**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PROGRAMA
INTERUNIDADES EM ENSINO DE CIÊNCIAS
(IFUSP/IQUSP/IBUSP/FEUSP)**

Raíssa dos Santos Ballego

Desenvolvimento de uma atividade com mapas
conceituais com erros para promover a aprendizagem
colaborativa

São Paulo

2020

Raíssa dos Santos Ballego

Desenvolvimento de uma atividade com mapas conceituais com erros para promover a aprendizagem colaborativa

Versão Corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós Interunidades em Ensino de Ciências da
Universidade de São Paulo para a obtenção
do título de Mestre em Ensino de Ciências.
Área de concentração: Ensino de Biologia.
Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Miranda
Correia

São Paulo

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Ballego, Raíssa dos Santos

Desenvolvimento de uma atividade com mapas conceituais com erros para promover a aprendizagem colaborativa. São Paulo, 2020.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade e Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Miranda Correia

Área de Concentração: Ensino de Biologia.

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e ensino; 2. Aprendizagem colaborativa; 3. Mapas conceituais; 4. Construção colaborativa do conhecimento; 5. Ensino de ciências.

USP/IF/SBI-043/2020

Za jednu posebnu zenu koja je sada na nebu, koju zagrliti ne mogu, ali sam u mislima sa njom. Volim te, baba, Francisa Bosnic Ballego!

[Para uma mulher especial que está agora no céu, a quem não posso abraçar, mas estou com ela em mente. Te amo, vó!]

Agradecimentos

Dois anos para muitos seres vivos corresponde a todo seu tempo de vida. Na pós-graduação corresponde a um período de grande amadurecimento acadêmico. Na vida pessoal é um período gigante o suficiente para passar por diversas mudanças. Esse tempo é grande o suficiente para ganhar e para perder. Agradeço tudo que eu ganhei e perdi nesse tempo, porque isso tudo fez parte de um aprendizado muito maior. Pessoas entraram, saíram ou permaneceram comigo nessa caminhada. Para cada uma dessas pessoas, saibam que vocês me marcaram de alguma forma. Obrigada por fazerem parte disso.

De todas essas pessoas, quem percorreu o caminho mais longo comigo foi Jaime Ballego, meu tão amado pai. Você me carregou no colo para ir para a creche, depois segurou minha mão para ir para a escola, ouviu às minhas reclamações na faculdade, nunca se incomodou com o horário que eu ligava quando estava estudando na Austrália, e na pós-graduação, sempre esteve ali para ouvir o que eu estava fazendo, mesmo muitas vezes sem entender nada.. Mas, nada disso teria acontecido, se a sua mãe Francisca Bosnic Ballego e seu pai Dorival Ballego não tivessem te ensinado a amar um filho mais que a você mesmo.

Rodrigo Ballego e Tina Turner, vocês estavam ali para me arrancar alguma risada quando o desespero da dissertação batia. Às vezes, vocês me davam nos nervos, mas isso faz parte, o mais importante foi vocês nunca terem saído do meu lado. O amor incondicional de vocês foi de extrema importância para mim.

Meu orientador, Paulo Rogério Miranda Correia, que viu em mim um potencial quando eu era uma aluna perdida na graduação sem saber para onde ia, não só me mostrou os caminhos, como abriu também. Claro, que sem você nada disso seria possível. Obrigada por além de tudo isso aguentar todos os meus dramas.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Mapas Conceituais, meus sinceros agradecimentos, eu aprendi e me desenvolvi muito com vocês. De todos vocês, não poderia deixar de destacar a Marília Soares e a Thalita Nascimento, vocês aguentaram meu drama e como aguentaram, mas estavam sempre ali para que eu não deixasse a peteca cair. Vocês não foram só colegas de grupo, vocês foram verdadeiras amigas tanto para as questões profissionais, quanto nas questões pessoais.

