linguagem científica.

Ao chegar ao local da atividade, notamos as primeiras orientações do docente informando aos alunos que a atividade prática seria pensada, desenvolvida, elaborada e montada por eles. De forma semelhante à primeira etapa, aconteceu a orientação, consoante pode ser visto no Episódio 5:

Episódio 5 – Orientação inicial do docente na 2ª Etapa

Turno	Siglas	Falas
44	DC.	<p>Ver só minha gente! Agora eu quero que todos me escutem! Cada grupo recebeu um conjunto de duas folhas que é a mesma coisa, só para ficar mais fácil para lerem entre o grupo, então! A atividade vai esta dividida em alguns momentos que vocês terão que segui-los sem ultrapassar, então iremos ler o texto inicial para a gente entender como vai ser a divisão desses momentos, tá! Uma coisa interessante, é que durante a realização da construção do experimento e tudo mais, vocês dividam as tarefas para viabilizar o</p>

		tempo, porque iremos iniciar e concluir hoje, se dividir dar para fazer tranquilo.
	15º Coment.	O docente chamou atenção dos alunos para que eles não brincassem durante a construção da atividade. Posteriormente o docente faz a leitura coletiva da ficha técnica da associação de agricultores (APÊNDICE C), pontuando cada uma das etapas para que ocorresse um melhor entendimento do experimento (relatando local de plantio, os códigos e preços de compra e venda) que ficaram a critério dos alunos.
	[...]	
45	DC.	Vocês irão fazer o plantio nesses recipientes, certo! E as distribuições das sementes e tudo mais ficarão a critério de vocês, e tem 2 (dois) tipos de sementes: o milho e o feijão, tá! Então, terão 3 (três) recipientes por grupo, e: o como plantar, quantas sementes colocar, enfim é a critério de vocês, agora tudo isso é buscando a melhor forma que a semente tem para germinar, tá!
	16º Coment.	Saliento que o docente considerou necessário fazer algumas orientações enfatizando que: (1) Cada um dos recipientes representa um hectare terra, lembrou as dimensões do hectare e a proporção, simulando a equivalência de terra no experimento; (2) Pontuou que o experimento seria analisado durante uma semana e como seria o andamento e o acompanhamento do experimento durante este período; (3) Chamou atenção do custo do plantio e da venda, para elaboração do experimento. No final, trouxe os materiais disponíveis para construção do experimento (garrafas, seringa, régua), e apresentou algumas funções do <i>smartphone</i> (<i>QR code</i> , vídeos e aplicativo) como auxílio e consulta do experimento.

Fonte: Autor.

O Episódio 5 demonstra mais uma vez o importante papel do docente na sequência, evidenciando como ele tentou articular uma melhor compreensão dos alunos para a atividade experimental investigativa Biológica, suas variáveis e a aprendizagem móvel. O Episódio também evidencia o início do **passo 2**, no qual se viu o esforço nítido do docente para não trazer na introdução da temática os conteúdos e termos científicos.

Ainda ao analisarmos o discurso do docente, observamos o grau de liberdade que foi proporcionado aos alunos na sequência (Episódio 5), inicialmente com um nível guiado, no qual foi proposta inicialmente uma questão/ problema de pesquisa, e informando que os procedimentos e soluções seriam norteados por eles, característico desta forma de intervenção (BANCHI; BELL, 2008).

Durante essa etapa, podemos perceber a mudança de nível do ensino por investigação de guiado para aberto, conforme apresentamos na Figura 02 (pág. 21), como pode ser visto na orientação do docente: “*Então, terão três recipientes por grupo, e: o como plantar, quantas sementes colocar, enfim isso é a critério de vocês, agora tudo isto é buscando a melhor forma que a semente tem para germinar, tá!*” (Turno 45).

A partir do discurso do docente observamos a oportunidade que os alunos teriam para reformular a questão, os procedimentos e a solução da atividade experimental durante a resolução de problema, o que segue procedimentos destacados pelos autores Banchi e Bell (2008).

Em seguida, procedemos com o **passo 3** com a entrega de materiais aos grupos:

Passo 3 – O docente deve fornecer condição para elaboração de hipóteses e testes por parte dos grupos.

(1) Materiais de leituras: Ficha técnica da associação de agricultores (Apêndice C) com o propósito de introdução prática da atividade experimental de germinação e a Ficha de preenchimento do grupo (Apêndice D) com a finalidade de preencherem e responderem sobre o experimento de germinação;

(2) Materiais da atividade experimental, de acordo com a lista do (Apêndice E);

(3) Dispositivo móvel com os *smartphones* como auxílio didático da atividade experimental.

A partir de tais materiais os alunos começaram a refletir, formular e planejar as ações de manipulação dos materiais, a elaboração de hipóteses e seus testes na atividade experimental.

5.2.2 Análise das estratégias metacognitivas

Durante o passo 3, contemplamos interessantes aspectos das estratégias metacognitivas. Para tal, trouxemos as interações dos grupos “B” e “C” para descrevermos e analisarmos.

Como primeiro momento de análise da etapa, vamos evidenciar o recorte do grupo “C” com a interação discursiva da escolha dos códigos dos experimentos, como pode ser visto no (Episódio 6). De forma diferente, transcorreu o momento do grupo “B” que apresentou uma discussão sobre os valores e custos do experimento. Como relatado anteriormente, cada grupo seguiu um caminho escolhido por eles, ao pensar a atividade experimental.

Episódio 6 – Interação inicial do grupo “C” na 2ª Etapa

Turno	Siglas	Falas	Estratégia(s)
	17º Coment.	Inicia-se uma discussão sobre o código do experimento.	
46	C5	Eu acho melhor o 1 (um) não?	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
47	C1	Então, coloca o 2 (dois)!	
48	C5	O 1 (um) não é melhor, não?	

49	C1	Eu não sei!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
50	C5	Porque o 1 (um), é um tipo que chove durante o começo do crescimento durante os 3 (três) dias, e com seringas nos 3 (três) dias!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
51	C1	Sim “C5”, e depois no final do crescimento dela, vai ficar sem água, é?	<i>[estratégia metacognitiva de ordem de compreensão do problema]</i>
52	C5	Então, coloca o 2 (dois)!	
53	C1	Não sei!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
	[...]		
	18º Coment.	Retoma a discussão sobre o código.	
54	C2	E o 3 (três)?	
55	C6	Ver o 3 (três)!	
56	C1	6 (seis) seringas de água durante todos os dias da semana.	
57	C2	Na verdade, vai dar errado,	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
		É muita água todos os dias!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento.]</i>
58	C2	Então o da gente vão ser 6 (seis) seringas, né?	
	[...]		
59	C2	Oh, professor! A gente pode ver os <i>QR codes</i> ?	
	19º Coment.	Neste momento, o docente chamou atenção de toda turma que eles poderiam ver os <i>QR codes</i> que estavam na escola e utilizarem o <i>smartphone</i> durante o experimento.	

Fonte: Autor.

Observamos que o Episódio 6 apresentou interações discursivas, nas quais visualizamos as reflexões metacognitivas dos alunos. Notamos inicialmente o surgimento da **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**. Salientamos esta categoria na interação dos alunos “C1” e “C5” (Turnos 46 a 49) quando apresentaram suas hipóteses sobre o melhor código para ser utilizado no experimento e “C1” se autoavalia em função da sua dúvida sobre a escolha do código: “*Eu não sei!*”. Em seguida, “C5” justifica a sua hipótese, emergindo a categoria de **estratégia metacognitiva de ordem de procedimento**, (Turno 50) com a frase “*Porque o 1 (um), é um tipo que chove durante o começo do crescimento durante os 3 (três) dias, e com seringas nos 3 (três) dias!*”, apresentando uma reflexão sobre o melhor procedimento, segundo ele, a ser adotado para o experimento.

Ainda encontramos outras estratégias metacognitivas, como evidenciadas no turno 51 **estratégia metacognitiva de ordem de compreensão do problema** – na qual o colega reflete sobre a solução para o problema apontada por “C5”, no turno 53 novamente a **estratégia**

metacognitiva de ordem pessoal (autoavaliação do aluno), e no turno 57 **estratégia metacognitiva de ordem pessoal** seguida da **estratégia metacognitiva de ordem de procedimento**, na qual um aluno reflete sobre a prática sugerida pelo colega, justificando porque daria errado aquele tipo de procedimento.

Ao retornar à descrição dessa etapa, no passo 3, percebemos que durante o início da tentativa da formulação das hipóteses dos experimentos, esses ocorreram sem o uso dos dispositivos móveis. Contudo, verificamos que um dos alunos “C2”, no turno 59, fez o seguinte questionamento para o docente “*Oh, professor! A gente pode ver os QR codes?*”, desta forma, deu-se início à função dos *smartphones* na atividade experimental na 2ª etapa.

Ainda nesta vertente, obtivemos, no comentário do episódio, como os alunos se mostram dependentes do docente para as manipulações dos *smartphones*, mesmo após a orientação inicial (Comentário do docente no turno 44).

Ressaltamos que cada grupo optou em ter um responsável para visualizar os códigos do *QR codes*.

Vale mencionar que este momento foi planejado para trazer um dos benefícios das diretrizes da UNESCO (2013), que foi “*assegurar o uso produtivo do tempo em sala*”, lembrando que essas informações já tinham sido vistas anteriormente¹⁹ pelos alunos. Tais informações foram colocadas em códigos²⁰.

Como dito anteriormente, tentamos aperfeiçoar o tempo de investigação, fornecendo assim dois tipos de notificações que estavam contidas nos *QR codes*: Conteúdos da temática e os Avisos que alertávamos os alunos sobre as outras funções postas nos *smartphones* (vídeo e aplicativo), como pode ser visto abaixo:

- Vocês lembram que os vegetais têm células>tecidos>sistemas de tecidos e, dentre estes sistemas, existem os de: Revestimento (reveste), fundamental (armazenamento de substância) e vascular (transporte de substância);
- De acordo com as características, os vegetais podem ser classificados pela presença ou ausência, de: tecidos condutores, sementes e flores e frutos. Sendo classificados, em: briófitas, pteridófitas, gimnospermas, angiospermas;
- Sabemos que os sistemas de tecidos ao se associarem formam os órgãos vegetativos (raiz, caule e folha) e os órgãos reprodutivos (flor, fruto e semente);

¹⁹Como os conteúdos: Plantas: características e principais grupos; Absorção e transporte de nutrientes minerais; Plantas são organismos autótrofos; Produção e transporte de seivas, etc.

²⁰Informações retiradas do livro didático do 7º ano do Ensino Fundamental de Favalli, Silva e Angelo (2015) (Projeto Radix Raiz do Conhecimento 7º ano).

- A raiz é um órgão vegetativo que tem várias funções, com as principais: fixação do substrato e absorção de substância; podendo identificar dois sistemas o: radicular pivotante (crescimento vertical para baixo e tem raízes laterais) e a radicular fasciculado (que é formado por feixes longos e finos);
- Vamos assistir um pouco! Parem o que estiverem fazendo e abram um vídeo que tem na galeria sobre sementes. E aí, vocês sabiam disso? Retomem as atividades. “Aviso de vídeo!”;
- Ei pessoal tem um aplicativo que pode ajudar vocês na atividade, o nome dele é “*Cultivar!*”. “Aviso de aplicativo!”.

Como visto acima, as notificações contidas nos códigos do *QR codes* têm funcionalidades para utilizar os *smartphones* na 2ª etapa da SEI, lembrando que no “Aviso de Vídeo” tivemos um vídeo de curiosidades sobre um tipo de semente de feijão “Rede Globo” (2017); já no “Aviso de aplicativo” possibilitava uso de um aplicativo não educacional “*Cultiva!*”, pelo qual poderia dar informações sobre o plantio de alimentos brasileiros e fatores de sustentabilidade. Relembramos que os códigos foram espalhados em locais distintos da prática (local onde estava sendo executado o experimento) e nos próprios materiais de uso do experimento, de acordo com a Figura 11:

Figura 11 – Conjunto de registros do grupo “C” com o uso do *QR code* na 2ª Etapa





Fonte: Autor.

Percebemos similaridades de uso entre os grupos “B” e “C” para uso e leitura dos *QR codes*. Para exemplificar, apresentamos os passos do representante do grupo “C”: Inicialmente o aluno fez a leitura do primeiro *QR code* e voltou para o grupo e olhou rapidamente a informação contida no código. Já na segunda leitura, leu a informação do vídeo e voltou para assistir com o grupo.

Destacamos a fala pertinente de um aluno do grupo “C” durante a leitura de um dos códigos fornecidos, visto no Episódio 7.

Episódio 7 – Recorte de fala de um aluno sobre as informações contidas nos *QR codes*

Turno	Siglas	Falas
	20º Coment.	Posteriormente, o aluno “C1” retoma as leituras dos <i>QR codes</i> e faz o seguinte comentário:
60	C1	Ele aqui só está falando os tipos dos tecidos dos vegetais.
	21º Coment.	“C1” faz uma nova leitura de outro <i>QR code</i> agora sobre os tipos de raízes e conseqüentemente “C2” também o faz.
	22º Coment.	Durante este momento, “C1” faz o seguinte questionamento para “C2”:
61	C1	Já leu minha “fia”?
	23º Coment.	“C1” afirmou ao grupo que não era novidade a informação dos sistemas trazida pelos <i>QR codes</i> .

Fonte: Autor.

De acordo com o Episódio 7 e o discurso de “C1”, ressaltamos que as informações contidas nos *QR codes* na 2ª etapa da sequência não serviram como pretendido para o aluno “C1”, como um dos benefícios da Unesco (2013) sobre aprendizagem móvel.

De modo diferente, observamos a utilização dos *smartphones* com a função vídeo na etapa, na qual os alunos pararam as atividades, pediram silêncio e viram o vídeo. Salientamos

que os 2 (dois) grupos pediram ao docente para ir a um local mais afastado com o intuito de ver e escutar melhor o vídeo.

Ao analisar o momento, notamos que as notificações dos *QR codes* “Aviso de vídeo” forneceram aos alunos elementos fundamentais no processo investigativo. Pois, foram possibilitadas e utilizadas pesquisas e buscas de (conteúdos e informações) da temática durante a elaboração do experimento, no entanto, identificamos que deveríamos ter melhor selecionado o nível dos conteúdos nas notificações. Já nas notificações de “avisos” notamos uma melhor eficácia de uso para experimentação investigativa, visto que direcionaram aos alunos para outras funções dos *smartphones* durante o processo investigativo que continham conteúdos e informações sobre a temática.

Ressaltamos que a nossa pesquisa se diferencia da pesquisa de Ferreira e Zorzal (2018), na qual os autores propuseram e aplicaram uma experimentação com modo *online* dos *QR codes*, como o meio de direcionar os alunos as páginas na *web*, de modo distinto na nossa pesquisa, haja vista utilizarmos os *QR codes* no modo *offline*.

Registramos também que durante exibição do vídeo no grupo “C”²¹, obtivemos comentários negativos dos alunos sobre o volume dos vídeos, como: “*tem uma caixinha não, professor!*” e “*Oh, professor tem um celular mais potente não!*”, conforme diário de bordo. Nesse sentido, Batista (2011) e Mulbert (2014) apresentaram vários problemas de limitação ou inviabilidade que podem ocorrer com os dispositivos móveis durante as atividades de aprendizagem como recurso didático. Todavia, consideramos esta problemática pontual, visto que tratou do *hardware* (parte física) de um dos aparelhos tecnológicos utilizados na nossa sequência.

Tal resultado corrobora também com Schmidt et al (1998), pois os autores suscitam a importância de se levar em consideração o contexto antes da aplicação da aprendizagem móvel, tanto no fator humano, quanto no ambiente físico, no qual devem ser observados: a localidade, a infraestrutura, a interatividade e as condições como barulho e iluminação.

Neste sentido, consideramos que o problema técnico apresentado pelo *smartphone* do grupo “C” pode ter gerado dificuldades no desenvolvimento da atividade experimental, como também no processo metacognitivo investigado. Visto que a função que estava sendo possibilitada aos grupos da pesquisa, não foi executada plenamente pelo grupo “C”.

De forma contrária ao grupo “C”, não observamos registros de comentários negativos ou queixas no grupo “B”, como pode ser visto na (Figura 12), que nos mostra a disposição

²¹Dispositivo utilizado pelo grupo “C” Samsung S5 mini.

dos alunos para assistirem o vídeo. Para sinalizarmos o ocorrido, apresentamos, em seguida, uma fala da interação que ocorreu durante a exibição do vídeo (Episódio 8).

Figura 12 – Registro do local e disposição dos alunos do grupo “B” durante exibição do vídeo na 2ª Etapa



Fonte: Autor.

Episódio 8 – Recorte da interação entre os alunos do grupo “B” durante o vídeo

Turno	Siglas	Falas
	24º Coment.	Observamos que durante o vídeo os alunos fizeram algumas colocações interessantes, que seguem:
62	B7	Já vi essa reportagem!
63	B5	É do globo rural?
64	B7	Foi! Meu pai quando eu estava no sítio, e ele colocou!
	[...]	
65	B1	Semente velha! Ele falou que tem que separar! Ele falou para guardar as sementes na geladeira! “Oxe”, que doido!

Fonte: Autor.

Observamos, portanto, no grupo “B”, uma experiência contrária à do grupo “C”, fazendo-nos constatar que na mesma sala podem ter interações distintas entre o aluno e o dispositivo móvel, a depender do dispositivo utilizado.

Um comentário interessante no Episódio 8 foi a referência que o aluno “B7” fez a uma situação do seu cotidiano: “Foi! Meu pai quando eu estava no sítio, e ele colocou!”, o que proporcionou ao aluno recordar situação ou conhecimento prévio de sua vida no sítio, levando a contextualização do problema e também favorecendo o desenvolvimento da estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento sobre a situação problema.

Seguindo com a análise do Episódio, registramos as frases do aluno “B1” no turno 65 com a expressão de surpresa e curiosidade: “[...] Ele falou para guardar as sementes na

geladeira!”, demonstrando que o vídeo suscitou o seu interesse sobre o tema apresentado. Ainda assim, buscamos na entrevista confirmar as impressões dos atores sociais sobre os *smartphones* e a função de vídeo na sequência (Episódio 9):

Episódio 9 – Recorte da entrevista com os alunos sobre os usos dos vídeos durante a SEI

Turno	Siglas	Falas
66	E.	Em uma parte da análise dos vídeos do uso dos <i>smartphones</i> , foi possível escutar os questionamentos dos áudios dos vídeos, como uma dificuldade?
67	B2	É, estava um pouco baixa e muita gente em cima e ficava muito ruim de escutar!
68	C1	E as brincadeiras também!
69	B2	A pessoa ficava falando alto e ficava ruim para escutar.
70	B1	O segundo vídeo já ficou melhor, porque cada grupo ficou em um lugar diferente.
71	B2	Foi!
72	A1	Ajudou bastante quando a gente se dividiu.
	Sil...	
	[...]	
73	E.	Dentre os usos dos <i>smartphones</i> , qual foi o que ajudou mais a compreensão do fenômeno que estava sendo estudado?
74	B2	Eu acho que foram os vídeos.
75	B1	E os vídeos.
76	C1	Os 2 (dois) vídeos.
	25° Coment.	Todos balançaram as cabeças.
77	B1	Foram os vídeos.

Fonte: Autor.

A partir do episódio acima, evidenciamos que mesmo os alunos dos grupos “B” e “C” que vivenciaram experiências opostas na etapa, ambos concordaram que a função vídeo contribuiu na compreensão do fenômeno biológico da SEI, como visto nos turnos 74, 75, 76 e 77.

Por consequente, ao analisar os usos dos vídeos na SEI, verificamos nessa entrevista apresentada no episódio 9, que, segundo os alunos entrevistados, a função vídeo até o momento da SEI, foi à que melhor contribuiu na compreensão do fenômeno investigado, mostrando-se assim uma função eficaz e viável para se propor e aplicar em uma atividade investigativa com auxílio dos dispositivos móveis no ensino.

Continuando a descrição da SEI, durante essa etapa, o docente chamou a atenção da turma para a divisão de tarefas e solicitou que alunos de cada grupo fossem buscar terra e as sementes com o pesquisador (Figura 13). Pontuamos que durante esse momento foi necessário lembrar aos grupos que teriam que realizar compras de múltiplo de quatro:

Figura 13 – Conjunto de registros do momento de coleta de material e construção dos experimentos



Dados da associação de agricultores dos últimos três anos:
 Nas últimas três anos ocorreram três períodos climáticos distintos de plantio:

Códigos	Períodos	Quantidade de água por simulação
3	Há três anos - chuvas torrenciais todo período de plantio	Seis seringas de água, todos os dias da semana (Cada garrafa pet representa um hectare).
2	Há dois anos - seca no começo do plantio, já durante o crescimento ocorreu chuvas	Sem água nos três primeiros dias, e depois três seringas de água por dia, por hectare.
1	Há um ano - chuvas no começo do plantio, já durante o crescimento ocorreu seca	Nos primeiros três dias com três seringas de água e depois sem água, por hectare.

Preço de compra de sementes no corrente mês

Um saquinho com 4 unidades de milho	Um saquinho com 4 unidades de feijão
2,80	2,20

Preço de venda da saca de milho e feijão no corrente mês

Um saquinho com 4 unidades de milho	Um saquinho com 4 unidades de feijão
4,40	3,80

Valor de venda da produção por saca de milho/ feijão:

Uma saca de milho = 4 unidades de milho
Uma saca de feijão = 4 unidades de feijão

Observação: A venda será feita por saca, ou seja, a quantidade de sementes germinadas deverá ser um múltiplo de quatro.

Fonte: Autor.

Na Figura 13, notamos o início do **passo 4** quando todos os 3 (três) grupos precisam fazer as escolhas em relação a atividade experimental, em torno de: código da ficha, distribuição das sementes, distância entre o plantio, profundidade e material.

Passo 4 – O docente deve possibilitar um momento de construção do entendimento de germinação e suas variáveis.

O passo 4 seguiu a base teórica de Hodson (1988) e Leite (2001) de uma atividade experimental, por meio da qual oportunizamos aos alunos uma atividade prática com controle e manipulação de variáveis, direcionando-os para o ensino por investigação quando lhes oferecemos uma atividade, na qual eles assumiram uma posição ativa e autônoma de

planejamento, pesquisa e execução. Como também seguimos Scarpa e Campo (2018) e Carvalho (2013; 2018), que formam a base norteadora dos eixos organizadores de uma atividade por investigação no Ensino de Biologia (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Neste momento, observamos a diferenciação de nossa proposta com a de uma aplicação de uma atividade experimental demonstrativa, cujos alunos apenas observam atividade, e o docente possibilita um espaço para sugestões e explicações do fenômeno analisado. Como também a diferenciamos do perfil de atividade experimental de verificação ou comprobatória, a partir da qual podem ou não executar o experimento, sendo oferecida também uma estrutura fechada do fenômeno analisado (ABIB, ARAÚJO, 2003; OLIVEIRA, 2010; LIMA; TEIXEIRA, 2013).

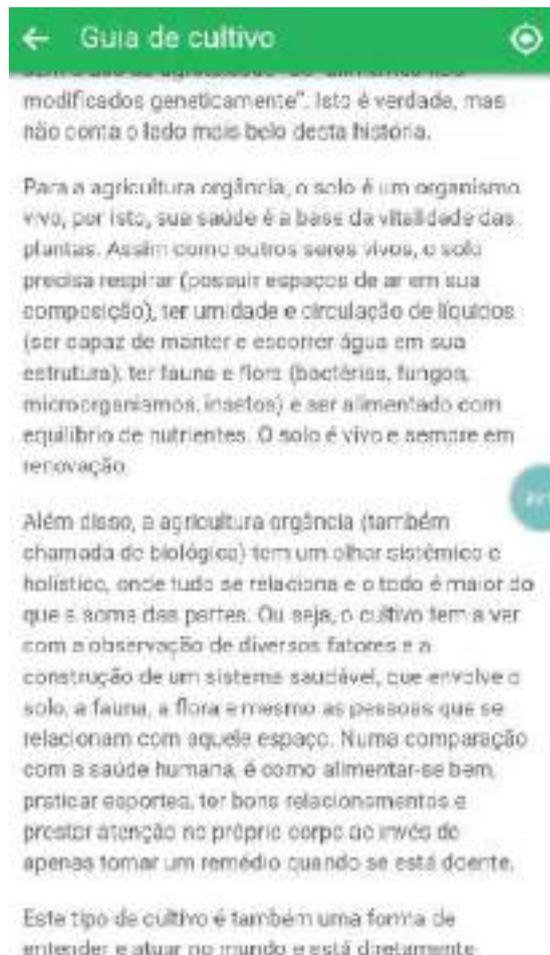
Na sequência, com o passo 4, no qual o grupo “B” inicia questionamentos sobre o material do experimento e o uso do aplicativo: “*Oh, professor porque tem furos nas garrafas?*” e “*O aplicativo a gente pode acessar o que a gente quiser?*”, de acordo com o diário de bordo. Diante dessas indagações, o docente deixa claro para todos da sala que se pode mexer em todas as funções. Pontuamos a menção do docente para o aplicativo “*Cultiva!*”, de acordo com o Episódio 10, que se segue:

Episódio 10 – Interação e manuseio do grupo “C” com o aplicativo “*Cultiva!*”

Turno	Siglas	Falas
78	DC.	Ele tem informações que pode ajudar vocês!
79	C5	Pode entrar para ver?
80	DC.	Pode!
	26º Coment.	Neste momento, “C5” viu primeiramente a função “guia de cultivo” e faz o seguinte comentário: “ <i>Meu Deus! Quanta coisa que é para ler.</i> ”, depois foi para função “ <i>como plantar</i> ”.
	[...]	
	27º Coment.	Posteriormente, “C2” vai para função “catálogo de hortaliças” e retorna para “como plantar” e “C1” chama o docente novamente:
81	C1	Oooh, professor! Vamos fazer o buraco para plantar!
	[...]	
	28º Coment.	Enquanto isso, outro grupo de alunos discutem como será dividido o plantio.
82	C1	Ei “C6”, né assim não, cadê a régua?
83	C6	E quem sabe!
84	C2	Tem que colocar à distância!
85	C1	Começa aqui, “ho”!

Fonte: Autor.

Figura 14 – Captura de tela do grupo “C”



Fonte: Autor.

De acordo com o Episódio 10, enfatizamos o aluno “C5” com sua frase “*Meu Deus! Quanta coisa que é para ler*” e a captura da tela dele (Figura 14). Tal momento ocorreu durante o uso do *smartphone* e a função do aplicativo “*Cultiva!*”. Durante o acompanhamento, verificamos que o aluno fez buscas superficiais no aplicativo, parecendo que buscava respostas prontas, sem ao menos ler as informações contidas no aplicativo.

De forma distinta, houve o manuseio do aluno “B1”, utilizando as seguintes funções do aplicativo “*Cultiva!*”: como plantar, dicas básicas, cuidados com a horta, catálogo de hortaliças nos tópicos de feijão-vagem e milho verde. No final do manuseio, “B1” ainda chamou a atenção ao grupo “B”, de acordo com o (Episódio 11) e a (Figura 15):

Episódio 11 – Interação e o manuseio do grupo “B” com o aplicativo “*Cultiva!*”

Turno	Siglas	Falas
86	B1	“Oh”, a gente tem que evitar água!
	[...]	

87	B1	A gente vai colocar água hoje! A gente tem que saber! Para ver quanto de água a gente vai colocar.
	[...]	
88	B1	A gente plantou esse feijão-vagem foi? Pergunta a ele, se foi esse que a gente plantou!
	[...]	
	29º Coment.	O docente diz que não, e “B1” diz:
89	B1	Deixa eu ver se tem milho! Foi esse milho verde?
90	B4	Não!
91	B5	Não!

Fonte: Autor.

Figura 15 – Captura de tela do grupo “B”



Fonte: Autor.

Apresentamos no Episódio 11 e na Figura 15, a forma diferente de utilização do *smartphone* e o seu manuseio, pelo aluno “B1” na função do aplicativo “*Cultiva*”, em relação a utilização pelo educando “C5” (Episódio 10 e Figura 14), durante a atividade experimental investigativa.

Também notamos que foi possível o uso de aplicativos *offline* no ensino por

investigação para o processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Exemplificamos com os registros do aluno “B1” que realizou busca e pesquisa no aplicativo durante toda a etapa de forma ativa e autônoma, na prática proposta de germinação, estando de acordo com a literatura do ensino por investigação Scarpa e Campo (2018) e Carvalho (2013; 2018).

Respaldamos esse fato quando analisamos a postura do aluno “B1” durante essa etapa, na qual foi possível verificar a busca, no aplicativo, da informação sobre o conteúdo que estava sendo trabalhado, e o compartilhamento da informação relevante aos demais do grupo, demonstrando desta forma que o aplicativo pode ser útil e eficaz quando bem utilizado na atividade experimental.

Não obstante, observamos também as impressões dos alunos na entrevista para averiguar suas experiências com os aplicativos, e em especial no trecho abaixo sobre o aplicativo “*Cultiva!*”, de acordo com o Episódio 12:

Episódio 12 – Recorte da entrevista sobre o aplicativo “*Cultiva!*”

Turno	Siglas	Falas
92	E.	O que vocês acharam do uso dos <i>smartphones</i> nos experimentos?
93	A1	Nos ajudou bastante a entender as coisas!
94	B1	Também teve os vídeos que ajudou bastante!
95	C1	Uso dos aplicativos!
96	B1	Uso do aplicativo!
97	C1	Ajudou, porque trazia como cultivar.
98	A1	Ajudou a gente entender como é que as plantas têm seu crescimento e brotam.
	Sil...	
99	E.	E o uso do aplicativo, aquele primeiro, que era para ajudar vocês como deveriam plantar?
100	E.	O que vocês acharam?
101	C1	“ <i>Cultiva!</i> ”?
102	E.	Sim!
103	B1	Pouquinho. É um pouquinho, eu li; E fui procurar; Mas, não achei o feijão!
104	A1	Um pouco!
105	C2	Ajudou um pouco sobre cada um que a gente achou interessante.
106	C1	Sobre o conhecimento também ajudou!
	[...]	

Fonte: Autor.

De acordo com o Episódio 12, percebemos uma impressão positiva sobre o uso dos aplicativos na SEI. Observamos também, uma boa aceitação do aplicativo “*Cultiva!*” que foi apontado pelos alunos como eficaz para auxiliar no experimento de germinação.

Ao tentar relacionar esse dado da pesquisa, com os trabalhos mapeados na nossa fundamentação teórica, observamos que, o que mais se aproximou foi a pesquisa de Jacques et al., (2016) com a utilização de dispositivos móveis em modo *offline*, quando os autores realizam reproduções de diferentes sons no teste de audição em uma experimentação no

Ensino Fundamental, porém, diferente do nosso estudo em Jacques et al., (2016) os alunos agiram passivamente, afastando-se, dessa forma, de um viés investigativo, como proposto e aplicado nessa pesquisa.

Prosseguimos como o passo 4 da 2ª etapa, atentamos num interessante momento de relação exercida pelo aluno “B1”, estabelecendo a junção do grupo *smartphone* e a atividade experimental para o preenchimento da ficha, para a resposta de atividade e para a construção das hipóteses dos experimentos, como pode ser visto (Episódio 13):

Episódio 13 – Interação do aluno “B1” com o grupo, *smartphone* e a atividade experimental.

Turno	Siglas	Falas	Estratégia Metacognitiva
	30º Coment.	Discussão: se o experimento vai dar errado ou não, o referido grupo escolheu 3 (três) formas de plantar, com 3 (três) códigos diferentes com a mesma quantidade de sementes e mesma distância entre as sementes.	
107	B1	Então, a hipótese 3 (três) achamos que vai dar errado , “B7” escreve você que tem a letra menor.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
		Coloca o porquê também, porque ela precisa de mais água que o outro.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
	31º Coment.	“B1” ficou na dúvida sobre as sementes, “B6” falou “ <i>deixa eu ver se aqui tem!</i> ” no aplicativo “ <i>Cultivar!</i> ”.	
	32º Coment.	Logo após, ocorreu uma nova discussão sobre a quantidade e valor das sementes necessário para o experimento. O grupo utilizar a função calculadora do <i>smartphone</i> para fazer a conta de multiplicação e adição.	
	33º Coment.	Por fim, “B1” pontua que deveriam ser colocados na resposta do grupo:	
108	B1	Faz assim coloca aí! Construir fundos tanques e construir um sistema de irrigação! Depois tem que colocar os nomes, “vi”!	

Fonte: Autor.

Durante esse passo, registramos no Episódio 13 a **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, na qual o grupo “B” estabeleceu uma **autoavaliação** no procedimento experimental, durante a elaboração da hipótese, de acordo com o turno 107, na fala de “B1”: “*Então, a hipótese 3 (três) achamos que vai dar errado*”. Em seguida, “B1” também expõe uma explicação teórica para defender a hipótese do grupo, com o complemento: “*Coloca o porquê também, porque ela precisa de mais água que o outro*”, o que demonstra uma reflexão sobre o procedimento (**estratégia metacognitiva de ordem de procedimento**).

Outros pontos interessantes vistos nesse Episódio foram às funções que os alunos do grupo “B” atribuíram ao dispositivo móvel que auxiliaram no processo da experimentação, ponto registrado na interação dos alunos “B1” e “B6” e a menção “*deixa eu ver se aqui tem!*” e pesquisou no aplicativo “*Cultivar!*”.

Registramos que o grupo fez também uso da função calculadora para realizar contas básicas de matemática durante a formulação do experimento. Dessa maneira, observamos que o dispositivo móvel em suas funções de aplicativos “*Cultivar!*” e calculadora, ofereceram aspectos positivos à atividade experimental em nossa pesquisa.

No entanto, apesar dos dispositivos terem facilitado o processo de excussão dos experimentos percebemos que o tempo gasto não foi o esperado, pois acreditávamos, inicialmente, que os *smartphone* facilitariam o uso mais produtivo do tempo, de acordo com o planejado para sequência. Salientamos que a demanda de tempo já é posta na literatura por Scarpa e Silva (2013) e Trivelato e Tonidandel (2015) quando caracterizam as peculiaridades do EnCI no Ensino de Biologia:

[...] atividades experimentais são de difícil implementação no ensino de biologia – as montagens com seres vivos requerem vários dias de observação; os resultados podem ser diferentes para cada indivíduo testado sob as mesmas variáveis (...) (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 99).

A partir dos nossos resultados e do referencial teórico, constatamos que não houve grandes mudanças de duração de tempo de uma atividade experimental investigativa mesmo com auxílio da aprendizagem móvel, visto que ainda exige uma posição ativa dos alunos para serem guiados durante os questionamentos da pesquisa.

Nessa etapa, presenciamos os grupos durante a formulação dos seguintes dados da atividade experimental: (1) código de simulação da chuva no experimento; (2) escolhas de sementes dependendo do valor de compra e venda e tempo de germinação; (3) distribuição das sementes nas três garrafas pets; (4) profundidade para colocar as sementes; (5) quantidade de sementes para o tamanho das garrafas e distância entre as sementes.

Selecionamos as transcrições dos grupos “B” e “C”, na continuação desse trabalho, que testam diferentes hipóteses, com diferentes variáveis, como sugeridos numa atividade experimental, trazendo elementos para a nossa discussão:

Figura 16 – Ficha transcrita de preenchimento e respostas do grupo “B”

Ficha de preenchimento do grupo – (Experimentação sobre Germinação)					
Escolhas do grupo:					
Hectare	Código da simulação	Sementes	Distribuições	Quantidades de sementes	Centímetros de distância entre sementes
1	2	Milho (X) Feijão ()	Toda de milho	16 Sementes	3 Cm
2	1	Milho () Feijão (X)	Toda de feijão	16 Sementes	3 Cm
3	3	Milho (X) Feijão (X)	Meio a meio	M 8 F 8	3 Cm
Atividade para responder					
Hipótese Inicial (O que vocês acham que vai acontecer com o experimento?)					
<p>“3) Achamos que vai dar errado, porque ele precisa de mais água que a outra; 2) Achamos que vai dar certo, já que é inteiramente de milho; 1) Achamos que vai dar certo, porque a plantação é toda de feijão.”</p>					
Constatação (O que aconteceu daqui há uma semana) – 20/Maio/2019					
<p>“Algumas plantas cresceram outras não porque usamos técnicas diferentes para cada hectare.”</p>					
a) A partir das escolhas feitas por vocês, qual é o resultado esperado?					
<p>Daqui há uma semana – “Achamos que algumas vão dar certo, mas outros erradas, porque nós usamos técnicas diferentes em cada um.”</p>					
b) Sugiram pelo menos outros dois fatores que os agricultores poderiam tentar controlar durante o crescimento e desenvolvimento das sementes. Como seria este controle?					
<p>“A observação da água e do solo sendo que isso vai ser diariamente e manualmente.”</p>					
c) Vocês acham que este mecanismo de simulação, pode ou não ajudar à associação de agricultores? Justifiquem/ argumentem sua resposta.					
<p>“Pode demonstrar aos agricultores uma simulação sobre o tipo de solo, semente e outros tipos de influencias.”</p>					
d) Proponham outra construção que simule a suspensão das chuvas no meio do processo de germinação e crescimento das referidas culturas.					
<p>“Construir fundos tanques e um sistema de irrigação.”</p>					

Fonte: Autor.

Figura 17 – Ficha transcrita de preenchimento e respostas do grupo “C”

Ficha de preenchimento do grupo – (Experimentação sobre Germinação)					
Escolhas do grupo:					
hectare	Código da simulação	Sementes	Distribuições	Quantidades de sementes	Centímetros de distância entre sementes
1	3	Milho () Feijão (X)	Feijão	8	2 Cm
2	3	Milho () Feijão (X)	Feijão	8	2 Cm
3	3	Milho () Feijão (X)	Feijão	8	2 Cm
Atividade para responder					
Hipótese Inicial (O que vocês acham que vai acontecer com o experimento?)					
<i>“Que a planta vai crescer e dará grãos de feijões.”</i>					
Constatação (O que aconteceu daqui há uma semana) – 20/Maio/2019					
<i>“Ela aumentou bastante, falta de luz solar, com a aplicação de água elas ficaram descobertas.”</i>					
<p>a) A partir das escolhas feitas por vocês, qual é o resultado esperado?</p> <p>Daqui há uma semana – <i>“Ela aumentará de tamanho.”</i></p> <p>b) Sugiram pelo menos outros dois fatores que os agricultores poderiam tentar controlar durante o crescimento e desenvolvimento das sementes. Como seria este controle?</p> <p><i>“Irrigação, espaço, solo, luz solar e adubo.”</i></p> <p>c) Vocês acham que este mecanismo de simulação, pode ou não ajudar à associação de agricultores? Justifiquem/ argumentem sua resposta.</p>					
<p><i>“Sim. Pois essas simulações mostram se algumas técnicas funcionam e se elas têm capacidade sem prejuízos.”</i></p> <p>d) Proponham outra construção que simule a suspensão das chuvas no meio do processo de germinação e crescimento das referidas culturas.</p> <p><i>“A ideia seria criar um sistema de armazenamento de água antes que parasse de chover. E depois aplicar um pouco de água por dia, ou também poderia colocar um sistema de irrigação na terra, mas também é importante economizar.”</i></p>					

Fonte: Autor.

Notem que esses tipos de questões propostas na ficha preenchida pelos grupos, conduzem os alunos a refletir sobre os experimentos, desenvolvendo neles processos metacognitivos, como podem observar na ficha do grupo “B”: “Achamos que vai dar errado (...); Achamos que vai dar certo (...) e Achamos que algumas vão dar certo, mas outras

erradas, porque nos usamos técnicas diferentes em cada um”.