Por fim, a cada um dos professores que passaram na minha vida, desde a tia da creche, até os professores doutores da pós-graduação, existe uma parte de cada um de vocês nesse texto, porque todos me ajudaram na construção do meu conhecimento. Agradeço especialmente dois professores, Flávio Maximiliano e Maria Elena Infante-Malachias por todos os apontamentos enriquecedores durante o exame de qualificação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Resumo

Ballego, R. S. (2020). Desenvolvimento de uma atividade com mapas conceituais com erro para promover a aprendizagem colaborativa (Dissertação de Mestrado). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo

Pedir para que os alunos façam atividades em grupo, dentro ou fora da sala de aula, sempre foi uma prática recorrente de vários professores. Colaborar para aprender não é um processo intuitivo e falta um direcionamento para que os alunos tirem o melhor proveito da construção colaborativa do conhecimento. Uma questão levantada é como fazer com que os alunos discutam e não simplesmente segmentem o trabalho, posteriormente juntando as partes de uma forma fragmentada. Pensando nisso, essa dissertação utilizou Mapas Conceituais com erro como recurso instrucional para sustentar as discussões entre os alunos. A literatura aponta como um dos principais problemas a administração da aprendizagem colaborativa, isto é, o fato do professor não saber qual o melhor momento para pedir que os alunos trabalhem em grupos. Esse trabalho tenta estabelecer o melhor momento para inserir uma atividade colaborativa, para que dessa forma os alunos apresentem os melhores resultados de ganho de conhecimento declarativo. Para isso, foram feitos dois estudos. No estudo 1, os alunos foram separados em duas condições experimentais que foram comparadas. No estudo 2, foi verificado se há um agrupamento natural dos alunos sem considerar a condição experimental. Essa pesquisa foi realizada na disciplina de Ciências da Natureza da EACH-USP, com 87 alunos. Para o desenvolvimento da atividade, foram criadas quatro tarefas: pré-teste, mapa conceitual com erro, folhas de avaliação do desempenho e pós teste. O conteúdo abordado das tarefas pré-teste, mapa conceitual com erro e pós-teste foi genética. Com base nessas tarefas, foram criadas duas condições experimentais para o estudo 1: na condição I (n=31) os alunos colaboraram para responder ao mapa conceitual com erro, e na condição II (n=56) os alunos colaboraram para responder as folhas de avaliação de desempenho. Durante o estudo foi verificado como os alunos se engajam na construção colaborativa do conhecimento, levando em consideração as etapas de externalização, elicitação, consenso e internalização. A análise do momento da colaboração foi feita considerando o ganho de conhecimento declarativo (comparação dos resultados do pré com o pós-teste), que se trata de um ganho individual. Os resultados indicam que não houve diferença estatística significativa. Entretanto, o desempenho nas demais tarefas foi melhor na condição I, mostrando que o formato da tarefa tem influência no processo de construção colaborativa do conhecimento. Para o estudo 2 foi feita uma análise de agrupamentos naturais dos alunos com relação ao desempenho de todos os alunos no pré e pós-teste. Nela, foi observado que os clusters que possuem maior desempenho são os que possuem mais alunos na condição I. Isso mostra que o momento da colaboração influencia em como o aluno internaliza os resultados das discussões.

Palavras chave: Aprendizagem colaborativa, Mapas conceituais, Construção Colaborativa do conhecimento, Ensino de Ciências.

Abstract

Ballego, R. S. (2020). Development of an activity with concept maps with errors to promote the collaborative learning (Master's Dissertation). Institute of Physics, Institute of Chemistry, Institute of Biosciences, Faculty of Education. University of Sao Paulo, Sao Paulo.