Essa prática de formular hipóteses e refletir sobre o que poderá acontecer, é sugerida por Campanario e Oteño (2000), como forma de desenvolver processos metacognitivos nos alunos em Ciências.

Analisando as transcrições produzidas pelos grupos, destacamos as hipóteses trazidas pelos grupos “B” e “C”. Notamos que eles entenderam a proposta da SEI e, conseqüentemente, sentiram-se desafiados na problemática do contexto da agricultura e no fenômeno da germinação, conforme aconselham Carvalho (2013) e Scarpa e Silva (2013). Portanto, como sugere a literatura, construíram um possível caminho nas atividades experimentais para levantar solução, discutir, propor hipóteses, testar, acompanhar e posteriormente comprovar ou não as hipóteses propostas na prática biológica.

Em seguida, percebemos como foram pensadas as diferentes formas de elaboração e teste pelos grupos “B” e “C” na etapa da SEI, levando em consideração as distintas hipóteses para simular a problemática, seguindo assim também a proposta de Carvalho (2013), quando a autora menciona o momento de teste de hipótese (ou seja, pôr essas ideias em prática).

O terceiro ponto que gostaríamos de registrar, as respostas dos grupos “B” e “C”, deixou-nos claro que os alunos tiveram uma compreensão do experimento, e das simulações que foram pensadas e desenvolvidas na atividade experimental de germinação e como isto poderia repercutir positivamente na associação de agricultores.

E o quarto ponto visto nas transcrições foi as preocupações dos alunos sobre as problemáticas sociais envolvidas na experimentação, a partir da menção de uma: economia de água na agricultura, poupar água durante a irrigação, importância de economizar os recursos hídricos, reutilização de água para futura irrigação na agricultura, preocupação com o gasto e prejuízo na colheita de uma associação de agricultores. Essa preocupação ambiental apontada por eles, apesar de não ser o objetivo direto do nosso trabalho, ilustra a formação cidadã dos educando no espaço escolar.

Para finalizar a análise das transcrições dos grupos “B” e “C”, observamos uma baixa relação da utilização dos dispositivos móveis no momento de sistematização da atividade experimental, construção de hipóteses, etc.

Após este momento de passagem de uma ação de manipulação do experimento para ação intelectual e “vice-versa”, retomamos a descrição da etapa com o momento de entrega da Ficha de acompanhamento dos hectares (Apêndice E) por parte do docente. Durante este momento, ocorreu o preenchimento das informações básicas da ficha pelos alunos com: data do plantio, código de escolha, tipo de terra, quantidade de sementes utilizadas e qual foi o

custo total das sementes, distância entre as sementes, local de armazenamento do experimento e características externas das sementes antes do plantio. Em ato contínuo, o docente solicitou que cada grupo pegasse seus experimentos e se deslocassem para o local determinado fora da exposição de luz solar.

Para finalizar a atividade presencial da 2ª etapa, o docente apresentou a informação aos alunos de que seriam criados grupos do aplicativo *WhatsApp*, um por grupo, e como eles deveriam proceder. Desta forma, vimos à passagem de modo *offline* da etapa com aprendizagem móvel para o modo *online* com a função aplicativo *WhatsApp* fora da sala de aula.

5.2.3 Análise do momento *online* (*WhatsApp*) e acompanhamento dos experimentos pelos alunos

Prosseguindo com a 2ª etapa, analisaremos nesse tópico a interação dos grupos no aplicativo *WhatsApp* e se esta funcionalidade *online* favoreceu o desenvolvimento de estratégias metacognitivas. Para essa análise, respaldamo-nos também nos registros do diário de bordo do pesquisador, no acompanhamento presencial e na entrevista aos alunos. Optamos em trazer a descrição e análise dos grupos “B” e “C”, para demonstrar as interações ocorridas nesse momento, já que o grupo A apresentou poucas interações.

Um aspecto interessante que o *WhatsApp* oportunizou nessa etapa foi à comunicação (interação discursiva e divulgação de ideias) entre alunos e docente, durante o acompanhamento do experimento, pontos marcantes da cultura científica, tendo por base Sasseron e Carvalho (2008), Carvalho (2013) e Sasseron (2013). Neste sentido, estabelecemos, entre os alunos e o professor, a possibilidade de comunicação não só presencial, mas também a partir do aplicativo. Tal finalidade auxiliou na verificação, ou não, das hipóteses dos grupos, a partir das observações dos experimentos.

Seguimos a descrição da 2ª etapa, com o **passo 5**, na observação de como os alunos realizaram seus registros e acompanhamentos dos experimentos no período de 5 (cinco) dias, ocorrendo como planejado, no turno da tarde.

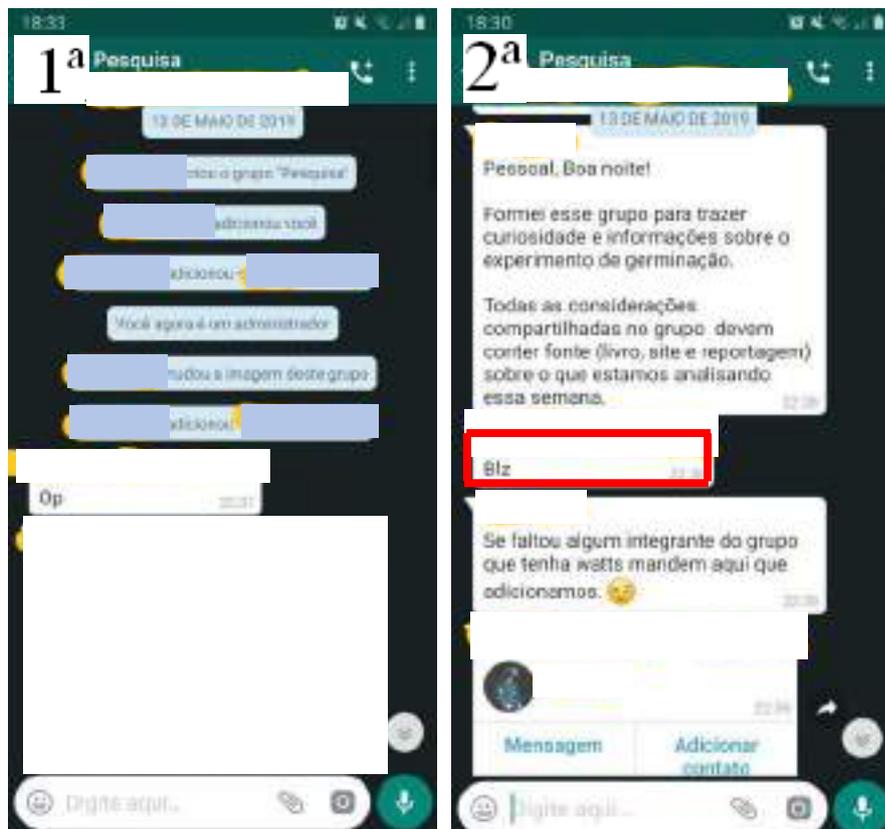
Passo 5 – Os alunos devem acompanhar durante 5 (cinco) dias os experimentos com supervisão do docente ou pesquisador. Ao longo do período, houve o preenchimento da ficha do experimento e registros dos hectares.

Vale ressaltar que o acompanhamento do experimento foi realizado por um aluno de cada grupo por dia, (cada dia foi um dos membros de cada grupo), no 5º dia foram os alunos

que ainda não tinham ido, de tal forma que todos os alunos ficaram responsáveis em acompanhar o experimento por um dia, sempre com a supervisão do docente e/ ou pesquisador.

No primeiro dia de acompanhamento, ocorreu o plantio das sementes e preenchimento da Ficha de acompanhamento dos hectares, e também o docente criou os grupos no *WhatsApp*, conforme visto a seguir na 1ª Captura (Figura 18), com a primeira mensagem do docente aos grupos, relembrando a informação dita em sala.

Figura 18 – Capturas de tela do começo do uso do aplicativo *WhatsApp* na SEI



Fonte: Autor.

Destacamos que o docente criou 3 (três) grupos de *WhatsApp*, um para cada grupo (A, B, e C), e que todos os alunos tinham acesso, por meio do seu próprio celular, ao seu grupo de *WhatsApp*; já o docente e o pesquisador participavam de todos os grupos.

A partir da Figura 18, vimos o início do **passo 6** com a mediação do docente que enviou a mesma mensagem para todos os grupos, na qual deixou claro a necessidade de trazer as fontes (*sites*) de investigação do fenômeno biológico que estava sendo estudado por eles.

Passo 6 – Mediação do docente no aplicativo *WhatsApp*.

Um interessante ponto observado na 2ª Captura (Figura 18), **como destacado em**

quadrados vermelhos²², foi a rápida resposta de um dos alunos mesmo com a criação do grupo às 22 horas e 38 minutos.

Lembrando que alguns dos benefícios estabelecidos pela Unesco (2013) e a aprendizagem móvel são: (1) Permitir a aprendizagem em qualquer hora ou lugar, (2) Facilitar a aprendizagem individualizada e (3) Fornecer retorno e avaliação imediatos.

Observamos que nesse primeiro dia não houve interação nos grupos do *WhatsApp*.

No segundo dia de acompanhamento, verificou-se uma nova observação e preenchimento da ficha antes da aplicação de água nos experimentos. Neste momento, notamos um aspecto interessante que foi a apreciação do aluno sobre os experimentos do outro grupo, ponto destacado no apontamento do grupo “C”, que registrou o que constatou no experimento do grupo “B”, como pode ser visto na (Figura 20) “*Que o de_____ (integrante do grupo B), cresceu um pouco*”.

Figura 19 – Ficha de acompanhamento do grupo “B” no 2º Dia

2º Dia - Antes da segunda irrigação		Aluno(s) responsável(is):	
Características do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram	
úmido / úmido / úmido	Não	() milho () feijão	
Obs do dia: <i>Está um pouco crescido</i>			

Fonte: Autor.

Figura 20 – Ficha de acompanhamento do grupo “C” no 2º Dia

2º Dia - Antes da segunda irrigação		Aluno(s) responsável(is):	
Características do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram	
úmido / úmido / úmido	Não	() milho () feijão	
Obs do dia: <i>Que o de _____ (integrante do grupo B), cresceu um pouco</i>			

Fonte: Autor.

Ainda no momento presencial, verificamos a necessidade do docente lembrar aos grupos a(s) escolha(s) do(s) código(s) do experimento e a quantidade de água que tinham sido escolhidas.

Notamos também que os alunos presentes no segundo dia, admiraram e comentaram sobre os experimentos, dele e dos outros. Registramos frases no diário de bordo desses comentários, tais como: “*Olha aquele, a terra está bem seca!*”, “*aí está nascendo!*”, “*olha a*

²²Destacaremos em quadrados vermelhos as interações dos alunos na análise do momento *online*.

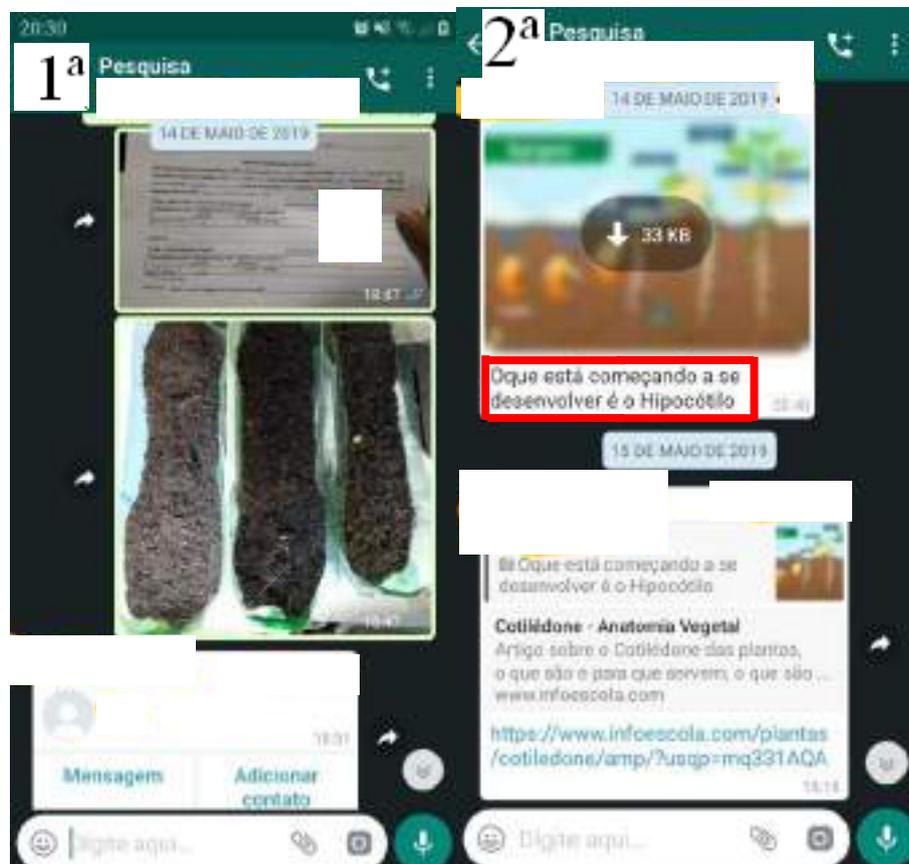
cor dessa!”, “Quantos Ml tem esta seringa?”, “Só o meu que não vai crescer professor!” e “Eita, desenterrou!” são exemplos de frases que foram ditas por eles durante o acompanhamento e transcritas pelo pesquisador no diário de bordo.

De forma contínua, o docente perguntou: “Porque você está espalhando a água nos hectares?”, “Já dar para ver alguma estrutura?”, “Porque o seu não vai dar certo?” e “Desenterrou, porquê?”, tais questionamentos foram feitos aos estudantes, ou seja, o docente mais uma vez levou a refletirem, **fomentando reflexões metacognitivas** durante o acompanhamento do experimento.

Verificamos que muitos dos questionamentos realizados pelo docente não foram respondidos no momento do acompanhamento do experimento, nesse caso o docente solicitou que os alunos pesquisassem e respondessem no grupo do *WhatsApp*.

Durante o segundo dia de acompanhamento, ocorreu uma mudança na metodologia proposta, ficando a cargo do pesquisador a colocação nos grupos do *WhatsApp* de fotos dos experimentos e da ficha preenchida pelos discentes (inicialmente essa função seria executada por eles), como pode ser visto na 1ª Captura (Figura 21).

Figura 21 – Capturas de telas do aplicativo *WhatsApp* do grupo “B”



Fonte: Autor.

Ao observar a 2ª Captura (Figura 21), foi possível verificar a primeira pesquisa do

grupo “B” no aplicativo, no qual um dos alunos do grupo “B” responde sobre a primeira estrutura de germinação da semente: “*O que está começando a se desenvolvido é o hipocólito*” e coloca a sua fonte de busca na *internet*.

Pontuamos que no segundo dia o grupo “A” não apresentou “troca” de mensagens sobre o crescimento e as poucas interações foram sem relevância para o experimento. Já no grupo “C”, não houve interação nenhuma no aplicativo.

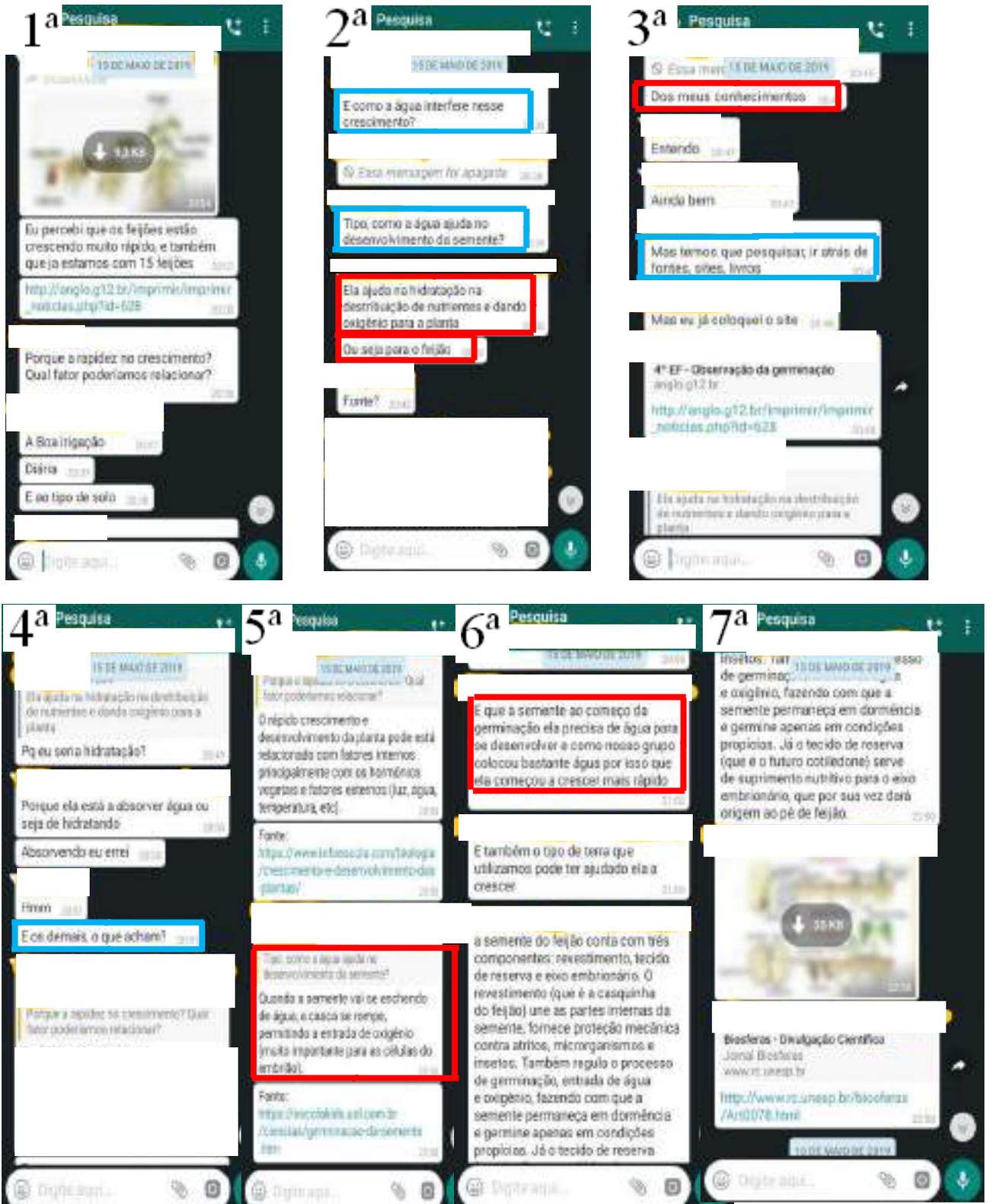
O terceiro dia de acompanhamento do experimento sucedeu como nos dias anteriores. Registramos fatos e frases, como: (1) Durante a observação do aluno do grupo “A” não tinha nenhuma semente germinada, assim o aluno falou: “*Não germinou, pois talvez plantaram errado, acho que colocaram as sementes muito em baixo*”; (2) Já o grupo “B” adicionou na ficha de preenchimento que germinaram 15 (quinze) grãos de feijão, com a descrição: “*Após regar algumas sementes desenterraram*”; (3) E o aluno do grupo “C” colocou na ficha que cresceram 4 (quatro) grãos de feijão, com o comentário “*Alguns grãos já cresceram, após a aplicação de água algumas sementes foram descobertas*”.

A partir desse momento, começamos a observar um maior número de considerações que os alunos faziam sobre os experimentos e as possíveis influências que estariam repercutindo na germinação, ou não germinação dos seus experimentos.

5.2.4 Análise das estratégias metacognitivas - (Momento *online*)

Durante o momento *online WhatsApp*, pontuamos também reflexões metacognitivas, principalmente quando analisamos a interação do grupo “B”, de acordo com a leitura das capturas abaixo:

Figura 22 – Capturas de telas do aplicativo *WhatsApp* do grupo “B”



Fonte: Autor.

Ao analisar a interação do grupo “B” no aplicativo, destacamos inicialmente: o horário

da 1ª interação (20h07min) e o resumo com fonte de busca do aluno, como também a decisão do docente em manter aquele diálogo e trazer indagações sobre o resumo e o fenômeno estudado. O que está de acordo com os benefícios apontados pela Unesco (2013), em relação ao uso da aprendizagem móvel: (1) Facilitar a aprendizagem individualizada (quando os alunos fizeram suas próprias investigações/ pesquisas em *sites* e trouxeram suas reflexões no grupo); (2) Fornecer retorno e avaliação imediatos (quando observamos o rápido *feedback* do professor durante a etapa); (3) Permitir a aprendizagem em qualquer hora ou lugar (quando verificamos o horário das interações e o uso do aplicativo *WhatsApp*).

Ao iniciarmos a análise das estratégias metacognitivas no aplicativo, ressaltamos a posição mediadora do docente no *WhatsApp*, como as frases **destacadas em quadrados azuis**²³: “*E como a água interfere nesse crescimento?*” e “*Tipo, como a água ajuda no desenvolvimento da semente?*”. Observamos nesses questionamentos, que o docente **fomentou estratégias metacognitivas também no ambiente do aplicativo**, quando fez o aluno repensar a afirmação que tinha feito. Da mesma forma, provocou ainda uma reflexão nos demais alunos do grupo: “*E os demais, o que acham?*”. Instigando-os a realizarem reflexões, investigações (pesquisa em *site*) e trazer as suas impressões sobre o fenômeno estudado, no aplicativo, como vemos nas respostas do aluno a essas provocações do professor.

2ª Captura – Figura 22.

Doc: “*E como a água interfere nesse crescimento?*”

Doc: “*Tipo, como a água ajuda no desenvolvimento da semente?*”

Aluno do grupo “B”: “*Ela ajuda na hidratação na distribuição de nutrientes e dando oxigênio para a planta*” e “*Ou seja, para o feijão*”

Doc: “*Fonte?*”

Aluno do grupo “B”: “*Dos meus conhecimentos*” – **Estratégia metacognitiva da ordem do conhecimento**, quando o próprio aluno faz inferência aos seus conhecimentos prévios para dar a resposta ao docente.

[...] **Doc:** “*mas temos que pesquisar, ir atrás de fontes, em sites, livros*”. (3ª Captura – Figura 21).

Ainda nas capturas, observamos a **estratégia metacognitiva de ordem procedimento**, durante a 5ª Captura da Figura 22, quando o aluno faz uma afirmação sobre a

²³Destacaremos em quadrados azuis as interações do docente na análise do momento *online*.

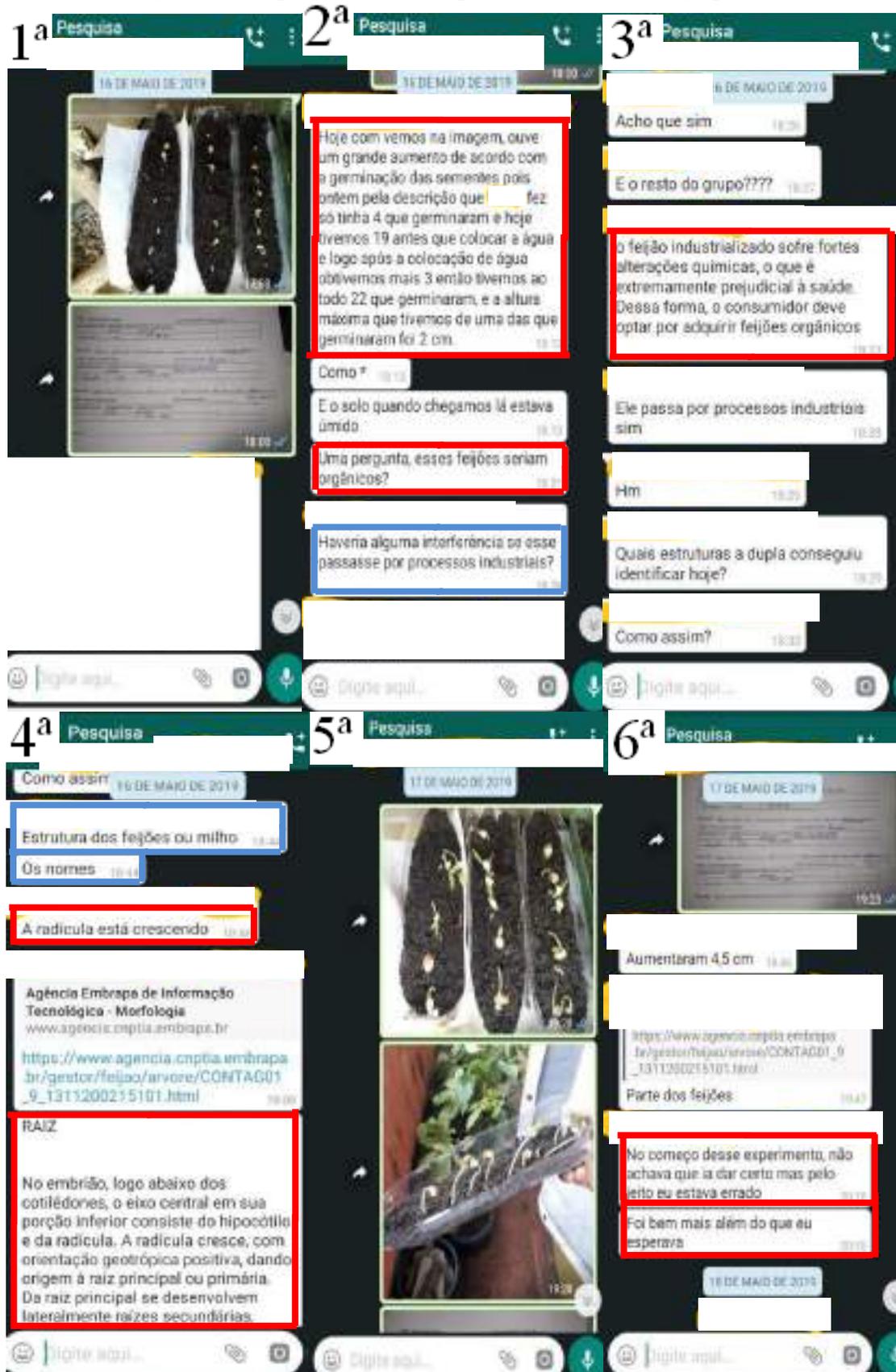
germinação, após pesquisar e verificar o experimento no aplicativo, “quando a semente vai se enchendo de água, se rompe, permitindo a entrada de oxigênio (muito importante para as células do embrião)” compreendendo assim que o fator hídrico é importante para o fenômeno da germinação.

De forma contínua, percebemos a **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, na 6ª Captura (Figura 22), quando um educando fez uma **autoavaliação** do procedimento tomado pelo seu grupo, a partir da afirmação: “[...] como nosso grupo colocou bastante água por isso que ela começou a crescer mais rápido”. Pois, o aluno compreendeu que a tomada de decisão do grupo resultou positivamente no fenômeno de germinação da atividade experimental.

Diante da análise do terceiro dia de acompanhamento, verificamos que a SEI experimental com o uso de aplicativos em modo *online*, *WhatsApp*, foi eficiente no sentido de promover processos metacognitivos nos alunos, a partir da mediação e questionamento por parte do docente.

Para finalizar a análise do terceiro dia, relatamos que no grupo “A” mesmo com os questionamentos e mediação do docente, os alunos não apresentaram interações e reflexões no grupo do aplicativo.

Em relação ao grupo “C” observamos no terceiro dia a ocorrência de aspectos comuns às interações do grupo “B”, no entanto com um menor número de interação entre os alunos e o docente sobre o experimento. Já nos dois últimos dias de acompanhamento do experimento, percebemos uma articulação interessante entre o ensino por investigação, aprendizagem móvel e as estratégias metacognitivas, desenvolvido do grupo “C”, de acordo com o conjunto de imagens abaixo:

Figura 23 – Capturas de telas do aplicativo *WhatsApp* do grupo “C”

Fonte: Autor.

Como observamos na 2ª Captura (Figura 23), o aluno fez uma síntese da evolução da germinação e o crescimento inicial dos grãos no experimento até o quarto dia. Um fato que nos chamou atenção foi o questionamento do aluno sobre a origem das sementes utilizadas no experimento: *“Uma pergunta, esses feijões seriam orgânicos?”*, visto na 2ª Captura (Figura 23). Essa questão nos mostra que possivelmente nas suas pesquisas o aluno amplia a sua rede de conhecimento e extrapola o assunto que está sendo discutido, o que aponta para a importância desses dispositivos móveis no trabalho em sala de aula, levando os estudantes a irem além do conteúdo apresentados a eles. Como também, desenvolve as habilidades de pesquisa através desses aparelhos eletrônicos.

Tal pergunta levou a uma nova indagação por parte do docente com a mensagem: *“Haveria alguma interferência se esse passasse por processos industriais?”* na 2ª Captura (Figura 23), sendo respondida rapidamente pelo estudante, com a afirmação: *“o feijão industrializado sofre fortes alterações químicas, o que é extremamente prejudicial à saúde. Dessa forma, o consumidor deve optar por adquirir feijões orgânicos”*, a partir da 3ª Captura (Figura 23). Sinalizamos, assim, que o aluno apresentou uma posição reflexiva e crítica sobre o conteúdo trabalhado na sequência, resultado certamente das pesquisas feitas no dispositivo móvel. Esta postura do educando é pretendida nas habilidades gerais e específicas da BNCC da Educação Básica (BRASIL, 2018).

Como também podemos associar aos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica:

- (1) *Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais* – Quando o aluno fez um questionamento sobre a origem da semente *“[...] esses feijões seriam orgânicos?”* que é um termo inerente do experimento investigado, e assim estabeleceu relação com informação ou situação do seu dia-a-dia;
- (2) *Compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática* – Quando o aluno trouxe informação científica que pode influenciar no consumo ou não de determinada semente no cotidiano, com a frase: *“[...] Dessa forma, o consumidor deve optar por adquirir feijões orgânicos”*;
- (3) *Entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e meio-ambiente* – Quando o aluno remete a implicação do consumo da semente industrializada, no trecho: *“[...] o feijão industrializado sofre fortes alterações químicas, o que é extremamente prejudicial à saúde”*.

Outro destaque importante na 4ª Captura (Figura 23), foi o questionamento do docente sobre quais as estruturas: “*Estrutura dos feijões e milho*” e “*os nomes*”, a partir daí o aluno trouxe os termos científicos: “*embrião*”, “*cotilédone*” e “*radícula*” e a fonte de busca. Reafirmamos a posição favorável de uso do aplicativo *WhatsApp* na atividade experimental e agora trazendo novos termos científicos em consonância ao pensamento de Carvalho (2013) quando citar Lemke (1997) no “*aprender a falar ciência*”.

Ao analisar as estratégias metacognitivas do grupo “C”, observamos na 6ª Captura (Figura 23) a categoria de **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, com a frase: “*No começo desse experimento, não achava que ia dar certo, mas pelo jeito eu estava errado*” demonstrando a reflexão do aluno sobre o experimento de germinação e expressando sua **autoavaliação** essa etapa.

Para deixar registrado, analisamos o grupo “A” no quarto e quinto dia de acompanhamento. Vimos uma constante passividade em relação à participação dos alunos no aplicativo e, conseqüentemente, não realizaram pesquisas e interações. Enquanto nos grupos “B” e “C” continuaram ocorrendo pesquisas e participação dos alunos.

Para ratificar um parâmetro geral de participação dos grupos na subetapa, optamos em trazer as pesquisas e as fontes que os grupos de alunos realizaram no aplicativo ao longo da semana de acompanhamento (Quadro 13):

Quadro 13 – Sites que os grupos pesquisaram e adicionaram no aplicativo *WhatsApp* durante o acompanhamento dos experimentos

Grupo A	Grupo B	Grupo C
Nenhuma pesquisa realizada	https://www.infoescola.com/plantas/cotiledone/amp/?usqp=mq331AOA	https://www.google.com/amp/s/m.educador.brasilecola.uol.com.br/amp/estrategias-ensino/germinacao.htm
	http://anglo.g12.br/imprimir/imprimir_noticias.php?id=628	https://m.brasilecola.uol.com.br/biologia/germinacao.htm
	https://www.infoescola.com/biologia/crescimento-e-desenvolvimento-das-plantas/	http://comofazerhorta.com.br/por-que-algumas-sementes-nao-germinam/
	https://escolakids.uol.com.br/ciencias/germinacao-da-semente.htm	https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_9_13112002_15101.html
	http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0078.html	
	https://www.todamateria.com.br/a-importancia-do-solo/	

Fonte: Autor.

Como visto na descrição e análise da etapa de acompanhamento e confirmado no Quadro 13, despontam participações nos grupos “B” e “C” no aplicativo *WhatsApp* em relação ao grupo “A”, que se manteve em silêncio na utilização desse aplicativo, tanto nas pesquisas como nas interações entre aluno–aluno e aluno–professor. Por esse motivo, só foi possível analisar os aspectos de uso da tecnologia móvel e as estratégias metacognitivas dos

grupos “B” e “C”, pois ofereceram materiais para investigação. Reafirmamos que a posição do docente como mediador foi igual para os 3 (três) grupos da pesquisa.

Após analisarmos as estratégias metacognitivas nos aplicativos *offline* e *online*, julgamos pertinente também expor as considerações dos alunos na entrevista com suas opiniões sobre a SEI experimental com aprendizagem móvel com as funções *offline* e *online* (Episódio 14):

Episódio 14 – Recorte da entrevista sobre o uso ou não de *internet* na sequência

Turno	Siglas	Falas
109	E.	Foi um dos questionamentos que fizemos para formular o experimento, pensando se ia ser interessante a gente trazer o celular com <i>internet</i> ou sem para compreensão do experimento. O que vocês acharam?
110	C1	Se a gente conseguiria sem <i>internet</i> , né?
111	B2	A gente não precisou da <i>internet</i> ! A gente teve muitas ajudas dos aplicativos.
112	A1	Acho que a gente conseguiu adquirir mais conhecimento sem <i>internet</i> !
113	E.	Por quê?
114	A1	Ahhh, porque ali a gente estava aprendendo sem o uso de <i>internet</i>, tendo que procurar os conhecimentos!
115	C1	A gente tinha que procurar.
116	B2	Desenvolve, desenvolve melhor a cabeça também, o modo de pensar.
117	A1	É!
118	B1	Porque se você colocar na <i>internet</i> , e pergunta de cara ele já vai dar a resposta do nada.
119	A1	É isso!
120	B1	Teve que ler para saber se era ou não, buscar os conhecimentos.
	[...]	

Fonte: Autor.

No recorte da entrevista apresentado no Episódio 14, percebemos, pela fala de diferentes alunos, que eles supuseram melhor o uso da aprendizagem móvel sem *internet*. Segundo os próprios alunos, os aplicativos auxiliam os processos para pensar e buscar conhecimentos, enquanto a *internet* já traz as respostas prontas.

No entanto, admitimos o quanto o uso *online* do aplicativo *WhatsApp* nos dispositivos móveis contribuiu no acompanhamento do experimento e para a construção do conhecimento nessa etapa.

5.2.5 Comentários à 2ª Etapa

Para concluir essa 2ª etapa, teceremos alguns comentários que nos chamaram a atenção durante sua execução.

Apresentamos o primeiro ponto que observamos fora do planejado para essa etapa: o

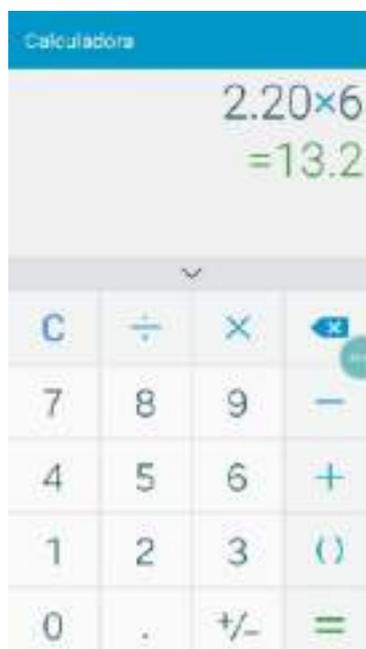
uso da função calculadora para realizar cálculos básicos de matemática, com os *smartphones*, conforme mostra o (Episódio 15), e a Figura 24 de captura de tela do grupo “C”.

Episódio 15 – Utilização do *smartphone* para função calculadora na etapa pelo grupo “C”

Turno	Siglas	Falas
121	C3	Cadê o celular?
122	C2	Está aqui!
123	C2	Traz aqui para eu ver!
124	C2	Pera aí!
125	C1	Só um minuto.
	33° Coment.	Porém, “C1” fez no papel ao invés de manipular o <i>smartphone</i> . Depois de pouco tempo, “C1” fez a seguinte pergunta:
126	C1	Tem calculadora nesse celular não é?
127	C1	Minha cabeça!
128	C1	Tem!
129	C1	Tem não!
130	C1	Tem!
	[...]	
	34° Coment.	Discussão entre os integrantes do grupo para verificar o valor das sementes. Nesse momento, o docente chegou para auxiliar o grupo. Foi possível escutar os alunos realizando a conta “de cabeça”.
131	C5	Aqui tem calculadora!
132	C1	Olha a calculadora!
133	C6	Tá onde em?

Fonte: Autor.

Figura 24 – Captura de tela do grupo “C”



Fonte: Autor.

Essa utilização da função calculadora aconteceu quando os alunos estavam pensando na quantidade de sementes e o valor de compra e venda da saca das sementes, ponto que pode

ser visto no (Apêndice C).

Notamos no Episódio 15 e na Figura 24 e evidenciados nos turnos 121, 123, 126, 131 e 132, como foi realizada à função de calculadora, recordamos que ela não foi planejada, haja vista, não tínhamos pensado que os alunos iriam executar contas matemáticas básicas nos *smartphones*. Entretanto, assumimos que a função calculadora trouxe o benefício “*assegurar o uso produtivo do tempo em sala*” para experimentação investigativa no Ensino de Biologia (UNESCO, 2013). Ressaltamos que tal função também foi registrada no grupo “B”, para efetuar cálculos de multiplicação e adição, por mais de uma vez durante a atividade. Esse fato, que extrapolou nossos objetivos, remete-nos a quanto esses aparelhos móveis podem ser bem aproveitados em sala de aula, trazendo benefícios à aprendizagem escolar.

Outro aspecto observado nessa etapa, a partir do manuseio do *smartphone* por um dos integrantes do grupo “C”, pode ser visualizado no Episódio 16, a seguir:

Episódio 16 – Interação entre os alunos do grupo “C”

Turno	Siglas	Falas
	35º Coment.	Discussão entre os membros do grupo sobre a utilização do <i>smartphone</i> . Nesse momento, “C5” começou a mexer novamente no <i>smartphone</i> e fala a seguinte frase:
134	C5	“To” vendo se esse celular tem jogos!
135	C2	Oh “C5” para de mexer, você sabe que está gravando, né?
136	C5	Eu sei!
137	C1	Para de mexer!
138	C5	Eu vou entrar no aplicativo de plantar, “oxe”! Parece que eu não posso [...]
	36º Coment.	“C5” vai para função “cuidados com a horta”.
		[...]
	37º Coment.	Após o plantio de todos os grupos, o docente lembrou aos alunos que eles devem responder a atividade que tem na ficha de preenchimento do grupo, com: hipótese inicial e as outras questões. Solicita que os grupos juntem e devolvam os materiais, e deixem separados os experimentos.
	38º Coment.	Durante esse momento, “C5” ainda continuou mexendo no <i>smartphone</i> .
139	C2	Ohh “C5” você está mexendo em que?
140	C1	Ohh “C5”!
141	C5	No aplicativo de “ <i>Cultivar!</i> ”
142	C2	Presta atenção nas coisas que tem pra fazer!
143	C5	Estou vendo um negócio aqui, “oxe”!
		[...]
	39º Coment.	“C5” continuou mexendo no aplicativo, enquanto os demais estavam discutindo as questões. Posteriormente, “C5” foi mexer no aplicativo “ <i>QR Code Reader</i> ”.
		[...]