Students are asked to do group activities, inside or outside the classroom, has always been a recurring practice for many teachers. Collaborating to learn is not an intuitive process and it lacks direction for students to get the best out of collaborative knowledge construction. One question raised is how to get students to discuss and not just do a part of the work each, putting everything together in a fragmented way. This dissertation used Conceptual Maps with error as a tool to support discussions between students. Literature points out as one of the main problems how to manage collaborative learning, that is, the fact that the teacher does not know what is the best time to ask students to work in groups. This report presents the attempt to verify the best time to insert a collaborative activity, so that in this way students present the best results of gaining declarative knowledge. For that, two studies were made, in study 1, students were separated into two experimental conditions that were compared, in study 2, it was verified whether there is a natural grouping of students without considering the experimental condition. This research was carried out in the discipline of Natural Sciences at EACH-USP, with 87 students. For the development of the activity, four tasks were created: pre-test, conceptual map with error, performance evaluation sheets and post-test. The content covered in the pre-test, conceptual map with error and post-test tasks was genetic. Based on these tasks, two experimental conditions were created for study 1; condition I (n = 31) students collaborate to answer the conceptual map with error, and condition II (n = 56) students collaborate to answer the performance evaluation sheets. During the study, it was verified how students engage in the collaborative construction of knowledge, considering the stages of externalization, elicitation, consensus and internalization. The analysis of the moment of collaboration was made considering the gain of declarative knowledge (comparison of the results of the pre with the post-test), which is an individual gain. The result obtained was that there was no statistically significant difference. However, performance in other tasks was better in condition I, showing that the format of the task has an influence on the process of collaborative construction of knowledge. For study 2, an analysis was made of the students' natural groupings in relation to the performance of all students in the pre and post-test. It was observed that the clusters that have the highest performance are the ones that have more students in condition I. This proves that the moment of collaboration makes how the student internalizes the results of the discussions.

Keywords: Collaborative learning, Concept maps, Collaborative construction of knowledge, Science teaching.

Lista de Figuras

Figura 1. Tipos de interações colaborativas que podem ocorrer durante o processo de aprendizagem.	13
Figura 2: Mapa conceitual sobre como os mapas conceituais ajudam a comunicação.....	15
Figura 3: Gráfico da relação do número de publicações por ano.....	22
Figura 4: Gráfico do percentual de publicações de acordo com a escolaridade dos alunos participantes das pesquisas.....	23
Figura 5: Gráfico do percentual de publicações de acordo com a área tema de pesquisa.....	24
Figura 6: Mapa conceitual síntese sobre as fases da aprendizagem colaborativa.....	26
Figura 7. Representação esquemática dos tipos de consenso, a Figura 7a) representa o consenso por integração e a Figura 7b) representa o consenso por conflito.....	28
Figura 8: Processo de como ocorre a internalização após as outras fases da aprendizagem colaborativa.....	30
Figura 9: Tempo necessário para o MC ser incorporado na sala, comparação quando o aluno é o mapeador e o professor é o mapeador.....	32
Figura 10: Mapa do horizonte teórico de pesquisa.....	34
Figura 11. Esquema da ordem em que foram dadas as tarefas aos alunos e tempo disponibilizado para cada uma delas.....	37
Figura 12. Estrutura da disciplina de CN e momento de coleta de dados.....	41
Figura 13: Esquema de como é implementada a sala de aula invertida e o ensino híbrido na disciplina de CN.....	42
Figura 14: Mapa com erro entregue os alunos.....	48
Figura 15: Gráfico de frequência de acertos nas proposições erradas do mapa.....	55
Figura 16. Respostas dados pelos alunos nas duas condições sobre o motivo que os levou ao erro.....	60
Figura 17. Gráficos sobre as questões 1 a 4 do questionário de colaboração, classificadas como Características da Colaboração.....	63
Figura 18: gráficos sobre as questões 5 e 6 do questionário de colaboração, classificadas como Administração da colaboração.....	66
Figura 19. Gráficos sobre a questão 7 do questionário de colaboração, classificadas como Administração da colaboração.	67

Figura 20: gráficos sobre as questões 8 e 9 do questionário de colaboração, classificadas como Integração das informações e do conhecimento.....	68
Figura 21. Indicação de quanto foi estudado cada um dos materiais de estudo pelos alunos de cada condição.....	70
Figura 22: Gráfico com o desempenho dos clusters de alunos para cada proposição com erro.....	79
Figura 23: Comparação do rendimento dos alunos de cada cluster entre MC/E e o pós-teste em cada tema abordado.....	84