Fonte: Autor.

Percebemos que o aluno “C5” foi “atraído” pela exploração do dispositivo móvel em outras funções que fugiam aos nossos objetivos de aprendizagem.

A partir da interação dos alunos no Episódio 16, podemos perceber que, mesmo com todas as precauções levadas em consideração pelo docente na elaboração e aplicação de uma sequência com dispositivos móveis, ainda assim podem ocorrer usos ou manipulações inadequadas no processo de ensino e de aprendizagem, como a exemplo da não cooperação do aluno “C5” no grupo da atividade experimental.

Observamos também o momento com os turnos 135, 137, 139, 140 e 142 na tentativa dos alunos “C1 e C2” de chamar a atenção do aluno “C5”, para ele não mexer no *smartphone* e ajudar com atividade proposta, incitando atenção inclusive no turno 135 quando “C2” relata ao “C5” que está sendo gravada a atividade e mesmo assim o aluno continua com sua exploração inadequada para o momento.

Buscamos verificar na entrevista com os alunos, se este problema foi um caso isolado ou não, relatado no Episódio seguinte:

Episódio 17 – Recorte da entrevista sobre a utilização dos *smartphones* na SEI

Turno	Siglas	Falas
144	E.	Então, só ocorreram partes boas ao usar os <i>smartphones</i> ?
145	B2	A única parte ruim foi porque tinha gente que queria ver as coisas do celular e ficar mexendo.
146	A1	Eu acho que as tecnologias atrapalham um pouco!
147	B1	Não só ajuda, também atrapalha!
148	C1	Todo mundo é curioso e quer ver o que tem.
149	B2	Vem na cabeça mexer no celular, do que estudar.
150	B2	é.
151	C1	é.
152	C2	é.
153	E.	Aconteceu em todos os grupos?
	40º Coment.	Todos balançam a cabeça e falam: “Sim!”, “AhamAham!”, “Aconteceu!”, “Com certeza!”.

Fonte: Autor.

No Episódio 17, apresentamos a opinião dos alunos sobre a vivência com os *smartphones* na atividade experimental. Dessa forma, vimos que eles sabem, e experienciaram que os dispositivos móveis podem ser um instrumento que auxilia no processo educacional; porém, pode também atrapalhar por causa da curiosidade deles e desviar sua atenção durante o processo de aprendizagem. Salientamos um aspecto interessante no relato de “B2” no turno 149, quando o aluno relata que o recurso tecnológico *smartphone* compete com o processo de estudos, sendo visto como um objeto mais de diversão do que de aprendizado.

O terceiro aspecto que registramos aconteceu nessa etapa, durante a inclusão do aplicativo *WhatsApp*, no qual notamos a baixa interação entre os alunos nesse aplicativo,

mesmo eles fazendo parte de uma geração que já nasceu imersos nos dispositivos móveis e suas funcionalidades.

Diante disto, buscamos verificar qual(is) motivo(s), pelos quais os alunos não interagiram pelo *WhatsApp* como esperávamos, visto no recorte da entrevista no Episódio 18:

Episódio 18 – Recorte da entrevista sobre o uso aplicativo *do WhatsApp* na SEI

Turno	Siglas	Falas
154	E.	E os grupos dos <i>WhatsApp</i> , porque quando a gente estava trabalhando observamos que vocês viam o que estava sendo conversado, mas não falavam?
155	B1	Teve gente que não falou nenhum dia!
156	A2	Eu falei!
157	B1	Eu falei bastante! Algumas pessoas não comentaram.
158	E.	Por que vocês não falavam?
159	B1	Foi no período que eu estava sem celular!
160	A2	Quando minha mãe liberou o celular para esse grupo foi no dia, onde eu não ia mais, aí não teve como eu falar.
161	B1	Eu acho que é porque as pessoas tinham medo de falar, de estarem erradas aconteceu isso no meu grupo! Eu não estava no grupo.
162	E.	Vocês têm alguma coisa para colocar? Olhando para os 2 (dois) representantes do grupo “C”
163	C2	Eu coloquei no grupo tudo que eu estava percebendo, aí eu fui escrevendo e colocando no grupo.
164	A1	Mas eu acho assim, embora que eu não estivesse eu acho que assim o povo deve ter ajuda eles compreender algumas coisas, dar sua opinião.
165	B1	Teve gente no meu grupo, por exemplo, “B2” ele não estava usando celular, aí ele me falava, eu falava a opinião dele e a minha em uma resposta só.
166	C1	A gente também, né “C2”.
	Sil...	
167	E.	Mais isso ajudou a vocês acompanharem os experimentos?
168	A1	Eu acho que de alguma forma ajudou.
169	B1	A gente queria ficar sabendo toda hora como estava planta! Quando a gente ia em um dia queria saber como estava no outro.
170	C1	E também queria saber como estavam o dos outros!
	[...]	
171	E.	E você falou o que? Olhando para “C1”.
172	C1	Que todo mundo queria ver o do outro para saber estava maior ou menor?
173	E.	Por que os experimentos dos outros?
174	B1, B2 e A1	Curiosidade!

Fonte: Autor.

De acordo com a entrevista, percebemos que nos turnos 158 até 161, existem vários fatores que poderiam ter influenciado para a não participação no *Whatsapp*, como: (1) Está sem *smartphone* durante a semana da atividade, (2) Não interação por fator familiar e (3)

Medo de falar no grupo, porque tem receio de falar algo errado. O item (2) nos remete a questão da família ainda desconhecer a manipulação dos dispositivos móveis como instrumentos de aprendizagem escolar, utilizando muitas vezes como elemento educativo.

Salientamos que a instituição, onde foi realizada a pesquisa segue a Lei Estadual nº 15.507 que regula o uso de dispositivos móveis na sala de aula, Pernambuco (2015), cujo uso será apenas para fim planejado didático-pedagógico.

Em contrapartida, no trecho 167 até 174, os alunos reforçam o fator positivo de acompanhamento e o uso do aplicativo, como um auxílio no experimento de germinação.

Outro aspecto interessante observado foi a cooperação dentro dos grupos, na qual os estudantes registraram a fala dos colegas que estava sem celular, mas, estavam acompanhando o experimento, como pode ser visto nos turnos 165 e 166, tanto no grupo “B”, quanto no grupo “C”, demonstrando que eles conversavam sobre o experimento.

5.3 3ª ETAPA

5.3.1 Descrição da 3ª Etapa

A 3ª etapa da SEI teve por objetivo apresentar a sistematização dos grupos de alunos sobre os experimentos de germinação realizados. Essa etapa aconteceu em um momento extra-classe como planejado, em duas aulas geminadas, na área externa da sala “pátio”, no turno da tarde.

Iniciamos a descrição da 3ª etapa com o **passo 1**:

Passo 1 – O docente solicita as apresentações dos grupos para o momento de socialização das práticas e conhecimentos experienciados durante a sequência (momento de relembrar o que fizeram).

Inicialmente o docente solicitou aos alunos que se deslocassem para área externa da sala. Neste momento, houve uma nova (re)entrega das fichas desenvolvidas. Logo, durante o primeiro momento, os grupos observaram e adicionaram as constatações na ficha de preenchimento dos experimentos, o que pode ser visto na Figura 25:

Figura 25 – Início da 3ª Etapa



Fonte: Autor.

Em seguida, o docente expôs a necessidade de que durante as apresentações fossem relatados os resultados e seus porquês de cada escolha do experimento. Para este momento de análise, optamos em colocar todas as apresentações, buscando identificar e categorizar as estratégias metacognitivas nas falas dos alunos.

5.3.2 Análise das estratégias metacognitivas

Iniciamos com a fala do docente e a apresentação do grupo “A”, de acordo com a Figura 26, em seguida o Episódio 19.

Figura 26 – Apresentações das atividades experimentais do grupo “A” – 3ª Etapa



Fonte: Autor.

Episódio 19 – Apresentação do grupo “A” sobre a sistematização do experimento

Turno	Siglas	Falas	Estratégia(s)
-------	--------	-------	---------------

175	DC.	Agora grupo por grupo, vai apresentar aos demais a técnica utilizada, certo! E a gente vai conversando no decorrer das apresentações.	
	41° Coment.	O docente olhou para o grupo “A”.	
176	DC.	O grupo de vocês!	
	42° Coment.	Os alunos perguntaram se era para todos apresentarem e levantarem.	
177	DC.	Todos devem se levantar e colaborar com a apresentação.	
	43° Coment.	O docente colaborador enfatizou para toda turma.	
178	DC.	Os demais grupos vão ouvir e participar, certo!	
Apresentação do grupo “A”			
179	A1	Então, a gente escolheu a opção 1 (um) para todos! Mas não deu muito certo!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
		Porque o solo não ficou tão úmido para as plantas crescerem.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem procedimento]</i>
180	DC.	Qual a quantidade de água na opção 1 (um)?	
181	A1	3 (três) seringas de água durante 3 (três) dias e depois sem água, por hectare.	
182	DC.	E qual resultado vocês obtiveram?	<i>[fomenta estratégias metacognitivas]</i>
183	A1	Veja só! Germinou, agora crescer o que a gente pensou que ia crescer, não cresceu! Entendeu?	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
184	DC.	E qual fator que vocês atribuiriam a esse fato de ter germinado e não ter crescido?	<i>[fomenta estratégias metacognitivas]</i>
185	A2	Falta de água!	
186	A3	Falta de água!	
187	A4	É.	
	[...]		
188	DC.	Foi 12 (doze) ao total ou 12 (doze) em cada 1 (um)?	
189	A1	Veja só! A gente colocou 4 (quatro) de milho e 8 (oito) de feijão.	
190	A3	Germinaram 10 (dez), você não está vendo aqui, não!	
	44° Coment.	“A3” falou olhando para “A1”	
191	A1	10 (dez) germinaram, estão falando aqui.	
	[...]		
192	A1	Eu acho que é assim! A água não era suficiente para o milho, e sim para o feijão.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
193	DC.	Então quer dizer que a água foi o fator que impossibilitou a semente de milho desenvolver?	<i>[fomenta estratégias metacognitivas]</i>

194	A1	É pode ser, ou, também o milho demora a crescer, né?	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do procedimento</i>]
	45° Coment.	O docente olha para a sala é perguntou:	
195	DC.	Vocês concordam?	[<i>fomenta estratégias metacognitivas</i>]
196	DC.	Escutem o que “B1” quer falar!	
197	B2	Eu acho que o milho não cresceu em quase ninguém por conta da luz!	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do procedimento</i>]
198	DC.	Da luz! Então, a luz também influencia?	[<i>fomenta estratégias metacognitivas</i>]
199	B1	No grupo deles cresceram milho, né! Já no meu grupo não germinou nenhum, porque estava um pouco mais afastado da luz.	[<i>estratégia metacognitiva de ordem do procedimento</i>]
200	DC.	Vejam bem! Mas os 3 (três) grupos não estavam “B2” no mesmo espaço com a mesma incidência de luz, não?	[<i>fomenta estratégias metacognitivas</i>]
201	B1	O deles estavam! O da gente não.	
202	B2	O deles estavam mais pra frente professor.	

Fonte: Autor.

Logo no início do Episódio, presenciamos o **passo 2** com a posição ativa do docente, em torno do experimento e com todos os grupos juntos (CARVALHO, 2013).

Passo 2 – O docente realiza perguntas/ questionamentos para melhor construção e sistematização dos alunos, sempre considerando os erros e os acertos durante as apresentações.

Neste sentido, o docente pode estabelecer as várias questões em torno das apresentações dos grupos, que envolviam a problemática da sequência e a atividade experimental, como: retomada de ideias das hipóteses, delimitação de condições que foram executadas, reconhecimento de variáveis que foram estabelecidas nos experimentos, correlação de variáveis que foram trabalhadas e avaliação de ideias (SASSERON, 2013). Observamos, inclusive, que o docente realizou questionamentos em todas as apresentações, com a finalidade de ampliar a compreensão dos alunos sobre o fenômeno de germinação.

Para iniciar as análises das estratégias metacognitivas, examinamos o início da apresentação do grupo “A” no turno 179, com a frase: “*Então, a gente escolheu a opção 1 para todos!*” e “*Mas não deu muito certo!*” o que nos remete a **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, já que o aluno iniciou a apresentação com uma **autoavaliação** da atividade experimental realizada pelo seu grupo.

No mesmo momento, o estudante traz uma reflexão explicando sobre o experimento e porque acredita que “*não deu certo*” com a frase: “*Porque o solo não ficou tão úmido para as*

plantas crescerem” – **estratégia metacognitiva de ordem do procedimento**, na qual o aluno atribuiu à condição/ regra da pouca quantidade de água para a não germinação dos seus experimentos.

Consideramos novamente o aluno “A1” no episódio (turno 183) com a frase: “*Germinou, agora crescer o que a gente pensou que ia crescer, não cresceu!*” na qual o aluno realizou uma nova **autoavaliação – estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, quando o aluno apresenta a expectativa do grupo e o que foi constatado ou observado durante a atividade experimental realizada.

Em seguida, assistimos a vários questionamentos do professor que estimularam os alunos a refletirem sobre o fenômeno da germinação e o que aconteceu no experimento deles, desenvolvendo nos alunos **estratégias metacognitivas da ordem do procedimento** (turnos 192, 197, 199).

Em razão disso, apresentamos o grupo “B” com sua sistematização, na qual foi possível evidenciar estratégias metacognitivas na apresentação, conforme pode ser visto no Episódio abaixo.

Episódio 20 – Apresentação do grupo “B” sobre a sistematização do experimento

Turno	Siglas	Falas	Estratégia(s)
203	B1	Oh, professor a gente usou os 3 (três) tipos da simulação: No primeiro hectare a gente utilizou a simulação 2 (dois), só com milho com 16 (dezesesseis) sementes e 3 (três) centímetros entre cada um; No segundo hectare utilizamos a simulação 1 (um), só com feijão e 3 (três) centímetros entre cada um; “B1” – Já no terceiro, utilizamos os 3 (três), o milho e o feijão e também tinha com 3 (três) centímetros entre cada 1 (um).	
204	DC.	E a quantidade de água?	
205	B5	Ficou bem razoável, porque a gente fez seis seringas em cada.	
	46° Coment.	“B1” interrompeu a fala de “B5”.	
206	B1	A gente errou um pouco nessa! (apontou para o hectare que teve o menor desenvolvimento)	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
		Porque a gente colocou 3 (três) seringas nos últimos 3 (três) dias, muito pouca água para eles crescerem rápido.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
207	DC.	E quais foram os resultados que vocês obtiveram aí?	<i>[fomenta estratégias metacognitivas]</i>
208	B5	Foi bom no caso do feijão! Mas no caso do milho não foi tão legal, assim não!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
	47° Coment.	“B5” começou a apontar para os hectares	

		correspondentes do experimento.	
209	B5	Esse aqui só foi à parte que plantamos feijão e cresceram mais rápidos. Mas esse aqui que foi misturado cresceram só alguns feijões em uma única área, e o de milho não cresceu nenhum.	
210	B1	Acho que no de milho erramos!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
		Ou deveria ter mais água ou mais luz.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
211	B2	Ou a profundidade mesmo das sementes.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
212	DC.	E quais fatores vocês atribuiriam para esse não crescimento do milho?	<i>[fomenta estratégias metacognitivas]</i>
213	B2	Água!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
	48º Coment.	O docente enfatiza para turma que a apresentação não é só para ele. E sim, para a turma toda, e a ideia que todos participassem. Estimulando, assim, que os alunos fizessem questionamentos/perguntas sobre o experimento dos outros grupos. Logo após, o docente retoma os questionamentos para o grupo.	
	[...]		

Fonte: Autor.

De acordo com o Episódio 20, contemplando a apresentação do grupo “B”, em que também foi possível notar que emergiram as estratégias metacognitivas. Destacamos primeiramente todos os turnos da categoria de **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, a partir das frases: “*A gente errou um pouco nessa!*”, “*Mas no caso do milho não foi tão legal, assim não!*” e “*Acho que no de milho erramos!*”. (turnos 206, 208, 210). Percebemos que tais estratégias emergiram após a indagação do docente sobre a quantidade de água que foi posta nos experimentos, desta forma, os alunos “B1” e “B5” fizeram uma **autoavaliação** sobre a quantidade de água e o tipo de sementes que o grupo escolheu para o procedimento na atividade experimental.

A segunda categoria que identificamos no Episódio foi a **estratégia metacognitiva de ordem do procedimento** no turno 206, com a frase: “*Porque a gente colocou 3 (três) seringas nos últimos 3 (três) dias, muito pouca água para eles crescerem rápido*”. Notamos uma explicação/condição que os alunos deram para evidenciar a germinação tardia e a quantidade de água para o tempo do experimento.

Ainda identificamos a **estratégia metacognitiva de ordem do procedimento** nos

turnos 210, 211 e 213, todas motivadas em torno das questões colocadas pelo docente, em relação aos resultados obtidos no experimento e aos fatores responsáveis por aquele resultado.

A última apresentação dos grupos na 3ª etapa foi a única em que verificamos as estratégias metacognitivas da ordem da compreensão do problema, na qual os grupos apresentam uma reflexão justificando os fatores responsáveis pela germinação de uma forma mais abrangente, como pode ser visto abaixo:

Episódio 21 – Apresentação do grupo “C” sobre a sistematização do experimento

Turno	Siglas	Falas	Estratégia(s)
214	C1	No primeiro dia plantamos 24 (vinte quatro) sementes com o código de chuvas torrenciais todo período do plantio, nossa primeira hipótese foi que elas aumentaria seu tamanho. No primeiro dia após o plantio a solo estava úmido e não germinou nenhuma semente, no segundo dia não tinha germinado nenhum grão e o solo estava intermediário, no terceiro dia germinaram 4 (quatro) grãos e o solo estava úmido e algumas sementes foram descobertas após a aplicação da água, no quarto dia o solo estava úmido e germinaram 22 (vinte dois) grãos de altura máxima de 2 (dois) centímetros, no quinto dia germinaram 23 (vinte três) grãos de altura máxima de 6,5 (seis) virgula (cinco) centímetros.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem do procedimento]</i>
		Após todos esses dias percebemos que água, luz solar e os nutrientes são umas das coisas mais importantes para germinação e crescimento de uma planta.	<i>[estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema]</i>
	49º Coment.	O presente grupo optou por construir um texto para sistematizar todo o desenvolvimento do experimento, acompanhamento e constatação.	
215	DC.	Então a quantidade de sementes que vocês? Primeiro quais foram as sementes que vocês utilizaram?	
216	C1	Só feijão!	
217	DC.	Todos que vocês plantaram, germinaram?	<i>[fomenta estratégias metacognitivas]</i>
	50º Coment.	Todos do grupo – “NÃO!”	
218	C5	Não, mas a gente não sabe por quê!	<i>[estratégia metacognitiva de ordem pessoal]</i>
219	A1	A quantidade de água foi à mesma para todos?	
220	C1	Sim!	

221	A1	Vocês plantaram milho?	
222	C1	Não!	
223	DC.	Prestem atenção! O que vocês quiseram avaliar com esse experimento?	[fomenta estratégias metacognitivas]
224	C1	Explique!	
	51º Coment.	Fez a indagação com uma cara de dúvida.	
225	DC.	Por que vocês utilizaram essa técnica?	[fomenta estratégias metacognitivas]
226	C1	Porque a gente achava que ia ser melhor para crescer.	[estratégia metacognitiva de ordem do pessoal]
227	A3	Porque vocês não plantaram milho “C2”?	
228	C2	Porque sairia mais caro para o agricultor.	[estratégia metacognitiva de compreensão do problema]
	[...]		