Lista de Tabelas

Tabela 1: Relação do periódico com o número de publicações (NP) no período de 2011 a 2020.....	17
Tabela 2: Artigos sobre o uso de mapas conceituais publicados nos últimos dez anos.....	18
Tabela 3: Materiais de estudo disponibilizados aos alunos via e-disciplinas, que nortearam a elaboração das atividades de coleta de dados.....	43
Tabela 4: momentos em que aconteceram a externalização, elicitação e consenso em cada uma das condições experimentais.....	56
Tabela 5: Porcentagem de acertos das condições experimentais em cada uma das categorias de conteúdo.....	58
Tabela 6: Categorização das questões do pré e pós-teste de acordo com o conteúdo abordado.....	73
Tabela 7: Categorização das questões do pré e pós-teste de acordo com o conteúdo abordado.....	74
Tabela 8: Desempenho dos alunos nas 5 categorias de conteúdo. A linha geral mostra as médias nas categorias considerando todos os alunos.....	76
Tabela 9: Porcentagem de acertos de cada cluster para cada uma das proposições incorretas.....	79
Tabela 10: Resultado do desempenho dos clusters de alunos em cada uma das categorias de proposições do MC/E.....	81
Tabela 11: Resultado do desempenho dos clusters de alunos em cada uma das categorias de proposições do MC/E.....	82

Lista de Abreviaturas e Siglas

AHA: Análise Hierárquica de Agrupamentos

ANOVA: Análise de variância

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CB: Ciclo Básico

CKC: *Collaborative Knowledge Construction*

CN: Ciências da Natureza

EACH: Escola de Artes Ciências e Humanidades

EAD: Ensino a distância

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LIPH's: *Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies*

MC/E: Mapa Conceitual com Erro

SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*

USP: Universidade de São Paulo

ZDP: Zona de desenvolvimento proximal

Sumário

Apresentação.....	9
1. Introdução	11
1.1 Mapas conceituais como recurso instrucional que potencializa a aprendizagem colaborativa	14
1.2 Uso de mapas conceituais em colaboração: um panorama das pesquisas realizadas 16	
1.3 Os Modelos de colaboração de Fischer (2002) e Cress e Kimmerle (2008)	25
1.4 O Mapa Conceitual com erro	31
1.5 Horizonte teórico de pesquisa	33
1.6 Ponto de partida	37
2. Objetivos, pergunta de pesquisa e hipóteses de trabalho	39
3. Procedimentos de coleta	40
3.1 Contexto da pesquisa	40
3.2 Instrumentos de Coleta	42
3.2.1 Os questionários utilizados no pré e pós-teste	44
3.2.2 Mapa Conceitual com erro (MC/E)	47
3.2.3 Folha de avaliação de desempenho	49
3.2.4 Questionário de colaboração	49
Estudo I: O momento da colaboração interfere no ganho de conhecimento declarativo?	50
4. Análise de dados do Estudo 1	50
4.1 Ganho de conhecimento declarativo	50
4.2 Mapa conceitual com erro	50
4.2.1 Análise do MC/E completo	50
4.2.2 Análise das proposições corretas x incorretas do MC/E	51
4.2.3 Análise dos conteúdos do MC/E	51
4.3 Respostas da ficha de avaliação do desempenho	52
4.4 Percepção da colaboração	52
5. Resultados e discussão	54
5.1 Resultados da comparação do pré com o pós-teste	54
5.2 Resultado do Mapa conceitual com erro	54
5.2.1 Resultado do MC/E completo	55
5.2.2 Resultado da comparação das proposições corretas x incorretas do MC/E	57
5.2.3 Resultados sobre os conteúdos do MC/E	58
5.3 Resultado das Respostas da ficha de avaliação do desempenho	59
5.4 Resultados do questionário de colaboração	62
6. Conclusão do estudo 1	71
Estudo 2: Busca de agrupamentos naturais:	72

7.	Análise de dados do estudo 2	73
7.1	Análise pré e pós teste	73
7.2	Análise do mapa com erro completo.	73
7.3	Análise das proposições categorizadas.....	74
8.	Resultados	75
8.1	Agrupamentos pré e pós-teste.	75
8.2	Resultado do agrupamento natural com o mapa completo.....	78
8.3	Resultado do agrupamento natural com as proposições categorizadas.....	81
9.	Conclusão do estudo 2	86
10.	Conclusão da dissertação	87
11.	Limitações da pesquisa e etapas futuras	89
12.	Implicações para professores	90
13.	Considerações finais da autora acerca do desenvolvimento da pesquisa e finalização do mestrado	92
	Referências:.....	96
	Apêndices	104
	Apêndice A:.....	104
	Apêndice B:.....	109
	Apêndice C:.....	113
	Apêndice D:	114
	Apêndice E:	115
	Apêndice F:	116
	Apêndice G:	117

Apresentação

A minha história com o ensino de ciências começou quando eu entrei no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza pela Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, onde me formei em 2017. Em 2013, tive a oportunidade de participar do programa Ciências sem Fronteiras, fazendo parte da minha graduação sanduíche na *University of South Austrália*, na cidade de Adelaide. Nesse período, pude pesquisar sobre produção de energia hidrelétrica em países tropicais com o professor David Bruce. Retornei à USP no início de 2015, quando conheci o professor Paulo Correia, que me fez o convite para participar do Grupo de Pesquisa em Mapas Conceituais, do qual sou membro desde 2016. Dentro do grupo, realizei duas iniciações científicas, sendo a primeira sobre a validação do uso de mapas conceituais com erros como recurso instrucional de avaliação, e a segunda sobre o uso de mapas conceituais em colaboração para avaliar a compreensão dos alunos sobre os materiais de estudo. A pesquisa sobre o mapa em colaboração serviu de inspiração para formular o projeto de pesquisa do mestrado sobre o desenvolvimento de atividades de colaborativas com o uso de mapas conceituais com erro.

O desenvolvimento dessas atividades colaborativas foi feito em duas partes, a primeira parte tenta verificar em qual momento o processo colaborativo traz maiores ganhos de conhecimento declarativo, e na segunda parte verificamos o agrupamento natural dos alunos, sem considerar a condição experimental na qual eles estavam.

A primeira seção do texto apresenta a necessidade de estudar a aprendizagem colaborativa e como ela pode ser mediada. Para dar suporte às discussões, foram utilizados mapas conceituais com erro, sendo sua relevância também abordada nessa seção.

A segunda seção apresenta a divisão dos estudos do mestrado. Aqui também são mostradas as perguntas e as hipóteses de pesquisa.

A seção de procedimentos de pesquisa explica quais foram os materiais desenvolvidos para a coleta de dados, bem como são apresentados o contexto da coleta e o funcionamento da disciplina de CN.

A análise de dados e resultados foram divididos em dois momentos. Num primeiro momento, apresentados nas seções 4 (análise de dados) e 5 (resultados), comparam as duas condições experimentais: (I) fazer o mapa conceitual com erro em grupo e (II) fazer a avaliação e entender as divergências entre a resposta esperada pelo professor e a resposta do próprio aluno. Os resultados mostraram que não há diferença entre as condições com relação ao ganho de conhecimento declarativo, mas há diferença no desempenho durante o processo colaborativo. Os alunos da condição I apresentam melhores resultados, indicando que há diferença no processo quando o formato da tarefa é diferente.

A segunda análise (6) e resultados (7) buscam verificar se há agrupamento naturais de alunos, considerando o desempenho nas tarefas de pré e pós-teste. O AHA realizado mostrou que há formação de 5 grupos com desempenhos diferentes na tarefa. Os alunos da condição I estão dentro dos grupos com os melhores desempenhos. O mesmo padrão se repete para a análise desses clusters para o mapa conceitual com erro.

A próxima parte desse trabalho apresenta as principais conclusões obtidas com essa pesquisa. Por fim, são indicadas as implicações educacionais obtidas com esse estudo, estudos futuros e limitações da pesquisa.