Fonte: Autor.

De acordo com a apresentação inicial do grupo “C”, no turno 214, foi possível verificar uma síntese geral do experimento deles, trazendo elementos da elaboração da hipótese e refletindo sobre o procedimento adotado e os resultados encontrados dia após dia (**estratégia metacognitiva de ordem do procedimento**), analisando o crescimento das sementes em função das escolhas feitas pelo grupo.

Completando a apresentação do experimento, ainda no turno 214, o grupo fez uma reflexão mais abrangente das variáveis que teriam interferência no fenômeno estudado: “*Após todos esses dias percebemos que água, luz solar e os nutrientes são umas das coisas mais importantes para germinação e crescimento de uma planta*” – **estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema**, na qual percebemos uma compreensão mais completa do fenômeno estudado na atividade experimental de germinação.

Ainda encontramos interações significativas nas quais o professor estimula o grupo a refletir sobre o seu experimento, gerando uma avaliação das escolhas feitas por ele – **estratégia metacognitiva de ordem pessoal** (turno 218 e 226).

Finalizando a apresentação, uma resposta do grupo “C” demonstrou o quanto esse grupo estava “olhando” para o problema e refletindo de uma forma mais completa, desprendendo-se da questão mais prática e procedimental, observamos isso no seguinte questionamento feito por um colega do outro grupo.

A3: “*Porque vocês não plantaram milho “C2”?*”

C2: “*Porque sairia mais caro para o agricultor.*” (**estratégia metacognitiva de ordem da compreensão do problema**).

Continuando a descrição da 3ª etapa e a mediação do docente com a discussão sobre: “Qual dos experimentos seria o “melhor” para associação de agricultores utilizarem no campo?”.

Esse questionamento retomou a problemática da SEI e, conseqüentemente, a discussão para consolidação da questão apresentada pela associação de agricultores, ponto inicial da nossa pesquisa. A partir da pergunta do docente, foram unânimes as opiniões dos grupos sobre a melhor técnica utilizada na prática experimental, que foi a do grupo “C”, uma vez que levaram em consideração a relação das sementes plantadas e as sementes germinadas no período do estudo, em comparação aos demais grupos da sala. Porém, o docente deixou claro que se o experimento perdurasse durante o crescimento inicial iria trazer aspectos negativos para as plantas.

Em seguida, demos início ao **passo 3**:

Passo 3 – Após o relato das atividades experimentais pelos alunos, o docente entrega os *smartphones* para reprodução de um vídeo e, posteriormente, há um momento de aula prática com os alunos.

Observamos que o docente (re)entregou os *smartphones* para que os grupos reproduzissem um vídeo da Univesp (2018), vídeo este que apresentou informações sobre as estruturas da semente de feijão e o processo de germinação, como um meio de revisão do conteúdo. Conseqüentemente, foi realizada uma aula prática no mesmo local, como exemplificado abaixo:

Figura 27 – Registros do final da 3ª Etapa



Fonte: Autor.

Registramos, conforme Figura 27, que o docente realizou prática das estruturas visuais da germinação, demonstrando e lembrando os conceitos e funções que foram mencionadas ao longo da sequência com os termos “*radícula*” e “*cotilédone*”, dentre outros, utilizando para isso os próprios experimentos. Foram evidenciadas também as diferenças entre as sementes

com um cotilédone ou monocotiledônea (semente de milho), e dois cotilédone ou dicotiledônea (semente de feijão), e seus tipos de raízes e a explicação da maior demora da germinação do grão de milho em relação ao feijão.

5.4 4ª ETAPA

5.4.1 Descrição da 4ª Etapa

A quarta e última etapa da SEI teve por objetivo escrever e desenhar a sistematização individual dos alunos sobre a problemática do fenômeno de germinação. Tal momento ocorreu como planejado, em uma aula da instituição, no turno da tarde.

A última etapa da SEI iniciou pelo **passo 1**, a saber:

Passo 1 – O docente realiza entrega de material para resposta/ sistematização individual dos alunos em sala.

Iniciando essa etapa, o docente entregou uma ficha para cada aluno, com as seguintes perguntas: “*Faça um resumo dos aspectos aprendidos na experimentação de germinação:*” e a segunda “*Faça um desenho ou esquema dos conteúdos aprendidos?*”, conforme o (Apêndice F).

Em seguida, aconteceu o **passo 2**, com a solicitação do docente para que os grupos fossem refeitos e se juntassem rapidamente para discutirem o que aprenderam durante a sequência e sobre as perguntas da ficha.

Passo 2 – O docente solicita que se formem novamente os grupos para discussão das perguntas, em decorrência disso o retorno individual de resposta do material para responder, a finalidade do momento é clarear, compartilhar e distribuir ideias (instrumentos para construção pessoal do conhecimento).

Tal processo de sistematização está de acordo com a proposta de Carvalho (2013), quando a autora coloca que “o diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais nas aulas de Ciências” (p. 13), pontos estes que foram marcantes nessa etapa. Este momento foi concentrado no diálogo dos grupos e posteriormente na escrita individual de cada aluno.

Vale ressaltar que em uma aula posterior o docente trouxe considerações sobre as sínteses dos alunos, com a finalidade de clarear, compartilhar e distribuir ideias (CARVALHO, 2013).

5.4.2 Análise das estratégias metacognitivas

Durante a análise das questões escritas da presente etapa, conseguimos encontrar estratégias metacognitivas nas respostas dos alunos sobre os experimentos desenvolvidos, conforme as transcrições contidas no Quadro 14:

Quadro 14 – Transcrições de algumas respostas de alunos que evidenciamos estratégias metacognitivas

<p>Aluno “A2” – “[...] A gente esperava que ele crescesse, mas só que ele cresceu pouco, por causa da pouca quantidade de água. O milho eu esperava que ele não crescesse, mas cresceu só 1 milho [...].”</p> <p>Aluno “A5” – “Aprendi que não devemos plantar errado [...].”</p> <p>Aluno “B6” – “Em meu experimento deu errado [...].”</p> <p>Aluno “B1” – “Em meu experimento pede observar que algumas escolhas foram erradas [...].”</p> <p>Aluno “A1” – “O que esperava não aconteceu. O feijão teve um pequeno crescimento por causa da quantidade de água [...].”</p> <p>Aluno “C7” – “No começo de tudo pensávamos que não iria dar certo mais no passar dos dias começou a dar certo.”</p>
--

Fonte: Autor

A partir dessas transcrições, examinamos que os alunos refletiram individualmente, ao escreverem suas considerações em relação à atividade proposta e aplicada sobre o fenômeno de germinação. Nas respostas apresentadas no quadro 14, observamos a **estratégia metacognitiva de ordem pessoal**, visto que os alunos trazem pontos de **autoavaliação** da atividade prática executada por eles, quando escrevem que as escolhas foram certas ou erradas, ou que inicialmente previram sua exatidão e, em seguida, ineficácia.

Apresentamos, em seguida, as respostas dos alunos com um olhar agora nos termos científicos que emergiram também dessas transcrições (Quadro 15).

Quadro 15 – Transcrições de algumas respostas de alunos que evidenciamos apropriação de termos científicos, após a SEI

<p>Aluno “A3” – “[...] A radícula fixa a planta, cotilédones armazenam nutrientes para as sementes e para planta germinar precisa de água.”</p> <p>Aluno “A4” – “[...] A primeira coisa que se forma é a radícula e ela sustenta a planta. O cotilédone armazena nutriente.”</p> <p>Aluno “A2” – “[...] A radícula tem função de fixar e não de absorver. Já os cotilédones têm função de nutricional.”</p> <p>Aluno “A5” – “[...] As sementes ficam numa fase que não germina [...] A primeira estrutura que se desenvolve é a radículas com função de fixar [...] existem diferentes tipos de raízes, plantas, sementes e modo</p>
--

de plantio [...].”

Aluno “B6” – “[...] *Existem vários tipos de plantas e com isso as plantas germinam de modo diferentes umas das outras como o milho e o feijão usados no experimento, o feijão deu bem com a opção 1 e 2 já o milho não se deu bem nenhum das opções [...].”*

Fonte: Autor

Ao analisar os fragmentos acima, destacamos que em todos os extratos dessas transcrições encontramos termos da linguagem científica, que anteriormente, na 1ª etapa da SEI não estavam presentes na atividade diagnóstica dos alunos. Desta forma, é perceptível o processo de construção de conhecimento dos alunos ao longo da sequência proposta.

É importante ressaltar que tais resultados estão em consonância com a nossa base teórica de Carvalho (2013) de uma Sequência de Ensino por Investigação, que realizou uma prática experimental, aliada aos pensamentos de Hodson (1988) e aos de Leite (2001), na qual pudemos observar indícios significativos dos eixos estruturantes de uma alfabetização científica (SASSERON E CARVALHO, 2008), que é a base do EnCI, e que contemplou as orientações da BNCC da Educação Básica (BRASIL, 2018).

Desta maneira, os alunos participantes da SEI trazem em suas falas e escritas a Ciência, principalmente quando examinamos que eles inferem elementos de causa e consequência com seus experimentos e termos científicos.

Finalizando o capítulo de análise dos resultados, apresentamos um fragmento de resposta de um aluno, de caracter social que remete ao contexto local da atividade da SEI:

Quadro 16 – Um exemplo de uma resposta que trouxe reflexão sócio-científica, a partir da SEI

Aluno “C2” – “*Nesse experimento aprendemos que a água é um dos maiores influenciadores para germinação [...]. Muitos agricultores também sofrem com a falta de água, e com isso aprendemos algumas técnicas que possam ajudá-los.*”

Fonte: Autor

A partir do fragmento acima, expressamos que, também contribuimos, com reflexões que dizem respeito ao contexto social e também ao meio ambiente dos alunos, sobre o gasto de recursos hídricos e de técnicas de agricultura para o contexto em que eles estavam inseridos.

Ao finalizarmos essa análise, podemos afirmar como foi demonstrado nesse capítulo, que em todas as etapas da nossa SEI, as estratégias metacognitivas se mostraram presentes, tanto por meio das reflexões dos alunos, em função de compreender: “o que estava acontecendo?” como seu experimento, ou buscando responder aos questionamentos do

professor e dos colegas.

Como não é o nosso objetivo fazermos um levantamento quantitativo das estratégias metacognitivas, apenas gostaríamos de ressaltar que, ao sistematizar as categorias e os objetivos de nossa sequência, conseguimos verificar o caminho percorrido pelos grupos de alunos durante nosso estudo e observamos que, em cada etapa, as estratégias que emergiram se mostraram associadas ao objetivo da etapa, mostrando que realmente os alunos estavam ‘conectados’ a sequência proposta, como vemos:

- **1ª. Etapa:** obteve por objetivo: “Estabelecer a organização dos grupos, em seguida, entregar os materiais (texto de resposta e o *smartphone*) e a proposição teórica do problema pelo docente”.

Analisamos nessa etapa, a presença da **estratégia metacognitiva da ordem do conhecimento** (com a identificação dos conhecimentos prévios que partiram dos alunos em relação ao problema proposto) e a **estratégia metacognitiva da ordem da compreensão de problema** (busca de compreensão dos alunos sobre a problemática).

- **2ª. Etapa:** aquisição por objetivo: “(Re)entrega de material de: leitura, *smartphone* e da experimentação, e em seguida proposição prática de resolução de problema, bem como o acompanhamento dos experimentos pelos alunos”.

Exprimimos nessa etapa, na qual ocorreu o levantamento e os testes das hipóteses no acompanhamento dos experimentos pelos alunos, principalmente as **estratégias metacognitivas de ordem pessoal** e as **estratégias metacognitivas da ordem do procedimento** (no processo de autoavaliação dos alunos, sobre as escolhas para o experimento, e sobre os procedimentos adotados). Durante essa etapa também surgiram algumas **estratégias metacognitivas de ordem do conhecimento** e **estratégias metacognitivas da ordem da compreensão de problema** (quando os alunos faziam a relação entre o que estava acontecendo e os seus conhecimentos prévios, inclusive quando buscaram resolver os problemas que surgiram durante o experimento).

- **3ª. Etapa:** vislumbrou por objetivo: “Apresentar a sistematização dos grupos de alunos sobre os experimentos de germinação realizados”.

Já na 3ª etapa de sistematização dos grupos sobre os experimentos, contemplamos com maior evidência as **estratégias metacognitivas da ordem do procedimento** (nos processos de explicações sobre a germinação); todavia, encontramos também as outras categorias, principalmente a **estratégia metacognitiva de ordem pessoal** (na qual os alunos fizeram uma

autoavaliação, refletindo sobre as escolhas realizadas para os experimentos), e também, a **estratégia metacognitiva da ordem da compreensão de problema** (quando os alunos demonstraram que compreenderam a SEI, e sua relevância de forma completa); e a **estratégia metacognitiva de ordem do conhecimento** (fazendo uma retrospectiva do caminho percorrido na SEI).

- **4ª Etapa:** deteve por objetivo: “Escrever e desenhar a sistematização individual dos alunos sobre a problemática do fenômeno de germinação”.

Na última parte da SEI, verificamos as **estratégias metacognitivas de ordem pessoal** (apontando as autoavaliações individuais dos alunos sobre os experimentos desenvolvidos na sequência, o que deu certo, o que não deu).

Logo, podemos evidenciar que o nosso trabalho cumpriu o seu objetivo, promovendo reflexões metacognitivas durante todas as etapas da SEI.

Com isso, consideramos que, apesar de todas as dificuldades que encontramos nesse percurso, é possível propor e aplicar uma Sequência Didática experimental investigativa com a utilização de dispositivos móveis no Ensino de Ciências em um contexto do interior do Brasil.

Além disso, antes de completar esse trabalho, gostaríamos de registrar de forma sintética, alguns benefícios que a utilização dos dispositivos móveis demonstrou proporcionar na execução da nossa SEI:

1. Ampliou a compreensão da problemática envolvida para os alunos;
2. Aumentou o tempo de acompanhamento e interação dos experimentos;
3. Amplificou o tempo da investigação do fenômeno da sequência;
4. Facilitou a comunicação entre alunos-alunos e alunos-docente;
5. Forneceu um meio de avaliação ou *feedback* fora da sala de aula no processo investigativo;
6. Viabilizou um momento de aprendizagem individual, de busca e de pesquisa dos alunos fora do ambiente escolar.

Por fim, observamos nessa pesquisa que a construção do conhecimento excedeu o conteúdo científico e suas implicações sociais para o meio ambiente; uma vez que conseguimos identificar, nos discursos desenvolvidos pelos alunos, aproximações das competências da BNCC e dos eixos estruturantes da alfabetização científica, levando a contribuir na formação de cidadãos conscientes sobre a necessidade e importância de aprender Ciências da Natureza, para que assim eles possam trabalhar em prol do seu povo, de sua

cidade e sua região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciarmos nossas considerações finais, é pertinente retornarmos ao objetivo da pesquisa, que foi averiguar se uma Sequência Didática com experimentação investigativa, utilizando dispositivos móveis (*smartphones*), promovia o desenvolvimento de estratégias metacognitivas na aprendizagem de alunos, no Ensino de Ciências.

Vale salientar que um dos principais motivos que norteou essa pesquisa foi a baixa utilização das tecnologias nas aulas de experimentação em Ciências/ Biologia, como visto em nosso referencial teórico.

Porém, não esperávamos que, antes da defesa do nosso trabalho de mestrado, ocorresse uma mudança tão drástica no cenário mundial, que nos remetesse aos usos das tecnologias de “todas as formas”, ocasionada pela pandemia do novo Coronavírus²⁴. Ao iniciarmos esse estudo, era inimaginável pensar que passaríamos por esta realidade, de uma população confinada para sua sobrevivência, em virtude de um vírus²⁵ e sendo “obrigados” a lançar mão da tecnologia para se comunicar, trabalhar, estudar, etc.

Desta forma, tivemos que rever vários hábitos sociais, dentre eles o modo de promover a Educação: Instituições de ensino passaram a utilizar ferramentas tecnológicas disponíveis para construção do conhecimento por meio de aulas em modo *online*, Ensino a Distância (EaD), ou atividades remotas para os alunos nos diversos níveis de ensino.

Todavia, ainda existem muitas lacunas de cunho social para o serviço de acesso à *internet*, além disso, uma grande parcela da população não tem acesso à tecnologia em suas casas, devido ao alto custo dos aparelhos eletrônicos e tecnológicos, o que aumenta ainda mais a desigualdade de oportunidades entre os estudantes em função da renda familiar, no novo cenário.

Por essas e outras questões, já apresentadas na nossa fundamentação teórica, direcionamo-nos para propor e aplicar uma prática de ensino de modo *online* e *offline*, a partir dos dispositivos móveis.

²⁴A pandemia do novo Coronavírus, denominado SARS-CoV-2, é responsável por causar a doença COVID-19, que iniciou na cidade de Wuhan na China, tendo seus primeiros registros no final de 2019.

²⁵No contexto atual, o Coronavírus é altamente contagioso, podendo ser transmitido por: (1) Transmissão pelo ar, (2) Transmissão por contato e (3) Por superfícies contaminadas não higienizadas. Ressaltamos que esta doença causa grave problemas vias respiratórias, assim gerando um colapso mundial nos sistemas de saúde, por falta de leitos e respiradores. E uma das medidas de prevenção é a higienização e o distanciamento social. Logo, o isolamento foi à política adotada para tentar frear a disseminação.

Ao final desse trabalho, concluímos que, apesar de todas as dificuldades, é possível e pertinente propor e aplicar uma Sequência Didática experimental investigativa com a utilização de dispositivos móveis no Ensino de Ciências/ Biologia.

Nossa pesquisa se direcionou em duas vertentes: a aplicação de uma Sequência Didática com experimentação investigativa, incorporando aprendizagem móvel; e o desenvolvimento das estratégias metacognitivas durante aplicação dessa Sequência Didática.

Na análise dos resultados, pudemos constatar a importância da escolha do docente colaborador, num trabalho como esse, uma vez que ele conseguiu articular a relação da problemática da sequência, com a atividade experimental e o uso das funções do dispositivo móvel.

Em relação aos alunos, observamos que os grupos de alunos conseguiram realizar uma investigação científica, a partir da utilização ativa dos dispositivos móveis, com ganhos importantes na compreensão do fenômeno biológico estudado, o que fala a favor da utilização dessas atividades no ensino de Ciências.

Verificamos também, que os dispositivos móveis em suas funções nos modos *online* e *offline* ofereceram aspectos positivos (eficazes) que favoreceram a aprendizagem dos alunos durante a sequência didática experimental, apesar de algumas dificuldades encontradas durante a sua aplicação.

Em relação à utilização dos dispositivos móveis, no modo *offline*, destacamos duas funções que foram bastante eficazes durante nossa sequência, o uso dos vídeos que viabilizaram aos alunos a compreensão da problemática investigada e a revisão do conteúdo de germinação. Já no modo *online*, houve buscas e pesquisas do conteúdo durante o uso do aplicativo *whatsapp*, o que contribuiu no processo de construção do conhecimento pelos alunos. Tais pontos referentes ao desenvolvimento de habilidades e às competências da aprendizagem dos alunos estão de acordo com a Base Nacional do Ensino Fundamental, e também com os eixos estruturantes da Alfabetização Científica do Ensino por Investigação.

Em contrapartida, registramos algumas dificuldades na utilização desses dispositivos, entre eles, tivemos um problema técnico com um dos dispositivos móveis no início da aplicação da sequência; o que terminou atrapalhando a divisão inicial dos grupos, precisando os alunos serem distribuídos nos outros grupos, esse tipo de dificuldade precisa ser levado em consideração, quando da utilização desses materiais.

Sinalizamos também, manipulações inadequadas dos dispositivos em virtude da curiosidade de *hardwares* e *softwares* durante o desenvolvimento da sequência experimental; desvinculando o uso do dispositivo, da finalidade da prática experimental. Bem como,

verificamos o não uso de determinadas funções oferecidas.

Em relação ao desenvolvimento de estratégias metacognitivas, destacamos mais uma vez, o papel ativo do professor, sempre levando os alunos a refletirem, tanto através das questões propostas, quanto na observação do experimento, buscando sempre a compreensão do fenômeno biológico da germinação.

Ao classificarmos as estratégias metacognitivas desenvolvidas nessa sequência didática, identificamos todas as categorias de estratégias metacognitivas propostas por Araújo (2009) e Lucena (2013), o que demonstrou a “riqueza” das reflexões, que não ficaram apenas a nível procedimental, extrapolando o experimento, e levando os alunos a refletirem e a sugerirem soluções pertinentes para os problemas apresentados, pelo o professor, relativos às questões climáticas da região na qual está inserida a escola, em relação ao conteúdo trabalhado.

Ressaltamos também, que os usos dos dispositivos móveis na função do aplicativo *whatsapp* tornaram mais dinâmicos e ampliaram as interações discursivas e os questionamentos dos alunos, visto que favoreceram a reflexão e pesquisa sobre a germinação, mesmo fora da sala de aula.

Desta maneira, podemos dizer que tal SEI possibilitou uma ampliação de momentos para emergir reflexões metacognitivas, já que o docente foi hábil em identificar as funcionalidades dos recursos e apresentou questionamentos pertinentes durante a prática.

Portanto, ao finalizar esse trabalho, queremos ressaltar a importância do trabalho desenvolvido pelo docente, sempre promovendo questionamento e reflexões pertinentes e que conduziram os alunos à construção do conhecimento e não simplesmente à memorização dos conteúdos desvinculados da sua realidade. Esse processo metacognitivo, uma vez desenvolvido na escola, contribui para formação de um aluno autônomo, protagonista da sua história, que reflete e procura buscar respostas para as questões que são postas dentro e fora da escola e, no futuro, possivelmente será um cidadão mais reflexivo, na busca das soluções, diante dos desafios sociais.

Finalmente, esperamos que esse trabalho possa contribuir ajudando a “quebrar as barreiras”, em função da utilização de dispositivos móveis em sala de aula, como instrumento auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos; e que, após a pandemia, esse avanço na utilização da tecnologia, não retroceda, mas, ao contrario, que a pandemia funcione como alavanca na utilização dessas ferramentas tecnológicas, ampliando o acesso dos estudantes, através da facilitação pelas escolas, aumentando a possibilidade de novas experiências de aprendizagem.

E também, além dessas contribuições, gostaríamos de que o nosso trabalho instigasse novos estudos na área de Aprendizagem x Tecnologia, entre eles sugerimos um estudo comparativo: comparando a aplicação de uma Sequência Didática com experimentação investigativa sem dispositivos móveis; e uma Sequência Didática com experimentação investigativa utilizando dispositivos móveis, na aprendizagem das Ciências, para melhor observarmos o real alcance da utilização de dispositivos móveis nessa aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. C. S.; AZEVEDO, N. O. Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946-1966. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 5, n. 2, p. 469-489, 2010.
- ALMEIDA, J. S. et al. Horta como ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem num contexto interdisciplinar. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Santa Catarina: ABRAPEC, n.1421-1, 2017.
- ARAÚJO, L. F. **Rompendo o Contrato Didático: A Utilização de Estratégias Metacognitivas na Resolução de Problemas Algébricos**. 2009. 301 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. p. 49, 52, 117.
- ARAÚJO, L. F.; ARAÚJO, A. J. Promovendo Estratégias Metacognitivas no Ensino de Equações?. In: BRITO LIMA, A. P. et al. (Orgs.). **Fenômenos didáticos em uma aula de introdução à Álgebra Múltiplos Olhares e Perspectivas Teóricas**. Recife: UFPE, p. 101-126, 2017.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176-193, 2003.
- BANCHI, H.; BELL, R. Inquiry comes in various forms. **Journal England: Science and Children Journal**, v. 27, p. 26-29, 2008. p. 27.
- BATISTA, S. C. F. **M-learnMat: Modelo Pedagógico para Atividades de M-learning em Matemática**. 2011. 225 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BATTRAM, A. **Navegando na complexidade**. Lisboa: Instituto Piaget, 2004. p. 36.
- BARROS, M. A. M. **Concepções, usos, modelos e estratégias da utilização de dispositivos móveis: uma análise da Aprendizagem Móvel entre professores de Ciências em formação**. 2014. 240 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. p. 20, 46.
- _____. Aprendizagem móvel no Ensino de Ciências e Biologia. In: GÜLLICH, R. I. C.; HERMEL, E. E. S. (Org). **Didática da Biologia**. Curitiba-PR: Appris, p. 287-301, 2017. p. 290.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.
- BEHRENS, M. A. A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 80, n. 196, p. 383-403, 1999. p. 384.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da Educação Básica**. Ministério da Educação, 2018. p. 9, p. 322. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

Acesso em: 11 ago. 2020.

_____. **LEI Nº 13.005/2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE.** Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 07 fev. 2019.

_____. **DECRETO Nº 9.204, DE 23 DE NOVEMBRO DE 2017.** Instituto o Programa de Inovação Educação Conectada, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9204.htm. Acesso em: 07 fev. 2019.

BRASIL, S. B.; SANTOS, B. P.; FERENHOF, H. A. APRENDIZAGEM COM MOBILIDADE: Um Estudo sobre Mobile Learning com Dispositivos Móveis no Brasil. **Anais do Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais**, Araranguá - SC: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 162-168, 2018.

BROWN, A. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In Weinert, F. E.; Kluwe, R. H. (Eds.). **Metacognition, motivation, and Understanding**. Hillsdale-NJ: Lawrence Erlbaum, p. 65-116, 1987.

CAMARANO, A.; KANSO, S.; MELLO, J. L. Quão além dos 60 poderão viver os idosos brasileiros? In: CAMARANO, Ana Amélia. (Orgs.). **Muito além dos 60: os novos idosos brasileiros**. Rio de Janeiro: IPEA, p. 77-105, 1999.

CAMPANARIO, J. M.; OTERO, J. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. **Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, v. 18, n. 2, p. 155-169, 2000.

CASTANHA, D.; CASTRO, M. B. A necessidade de refletir sobre as estratégias pedagógicas para atender à aprendizagem da Geração Y. **Revista de EDUCAÇÃO do Cogeime**, v. 19, n. 36, p. 27-38, 2010.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 17.

_____. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

_____. O ensino de Ciências e a proposição de sequência de ensino investigativo. In: CARVALHO, A. M. P. et al. (Org). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013. p. 9, 17.

CARVALHO, J. N.; GALVANIN, E. A. S.; SANTOS, W. S. Aprendizagem móvel no Brasil: um mapeamento de teses e dissertações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 2018. p. 65.

CGI.br. COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL (CGI.br). **Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras**, 2017. p. 126, 127, 423. Disponível em: https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/tic_edu_2017_livro_eletronico.pdf. Acesso em: 06 fev. 2019.

COSCARELLI, C. V. O uso da informática como instrumento de ensino-aprendizagem. **Presença Pedagógica**, v. 4, n. 20, p. 37-45, 1998.

_____. (Org.). **Tecnologias para Aprender**. São Paulo: Parábola Editorial, 2016.

CYSNEIROS, P. G. Resenha Crítica - The Connected Family: Bridging the Digital Generation Gap. **Brazilian Journal of Computers in Education**, v. 6, n. 1, p. 117-121, 2000.

CHAGAS, I. Utilização da *Internet* na aprendizagem da Ciência. Que caminhos seguir?. **INOVAÇÃO**. v. 14, n. 3, p. 14-26, 2001.

CROMPTON, H. A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education. In: BERGE, Z. L.; MUILENBURG, L. Y. (Eds.), **Handbook of mobile learning**. Florence: Routledge, p. 3-14, 2013.

DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. **Cadernos de Pesquisa**, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005. p. 212.

DOS SANTOS, C. F.; et al. O processo evolutivo entre as Gerações X, Y e Baby boomers. In: **Anais do XIV SEMEAD ...**, v. 13, 2011. Disponível em: <https://originaconteudo.com.br/arquivos/Artigo-geracoes-X-Y-e-Baby-boomers.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2019.

DOS SANTOS, D. F. O uso de aplicativos móveis em sequências didáticas no ensino fundamental: aprendizagem de inglês na escola pública. In: **Anais do Encontro Virtual...** Vol. 7, No. 1, 2018. p. 2. Disponível em: http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/15040/1125612200. Acesso em: 07 jan. 2020.

ESPÍNDOLA, C. S. O.; VELLOSO, A. O cientista vai à escola: o caso de uma escola pública do interior do estado do Rio de Janeiro. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Santa Catarina: ABRAPEC, n. 533-1, 2017.

FAVALLI, L. D.; SILVA, K. A. P.; ANGELO, E. A. **Projeto Radix Raiz do Conhecimento Ciências**. São Paulo: Scipione, 2015.

FERNANDES, S. A. et al. Atividades experimentais de ciências com alunos do Atendimento Educacional Especializado (AEE) de uma Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE). In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Santa Catarina: ABRAPEC, n. 1588-1, 2017.

FERREIRA, P. H. S.; ZORZAL, E. R. PlanetARio – Uso da Realidade Aumentada para Apoiar o Ensino do Sistema Solar. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 16, n. 2, p. 281-290, 2018.

FIGUEIREDO, J. E. M.; COSTA, R. M. E. M.; WERNECK, V. M. B. Simulando a dinâmica populacional de uma colmeia para o ensino de Biologia. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 1, p. 106-120, 2013. p. 109.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta

no ensino e na aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L. B. (Orgs). **The Nature of Intelligence**. Hillsdale, N. Y.: Erlbaum, p. 231-235, 1976. p. 232.

_____. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. **American Psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

_____. Development of children's knowledge about the mental world. **International Journal of Behavioral Development**, v. 24, n. 1, p. 15-23, 2000.

FLAVELL, J. H.; MILLER, H. P.; MILLER, S. A. **Desenvolvimento cognitivo** (Trad. Claudia Dornelles). Porto Alegre: Artmed, 1999.

FLAVELL, J. H.; WELLMAN, H. M. Metamemory. In: Kail, V. R; Hagen, W. J (Orgs.). **Perspectives on the Development of Memory and Cognition**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, p. 3-34, 1977.

FRANÇA, J. L. S.; MALHEIRO, J. M. S. Ensinando densidade por problemas e experimentos: será que afunda ou não afunda?. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Santa Catarina: ABRAPEC, n. 1993-1, 2017.

FROHBERG, D.; GÖTH, C.; SCHWABE, G. Mobile Learning projects - a critical analysis of the state-of-the-art: **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 25, n. 4, p. 307-331, 2009.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências, **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 249- 264, 2001.

GALVÃO, M. A.; ZORZAL, E. R. Aplicações Móveis com Realidade Aumentada para Potencializar Livros, **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2012.

GILBERT, J. K. Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In: GILBERT, J. K. (Ed.), **Visualization in Science Education**. The Netherlands: Springer, p. 9-27, 2005.

GONZÁLEZ, F. E. Acerca de la metacognición. **Revista Paradigma**, v. 14, n. 17, p. 109-135, 1996.

GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez, 2008. p. 103.

HACKER, D. J.; DUNLOSKY, J.; GRAESSER, A. C. (Ed.). **Handbook of Metacognition in Education**. Routledge, 2009.

HASHEMI, M; et al. What is mobile learning? challenges and capabilities. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 30, p. 2477-2481, 2011.

HECKLER, V.; GALIAZZI, M. C. Indagação Online na Experimentação em Ciências. In:

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Santa Catarina: ABRAPEC, n. 1622-1, 2017.

HODSON, D. Experiments in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n.15, p. 2534–2553, 2014.

JACQUES, B. P. et al. Atividade experimental “o circuito dos sentidos”: em busca da integração no ensino do corpo humano na disciplina escolar ciências. In: Encontro Nacional de Ensino de Biologia, 6, 2016, Paraná. **Revista da SBEnBio**. Paraná: UEM, p. 1730-1741, 2016.

JONES, C. et al. Net generation or Digital Natives: Is there a distinct new generation entering university?. **Computers & Education**, v. 54, n. 3, p. 722-732, 2010.

KAUTZMANN, T. R.; JAQUES, P. A. Treinamento da Habilidade Metacognitiva de Monitoramento do Conhecimento em Sistemas Tutores. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 24, n. 2, p. 22-43, 2016.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, v. 4, n. 10, p. 47-56, 2003.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de Realidade Aumentada. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: VIII Symposium On Virtual Reality, 2006.

KOHN, K.; MORAES, C. H. O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 30, 2007, Santos, **Anais...**, Santos: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, p. 1-13, 2007.

KORUCU, A. T.; ALKAN, A. Differences between m-learning (mobile learning) and e-learning, basic terminology and usage of m-learning in education. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 15, p. 1925-1930, 2011.

KUHN, D. Theory of Mind, Metacognition, and Reasoning: A Life-Span Perspective. In: MITCHELL, P; RIGGS, K. J. (Orgs). **Children’s reasoning and the mind**, Hove: Psychology Press, p. 301-326, 2000.

LEITE, L. Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In: CAETANO, H. V.; SANTOS, M. G. (Orgs). **Cadernos Didáticos de Ciências**, Lisboa: Departamento do Ensino Secundário do Ministério de Educação, v. 1, p. 77-96, 2001. p. 78.

LEOPOLDO, L.; BASTOS, F. A pesquisa em Ensino de Botânica: contribuições e características da produção científica em periódicos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 3, p. 1-21, 2018.

LEMOS, M. K. et al. Fio Condutor Microgenético: uma metodologia para a mediação metacognitiva em jogos computacionais. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 01, p. 1-17, 2014.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das Ciências, 8, 2011, São Paulo, In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, 2011, São Paulo, **Atas do VIII ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências- VIII ENPEC / I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias – CIEC**, São Paulo: Unicamp, p. 355-1, 2011.

LIMA, K. E. C. **Discurso de professores e documentos sobre o experimento no CECINE (Centro de Ensino de Ciências do Nordeste) nas décadas de 1960 e 1970**. 2015. 230 f. Tese (Doutorado em Educação) – CENTRO DE EDUCAÇÃO – UFPE, Recife.

LOCATELLI, S. W.; ARROIO, A. Metavizual strategy assisting the learning of initial concepts of electrochemistry. **Natural Science Education**, v. 1, n. 39, p. 14-24, 2014.

LOCATELLI, S. W. **Relação existente entre metavizualização e as representações simbólica a simbólica e submicro na elaboração de atividade em Química**. 2016. 311 f. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

LORENZ, K. M.; BARRA, V. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986. p. 1970, 1971, 1972.

LUCENA, A. M. **A Metacognição no Livro Didático de Matemática: Um Olhar sobre os Números Racionais**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINHO, T.; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais—um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 527-538, 2009. p. 528.

MEIRA MARTINS, L. A. et al. Efeito de uma atividade experimental sobre conceitos espontâneos que alunos de uma turma do ensino fundamental têm sobre cérebro. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Santa Catarina: ABRAPEC, n. 1151-1, 2017.

MENETTI, S. A. P. P. **O comprometimento organizacional da Geração Y no Setor de Conhecimento Intensivo**. 2013. 122 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, São Paulo.

MERCADO, L. P. L. (Org.). **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. Maceió: Edufal, 2002.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. São Paulo: Editora Vozes Limitada, 2011.

MONTANARI, T. Dispositivos móveis e modelagem no ensino de Embriologia. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 15, n. 2, p. 1-12, 2017.

MÜLBERT, A. L.; PEREIRA, A. T. C. Um panorama da pesquisa sobre aprendizagem móvel (m-learning). In: Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura, 2011, Florianópolis. **Anais do V Simpósio Nacional da ABCiber**. Disponível em: <http://simposio2011.abciber.org/anais/Trabalhos/artigos/Eixo%201/7.E1/80.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MÜLBERT, A. L. **A implementação de mídias em dispositivos móveis: um framework para a aplicação em larga escala e com sustentabilidade em educação a distância**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.

NARDI, R. Memórias da educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.1, p. 63-101, 2005.

NOËL, B. La Metacognition. Collection: Pedagogies développement – **Problématiques et recherches**. Bruxelles, Belgique: De Boeck Université, 1994.

OBLINGER, D.; OBLINGER, J. L. **Educating the Net Generation**, In: EDUCAUSE e-Book, 2005. Disponível em: <http://www.educause.edu/educatingthenetgen>. Acesso em: 08 fev. 2019.

OLIVEIRA, R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010. p. 151.

ORR, G. A review of literature in mobile learning: Affordances and constraints, In: **2010 6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education**, IEEE, p. 107-111, 2010.

PAPERT, S. M. A. **Família em Rede**. Lisboa: Relógio D'água, 1997.

PERNAMBUCO. **POLÍTICA DE DISPOSITIVOS MÓVEIS**. Disponível em: <http://www.educacao.pe.gov.br/portal/upload/galeria/12289/PSI%20-%20POL%C3%8DTICA%20DE%20SEGURAN%C3%87A%20DA%20INFORMA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 05 out. 2018.

PERNAMBUCO. **LEI Nº 15.507, DE 21 DE MAIO DE 2015**. Disponível em: <http://legis.alepe.pe.gov.br/arquivoTexto.aspx?tiponorma=1&numero=15507&complemento=0&ano=2015&tipo=>. Acesso em: 05 out. 2018.

PRENSKY, M. H. Sapiens digital: From digital immigrants and digital natives to digital wisdom. **Innovate: Journal of Online Education**, v. 5, n. 3, p. 1, 2009.

RAFALSKI, J. P.; SILVA, M. A. F.; VIEIRA JÚNIOR, R. R. M. Relato de experiências em espaços makers nas escolas do ensino fundamental. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 17, n. 1, p. 276-285, 2019. p. 277.

REDEGLOBO. **Sementes de feijão precisam ser armazenadas corretamente para germinar**. 22 out. 2017. vídeo (01min 59s). Disponível em: https://globoplay.globo.com/v/6233604/?fbclid=IwAR2F0dvPC8FSLH_d7Aga6q5TmhI8cCw

eNg9A6M8wuzSbGc0wQYZJW4vEYio. Acesso em 03 fev. 2019.

RIBEIRO, C. Metacognição: Um Apoio ao Processo de Aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003.

RIO GRANDE DO SUL. Assembleia Legislativa. **LEI Nº 12.884, DE 03 DE JANEIRO DE 2008**. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/12.884.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

ROSA, P. R. S. O uso de Computadores no Ensino de Física. Parte I: Potencialidades e Uso Real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 182-195, 1995.

ROSA, C. T. W. **A metacognição e as atividades experimentais no Ensino de Física**. 2011. 344 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO – UFSC, Florianópolis. p. 39, 40, 47, 54, 55, 56, 58.

ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. Metacognição e as Atividades Experimentais em Física: Aproximações Teóricas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 15, n. 1, p. 95-111, 2013.

SANTA CATARINA. Assembleia Legislativa. **LEI Nº 14.363, DE 25 DE JANEIRO DE 2008**. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/12.884.pdf> http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2008/14363_2008_lei.html. Acesso em: 10 jan. 2019.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. et al. (Org). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 77-92, 2013.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2016. p. 335.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. **LEI Nº 12.730, DE 11 DE OUTUBRO DE 2007**. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/alteracao-lei-12730-11.10.2007.html>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa. **LEI Nº 16.567, DE 06 DE NOVEMBRO DE 2017**. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2017/lei-16567-06.11.2017.html>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e u-learning: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua**. São Paulo: Perarson, 2011. p. 65.

SILVA, L. M. **A Metacognição no Livro Didático de Ciências: Um Olhar sobre a Abordagem Ambiental do Conteúdo Água**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. p. 36, 37.

SILVA, D. G. et al. O Uso das Tecnologias na Formação Inicial de Licenciandos em Ciências Biológicas: Abordagens presentes em Periódicos e Eventos em Ensino das Ciências, **Revista Tecnologias na Educação**, p. 406-414, 2019.