1. Introdução

A humanidade está baseada no compartilhamento de tarefas, uma vez que cada ser humano possui sua própria habilidade específica (MELIS, 2013). De acordo com Melis (2013), as relações sociais da humanidade são diferentes das outras sociedades da natureza, devido à motivação que os humanos têm para trabalhar juntos e alcançar um objetivo. Segundo a autora, apesar de pesquisas indicarem cooperação entre animais, a colaboração é essencialmente humana, pois ela não necessariamente envolve algum tipo de competição. Apesar de fazer parte da humanidade viver em sociedade, aprender colaborativamente não é intuitivo (KOLLAR, FISCHER & HESSE, 2006). Dillenbourg (2007) afirma que muitas vezes o termo colaboração é usado indevidamente.

Para entender como a aprendizagem colaborativa acontece, primeiro precisamos entender a diferença entre os termos colaboração e cooperação, explicados por Dillenbourg (2007). Quando um grupo trabalha no modo cooperativo, subentende-se que os parceiros dividem as tarefas em subtarefas, que serão realizadas individualmente para chegar ao produto final. Um(a) professor(a) facilmente consegue detectar quando esse tipo de interação aconteceu, pois não há fluência entre as partes da tarefa, sendo perceptível uma fragmentação no seu desenvolvimento. Por outro lado, quando o grupo trabalha no modo colaborativo, os indivíduos negociam e compartilham significados para conseguir solucionar a tarefa, trabalhando juntos em cada uma das partes da atividade, sem fragmentações.

As atividades colaborativas são importantes para permitir a socialização durante o processo de aprendizagem. As interações nos ambientes de aprendizagem podem envolver somente os alunos (colaboração entre pares) ou alunos e professor. Os alunos possuem dois níveis de desenvolvimento: o real, que o permite resolver os problemas de forma autônoma, e o potencial, que é a capacidade de resolver problemas com a ajuda de outras pessoas. Entre os dois níveis, encontra-se a zona de desenvolvimento proximal, onde, com a ajuda de alguém mais experiente, o indivíduo é capaz de chegar ao nível de desenvolvimento potencial. O conceito da zona de desenvolvimento proximal, proposto por Vygostky (1978), é útil para diferenciar as interações entre alunos e professor, pois os alunos geralmente apresentam o mesmo nível de entendimento sobre o tema em estudo e podem se

envolver em uma troca ativa de ideias. Essa semelhança geralmente não é observada durante uma interação entre professor e aluno, porque eles apresentam níveis de entendimento bem diferentes sobre o tema em estudo.

Três tipos diferentes de interações colaborativas podem ser identificados durante o processo de aprendizagem, quando a assimetria de poder e a similaridade da zona de desenvolvimento proximal (ZDP) são consideradas como variáveis (CORREIA & INFANTE-MALACHIAS, 2009). As colaborações verticais, horizontais e diagonais são esquematicamente representadas na Figura 1. A colaboração vertical ocorre entre o instrutor e os alunos, onde a tarefa do primeiro é, geralmente, transmitir o conhecimento, e a tarefa deste último é receber as informações do conhecimento transmitido. A assimetria de alto poder e a diferença entre o ZDP dos professores e estudantes caracterizam essa colaboração vertical. No entanto, a colaboração horizontal (entre pares) é observada quando os alunos interagem entre eles. Nesse caso, a assimetria é minimizada e os alunos estão aproximadamente na mesma ZDP.

A colaboração diagonal pode ser considerada uma situação híbrida de interações verticais e horizontais. Ela expande as possibilidades de planejar atividades colaborativas considerando diferentes níveis de participações para instrutores e alunos, variando de uma colaboração diagonal com a participação quase que exclusiva do professor (próxima da colaboração vertical) a uma colaboração diagonal que favorece a interação entre os alunos (próxima da colaboração horizontal). As interações entre professor e aluno são amplamente conhecidas e realizadas. Interessante é perceber como as interações entre alunos acontecem, para que desta forma a aprendizagem colaborativa seja potencializada. Em destaque na Figura 1 está a colaboração explorada entre alunos sem assimetria entre as ZDPs.

Figura 1. Tipos de interações colaborativas que podem ocorrer durante o processo de aprendizagem. P: professor (quadrados) e A: alunos (círculos). Destaque em vermelho para a colaboração entre pares, explorada nessa pesquisa.