SOUZA NETO, L. G.; LIMA, K. E. C.; ARAÚJO, L. F. Mapeamento dos usos das tecnologias

aplicadas em Atividades Experimentais no Ensino de Biologia no Brasil. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12, 2019, Natal, **Atas do XI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio Grande do Norte: ABRAPEC, 2019.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. et al. (Org). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152, 2013.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. p. 15, 25.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a argumentação em aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017. p. 12.

SCHMIDT, A. et al. There is more to context than location. **Computers & Graphics**, v. 23, n. 6, p. 893-901, 1998.

TAJRA, S. F. A. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade** - 9ª edição. São Paulo: Érica, 2012. p. 37, 47, 65.

TAPSCOTT, D.; BARRY, B. **Grown up digital: How the net generation is changing your world**. New York: McGraw-Hill, 2009.

TEIXEIRA, F. M. Uma análise das implicações sociais do ensino de Ciências no Brasil dos anos 1950-1960. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 269-286, 2013. p. 273.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção de licenciandos sobre o “ensino de botânica na educação básica”. **Revista da SBEnBio**, v. 3, n. 1, p. 1603-1612, 2010.

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos de Realidade Virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém: VIII Symposium On Virtual Reality, 2006. p. 20.

TULVING, E.; MADIGAN, S. A. Memory and verbal learning, **Annual Review of Psychology**, v. 21, n. 1, p. 437-484, 1970. p. 438.

TRAXLER, J. Introduction. In J. Traxler.; J. Wishat (Eds.), **Making Mobile Learning Work: Case Studies of Practice** (p. 4-12). Bristol, UK: Escalate Education Subject Centre: advanced learning and teaching in education, 2013. p. 6, 7, 8.

TRIGUEIRO, M. G. S. **O Conteúdo Social da Tecnologia**. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por Investigação: Eixos Organizadores para Sequências de Ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. Especial, p. 97-114, 2015. p. 104.

THOMAS, G.; ANDERSON, D.; NASHON, S. Development of an instrument designed to investigate elements of science students metacognition, self-efficacy and learning processes: the SEMLI-S. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 13, p. 1701-1724, 2008. p. 1701.

TVRIT. Matéria Plantio Milho e Feijão Bezerros - **PE Rit TV** "Programa Revista do Campo". YouTube. 04 jun. 2014. vídeo (02min39s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Q4h_2m3vJrE. Acesso em 03 fev. 2019.

UNESCO. **Policy guidelines for mobile learning**. França: Unesco, 2013. p. 6, 8, 9, 12-28.

UNIVESP. Fisiologia Vegetal - Aula 09 - Reprodução - Germinação. **YouTubeBr**. 26 abr. 2018. vídeo (19mi05s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IXBeOxtNy00>. Acesso em 06 fev. 2019.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp/Nied, p. 24-44, 1993.

_____. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.

_____. Aprendizagem continuada ao longo da vida: o exemplo da terceira idade. **Longevidade: um novo desafio para a educação**. São Paulo: Cortez, p. 27-44, 2001.

VALENTE, J. A.; MARTINS, M. C. O programa um computador por aluno e a formação de professores das escolas vinculadas à Unicamp. **Revista GEMInIS**, v. 2, n. 1, p. 116-136, 2011.

VEIGA, Ilma P. Alencastro (Org.). **Técnicas de Ensino: por que não?** Campinas: Papirus, 1991.

WADSWORTH, B. J. **Inteligência e Afetividade da Criança na Teoria de Piaget**. São Paulo: Pioneira Educação, 1993.

WEINERT, F. E. Metacognition And Motivation as determinants of effective learning and understanding. In: WEINERT, E. F; KLUWE, R. (Org). **Metacognition, motivation, and understanding**. Hillsdale, N. J.: Erlbaum, p. 1-16, 1987.

ZAVALA, A.; AXT, M.; REATEGUI, E. Jogos educativos: Experiência do Città nas escolas secundárias moçambicanas. **Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2015. p. 5.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE A – Documentação da pesquisa

1. Se estiver, de acordo preencha: Cidade, Data, Nome completo do Participante, Telefone e E-mail

Perfil pessoal

google.com/forms/d/1Q8945z5-Ga10x1z3Dnarp8Ws7N-5g8h7E3yFj2nqie8I

Perfil do docente colaborador

2. Sexo?

Marcar apenas uma oval

- Masculino
 Feminino

3. Idade?

4. Nacionalidade?

5. Natural de qual estado e município?

Formação

6. Qual o seu curso de (graduação) superior?

7. Sua formação atual?

Marcar apenas uma oval.

- Graduando
- Graduação
- Especialização (Em andamento)
- Especialização (concluída)
- Mestrado (Em andamento)
- Mestrado (concluído)

8. Instituição de ensino da última formação?

9. Ano da última formação?

Profissional

10. Há quanto tempo você é docente da Educação Básica?

11. Atualmente você é docente de quantas instituições de ensino?

Marcar apenas uma oval.

- 1
- 2
- 3

12. Pontue a(s) instituição(ões) que você é docente, em: municípios, níveis que leciona e se é: federal, estadual ou municipal? (Ex: 1, Recife - Ensino Fundamental - Rede particular; 2, Jaboatão - Ensino Médio - Rede estadual)

Posição sobre o projeto

13. Você utiliza alguma estratégia didática com tecnologia em suas aulas, se sim qual(is)?

14. No seu ponto de vista, qual importância da atividade experimental no ensino de ciências?

15. Você já realizou ensino por investigação e/ou atividade experimental investigativa em sala?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não

16. Você já desenvolveu algum estado teórico e/ou prático sobre tecnologia no ensino ?

17. A instituição que será desenvolvido o estudo oferece autonomia docente e infraestrutura para realização de atividades com recursos tecnológicos ?

18. Qual sua posição (positiva ou negativa) sobre o uso de dispositivo móvel no ensino de ciências na educação básica?

19. Durante alguma de suas aulas, já utilizou ou solicitou que os educandos utilizassem dispositivos móveis durante o momento pedagógico?

20. Qual foi sua motivação/interesse em aceitar participar do estudo ?

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS MESTRADO/DOUTORADO

Ofício nº05/2019 – PPGE/UFRPE

Recife, 25 de abril de 2019.

Para: [REDACTED]

De: Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências
Profa. Dra. Caemen Roselaine de Oliveira Farias
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos – 52.171-900, Recife (PE) – Brasil
Tel. 81-3320-5438, e-mail: coordenação.pge@ufrpe.br

Assunto: Permissão de Pesquisa

Prezado Coordenador,

Venho por meio deste, apresentar a Vossa Senhoria o mestrando Luiz Gonzaga de Souza Neto, bem como solicitar a permissão para que desenvolva parte do seu trabalho de pesquisa junto a alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental, em anos final, sob a colaboração do professor [REDACTED].

A presente pesquisa não trará nenhum ônus para o estudante participante, e tem como objetivo principal realizar uma sequência de ensino por investigação com utilização de dispositivos móveis.

A coleta de dados será adquirida em quatro encontros presenciais, com todos os 20 estudantes e por meios de Aplicativos Móveis.

Esta Pesquisa é de responsabilidade do mestrando LUIZ GONZAGA DE SOUZA NETO, e a sua orientadora, a Profa. Dra. LÚCIA DE FÁTIMA ARAÚJO e coorientador, o Prof. Dr. KÊNIO ERITHÓN CAVALCANTI LIMA.

Contatos: Luiz Gonzaga de Souza Neto (81) [REDACTED]
Profa. Dra. Lúcia de Fátima Araújo (81) [REDACTED]
Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcanti Lima (81) [REDACTED]

Atenciosamente,

Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos - 52.171-900 Recife (PE) – Brasil
Tel. 81-3320-5438 e-mail: coordenação.pge@ufrpe.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Prezado Coordenador [REDACTED]

Esta pesquisa é de responsabilidade do pesquisador Luiz Gonzaga de Souza Neto, telefone para contato: (81) [REDACTED] e-mail: [REDACTED] mestrando em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, desde 2018.1, que no momento desenvolve a pesquisa intitulada "A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO MÓVEL EM ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA FAVORECE REFLEXÕES METACOGNITIVAS NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIA?", sob a orientação da Prof.^a Dra. Lúcia de Fátima Araújo, e-mail: [REDACTED] e coorientação do Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima, e-mail: [REDACTED].

O objetivo da pesquisa é compreender a realização de uma Sequência de Ensino por Investigação, com utilização de dispositivos móveis em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental.

Assim, o termo solicita a colaboração da instituição de ensino para realizar a pesquisa, ressaltando os seguintes pontos: (1) a participação é consentida pelo responsável legal e voluntária pelo aluno, (2) as atividades de pesquisa constarão da permissão para observação sistemática das atividades em sala e no ambiente externo "pátio", grupos de whatsapp e participação de entrevista coletiva; (3) as interações discursivas realizadas na pesquisa serão registradas por áudio, foto e/ou vídeo, preservando-se a identidade dos participantes.

Solicitamos que todo o material utilizado será recolhido para posterior análise e em nenhum momento haverá a divulgação do nome da escola, alvo do estudo ou nomes alunos envolvidos. Dessa maneira, solicitamos a sua colaboração através da autorização para a realização da pesquisa, bem como para a apresentação dos resultados em eventos da área de Educação/Ensino e publicação em revistas nacionais e internacionais. Por ocasião da publicação dos resultados, o nome dos integrantes da escola será mantido em sigilo absoluto.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

[REDACTED]
 (Assinatura do pesquisador responsável)

Considerando, que fui informado dos objetivos e da relevância do estudo proposto, de como será minha participação, dos procedimentos deste estudo, declaro o consentimento da instituição de ensino para participar da pesquisa, como também concordo que os dados obtidos na investigação sejam utilizados para fins científicos (divulgação em eventos e publicações). Estou ciente que receberei uma via desse documento.

[REDACTED] 24 de Abril de 2019

[REDACTED]
 (Assinatura do responsável legal da instituição)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Eu, LUIZ GONZAGA DE SOUZA NETO, mestrando em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, desde 2018.1, no momento estou desenvolvendo a pesquisa intitulada “A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO MÓVEL EM ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA FAVORECE REFLEXÕES METACOGNITIVAS NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIA?”, sob a orientação da Professora Dra. Lúcia de Fátima Araújo, e coorientação Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima. O objetivo deste estudo é o de compreender a realização de uma Sequência de Ensino por investigação, com utilização de dispositivos móveis em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental.

Assim, solicito a sua colaboração ativa nesta pesquisa, ressaltando que: (1) a participação é consentida pelo responsável legal e voluntária pelo aluno; (2) as atividades de pesquisa constarão da permissão para observação sistemática das atividades em sala e no ambiente externo “pátio”, grupos de *whatsapp* e participação de entrevista coletiva; (3) as interações discursivas realizadas na pesquisa serão registradas por áudio, foto e/ou vídeo, **preservando-se a identidade dos participantes.**

Salientamos que todo o material utilizado será recolhido para posterior análise e **em nenhum momento haverá a divulgação do nome da escola, alvo do estudo ou nomes alunos envolvidos.** Dessa maneira, solicitamos a sua colaboração através da autorização para a realização da pesquisa, bem como para a apresentação dos resultados em eventos da área de Educação/Ensino e publicação em revistas nacionais e internacionais. Por ocasião da publicação dos resultados, o nome dos integrantes da escola será mantido em sigilo absoluto.

Informo que as gravações ficarão a disposição dos participantes e/ou responsáveis. A qualquer momento poderá haver a desistência da participação ou da retirada do consentimento. A recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a Universidade. O responsável ficará com uma cópia deste termo, no qual consta o telefone e o correio eletrônico do pesquisador, podendo esclarecer suas dúvidas sobre o projeto e a sua participação.

Solicito a devolução do Termo de Livre Consentimento, devidamente assinado.

Dados do Pesquisador:

Luiz Gonzaga de Souza Neto

Fone: (81) [REDACTED]

Email: [REDACTED]

Assinatura do pesquisador (a)

TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO DO(A) RESPONSÁVEL PARA A
PARTICIPAÇÃO DO(A) VOLUNTÁRIO(A)

Foi, _____, CPF _____
_____ abaixo assinado, responsável por

_____ autorizo a sua participação no estudo,
intitulado: "A UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO MÓVEL EM ATIVIDADE
EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA FAVORECE REFLEXÕES METACOGNITIVAS
NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIA?", na qualidade de voluntário(a). Afirmo que fui
devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, o seu teor e
os procedimentos nela envolvidos. Afirmo ciência da garantia da anulação deste termo a qualquer
momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

_____, data: _____

Contato (tel): _____

Assinatura do(da) responsável: _____

APÊNDICE C – Ficha técnica da associação de agricultores

Alunos: _____

Segundo momento prática (Experimentação sobre Germinação)

Ficha técnica da associação de agricultores

A partir do vídeo e do texto da aula anterior, cada grupo ficará responsável por três hectares, nos quais cada grupo poderá: simular um fato climático de um dos três anos anteriores da região, escolher os tipos de sementes (milho e/ou feijão), poder ou não dividir as sementes, distribuir as sementes, escolher quantidade de sementes e distância entre as sementes de plantio e o porquê?

No final da simulação, daqui há uma semana, todos os grupos irão decidir a melhor forma de plantio para seguir este ano.

Para isto, cada grupo ficou responsável por levar uma ficha de preenchimento que conta com: Dados que devem ser preenchidos da simulação, perguntas para responder e como recurso da simulação cada grupo poderá utilizar o *smartphone* como ajuda (usar nos *QR codes*, vídeo e aplicativo) e no final da montagem da simulação, fazer os registros fotográficos.

Dados da associação de agricultores dos últimos três anos:

Nos últimos três anos ocorreram três períodos climáticos distintos de plantio:

Códigos	Períodos	Quantidade de água por simulação
3	Há três anos - chuvas torrenciais todo período de plantio	Seis seringas de água, todos os dias da semana (Cada garrafa pet representa um hectare).
2	Há dois anos - seca no começo do plantio, já durante o crescimento ocorreu chuvas	Sem água nos primeiros três dias, e depois três seringas de água por dia, por hectare.
1	Há um ano - chuvas no começo do plantio, já durante o crescimento ocorreu seca	Nos primeiros três dias com três seringas de água e depois sem água, por hectare.

Preço de compra de sementes no corrente mês

Um saquinho com 4 unidades de milhos	Um saquinho com 4 unidades de feijão
2,80	2,20

Preço de venda da saca de milho e feijão no corrente mês

Um saquinho com 4 unidades de milhos	Um saquinho com 4 unidades de feijão
4,40	3,80

Valor de venda da produção por saca de milho/ feijão:

Uma saca de milho = 4 unidades de milho
Uma saca de feijão = 4 unidades de feijão

Observação: A venda será feita por saca, ou seja, a quantidade de sementes para plantio deverá ser um múltiplo de quadro.

APÊNDICE D – Ficha de preenchimento do grupo

Alunos: _____

Ficha de preenchimento do grupo – (Experimentação sobre Germinação)

Escolhas do grupo:

hectare	Código da simulação	Sementes	Distribuições	Quantidades de sementes	Centímetros de distância entre sementes
1		Milho () Feijão ()	<input type="text"/>		
2		Milho () Feijão ()	<input type="text"/>		
3		Milho () Feijão ()	<input type="text"/>		

Atividade para responder

Hipótese Inicial (O que vocês acham que vai acontecer com o experimento?)
Constatação (O que aconteceu daqui há uma semana) – 20/Maio/2019
<p>a) A partir das escolhas feitas por vocês, qual é o resultado esperado?</p> <p>Daqui há uma semana –</p> <p>b) Sugiram pelo menos outros dois fatores que os agricultores poderiam tentar controlar durante o crescimento e desenvolvimento das sementes. Como seria este controle?</p> <p>c) Vocês acham que este mecanismo de simulação, pode ou não ajudar à associação de agricultores? Justifiquem/ argumentem sua resposta.</p> <p>d) Proponham outra construção que simule a suspensão das chuvas no meio do processo de germinação e crescimento das referidas culturas.</p>

APÊNDICE E – Materiais que foram necessários para a parte experimental da Sequência

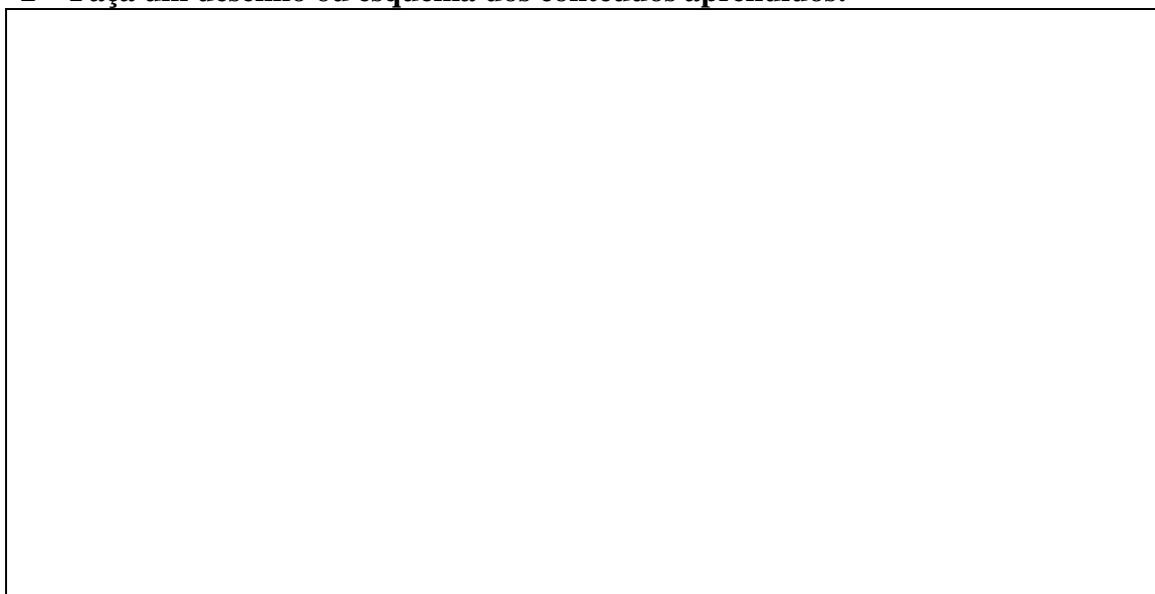
6 (seis) Garrafas de refrigerante de 2 (dois) litros cortadas ao meio
4 (quatro) Réguas
Sementes de milho e feijão
4 (quatro) <i>smartphones</i>
Terra preta
4 (quatro) Seringas descartáveis de 20mL

APÊNDICE F – Ficha de sistematização individual dos alunos

Aluno (a): _____

1 – Faça um resumo dos aspectos aprendidos na experimentação de germinação:

2 – Faça um desenho ou esquema dos conteúdos aprendidos:



APÊNDICE G – Ficha de acompanhamento dos hectares

Base de informações do acompanhamento diário: Data do plantio: _____; Código de escolha: () 3 () 2 () 1; Tipo de terra: Preta; Quantidade de sementes utilizadas: Milho () e Feijão(); Custo das sementes: Milho R\$ _____ e Feijão R\$ _____; Distância entre as sementes: _____; Local de armazenagem do experimento: _____; Característica externa das sementes antes do plantio: _____.

1º Dia – Após o plantio e antes de ter a primeira irrigação Aluno(s) responsável(is): _____

Característica do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram		
		0 milho e 0 feijão		

Obs. do dia: _____

2º Dia – Antes da segunda irrigação Aluno(s) responsável(is): _____

Característica do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram		

Obs. do dia:

3º Dia – Antes da terceira irrigação Aluno(s) responsável(is): _____

Característica do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram		

--	--	--	--	--

Obs do dia: _____

4º Dia – Antes da quarta irrigação Aluno(s) responsável(is): _____

Característica do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram		

Obs do dia: _____

5º Dia – Antes da quinta irrigação Aluno(s) responsável(is): _____

Característica do solo	Incidência de luz nos hectares	Quantas e quais sementes germinaram		

Obs do dia: _____