Fonte: a autora. Adaptada de Correia & Infante-Malachias, 2009

A aprendizagem colaborativa é uma prática muito frequente na sala de aula (JÄRVELÄ & JÄRVENOJA, 2011). Diversos documentos que orientam as práticas em sala de aula como a BNCC (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018), LDB (SENADO FEDERAL, 2017) e Currículo do Estado de São Paulo (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012), até mesmo projetos políticos pedagógicos de várias instituições, mencionam que a aprendizagem colaborativa deve ser promovida em sala de aula, uma vez que por meio delas podem ser formados cidadãos capazes de colaborar dentro da sociedade. Porém, é preciso ressaltar que algumas vezes a noção de aprendizagem colaborativa é usada de uma forma incorreta e sintetizada numa única frase “trabalhem juntos”, quando na verdade é necessário que seja dada uma estrutura ou diretrizes para os alunos entenderem como eles devem colaborar, uma vez que a aprendizagem colaborativa aciona uma série a mais de esquemas cognitivos (DILLENBOURG, 2007).

Quando o aluno é colocado em uma situação de aprendizagem em que ele deve atuar sozinho, primeiro ele deve entender e lidar com as atividades da tarefa, como ler, construir, predizer, etc., o que desencadeia os mecanismos de aprendizagem de indução, dedução, compilação, entre outros (DILLENBOURG, 2007). Segundo Dillenbourg (2007), quando o aluno é colocado em uma situação de aprendizagem colaborativa, ele precisa, além de lidar com as partes individuais mencionadas acima, também lidar com outros tipos de atividades cognitivas que são geradas pela

colaboração, como dar explicações, discordar, elicitar e internalizar o conhecimento. Porém, essas atividades podem não só não ocorrer, como também só ocorrer após o período de colaboração, sendo ideal que a estrutura da tarefa potencialize essas atividades cognitivas. Os mapas conceituais (MCs) são bons recursos instrucionais para potencializar tais atividades. De acordo com Novak e Cañas (2006), os MCs ajudam a aproximar as ZDPs e as trocas sociais, pois permitem o intercâmbio de conhecimentos e ideias, principalmente entre alunos com a mesma ZDP.

1.1 Mapas conceituais como recurso instrucional que potencializa a aprendizagem colaborativa

Os mapas conceituais são organizadores gráficos que representam a estrutura de conhecimento do indivíduo (NOVAK & CAÑAS, 2006). Os MCs foram desenvolvidos em 1972 por Joseph Novak, baseado na teoria da assimilação e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2000). O propósito dos MCs é verificar as mudanças na estrutura de conhecimento dos alunos, para isso, é necessária a comparação de dois MCs, um feito antes do processo de aprendizagem (somente com os conhecimentos prévios) e outro após. A comparação entre eles mostra como novos conceitos foram anexados aos conhecimentos prévios, indicando se houve ou não a aprendizagem significativa (HAY, 2007). Os MCs são compostos por:

- conceitos representados em caixas;
- termos de ligação, que expressam a relação entre conceitos, e por isso devem conter um verbo;
- setas, que indicam o sentido de leitura do MC;
- uma pergunta focal, que delimita o propósito do MC;
- proposições, que são conjuntos de dois conceitos e um termo de ligação.

O MC da Figura 2 mostra como os mapas conceituais são formados. Os MCs podem funcionar como facilitadores da comunicação do conhecimento, uma vez que os eles facilitam o pensamento sistêmico, que é a busca das relações entre as partes (conceitos) com o todo, que é a resposta da pergunta focal.

Figura 2: Mapa conceitual sobre como os mapas conceituais ajudam a comunicação.

Fonte: a autora.

Os MCs ganharam espaço como um recurso instrucional para facilitar a aprendizagem colaborativa. Alguns métodos de colaboração mais utilizados eram a aprendizagem por investigação e a resolução colaborativa de problemas (ACUÑA & LÓPEZ-AYMES, 2016). Os MCs construídos em colaboração surgem como uma forma de promover a interação, compartilhar informações e aprimorar a negociação de significados entre os pares, uma vez que a relação entre conceitos precisa ser expressa de forma clara (ACUÑA & LÓPEZ-AYMES, 2016). Além disso, trabalhar com MCs em colaboração envolve diferentes interações sociais, nas quais os alunos são engajados a reconciliar e se integrar com diferentes pontos de vista e diferentes atividades cognitivas, como esclarecimento, argumentação e negociação do conhecimento (MOLINARI, 2017).

Pesquisas na área indicam que quando os MCs são construídos em pequenos grupos, eles possuem uma melhor qualidade do que quando construídos individualmente, facilitando a aprendizagem (GEORGE-WALKER & TYLER, 2013). Quando os alunos são colocados para colaborar para construir um MC, eles são

estimulados a construir um discurso científico e co-construir o conhecimento a partir de trocas de conhecimentos entre os pares e a negociação de significados (GEORGE-WALKER & TYLER, 2013). Na pesquisa de van Boxtel *et al.* (2002), foi observado que o uso de MCs em colaboração engaja a discussão entre os alunos e estimula a discussão entre eles, além de facilitar discussões efetivas sobre assuntos abstratos envolvidos no ensino de física, o que ajuda o aluno se apropriar dos conceitos.

1.2 Uso de mapas conceituais em colaboração: um panorama das pesquisas realizadas

Para situar o presente trabalho no campo do Ensino de Ciências a partir metodologias ativas de ensino-aprendizagem¹, fizemos um levantamento dos trabalhos mais recentes que fazem o uso de mapas conceituais como instrumento de colaboração entre os alunos.

Esse levantamento foi realizado em diversas bases de dados como *ERIC*², *ScienceDirect*³, *Scopus*⁴, *Google Acadêmico*⁵ e *Web of Science*⁶. O critério de seleção foram artigos completos publicados nos últimos dez anos (2011-2020). Artigos e resumos publicados em anais de congressos e relatos de experiências não foram considerados nesse levantamento. Além disso, foram incluídos somente trabalhos que utilizam mapas conceituais e colaboração para fins educacionais, pois muitos trabalhos publicados consideravam os MCs em colaboração para aprimorar processos dentro de empresas. Dessa forma, acredita-se que é possível verificar o que tem sido abordado nesse tema. A pesquisa foi feita utilizando os termos: “*concept maps*”, “*collaboration*”, “*collaborative learning*” e “*collaborative knowledge*”. Ao todo, 43 trabalhos se enquadram nos critérios de seleção.

¹ Metodologias ativas de ensino-aprendizagem são aquelas que colocam o aluno como um indivíduo ativo da construção do seu conhecimento, em uma postura prática e envolvendo experiências que estimulem a investigação por parte do aluno. Alguns exemplos de metodologias ativas são a aprendizagem baseada em problemas, colaboração entre pares (GEMIGNANI, 2012)

² [Link](#)

³ [Link](#)

⁴ [Link](#)

⁵ [Link](#)

⁶ [Link](#)

Com isso, a primeira análise realizada foi com relação aos periódicos. Analisamos a relação do periódico com o número de publicações (NP), como apresentado na Tabela 1 abaixo. Dois periódicos se destacam pelo número de publicações, “*Computers & Education*”, com 7 trabalhos, e “*Computers in Human Behaviour*”, com 9 trabalhos. Além desses, mais alguns periódicos são focados no uso de computadores na educação, indicando que os maiores esforços de pesquisa estão concentrados nessa área.

Tabela 1: Relação do periódico com o número de publicações (NP) no período de 2011 a 2020.

Periódico	NP	Periódico	NP
Active Learning in Higher Education	1	Journal of Applied Research in Memory and Cognition	1
Australian Journal of Educational Technology	1	Journal of Computer Assisted Learning	1
British Journal of Educational Technology	1	Journal of Curriculum and Teaching	1
Computers & Education	7	Journal of Information Technology and Application in Education	1
Computers in Human Behaviour	9	Journal of Research in Science Teaching	1
Computer-Supported Collaborative Learning	1	Journal of the Learning Sciences	1
Contemporary Education Psychology	1	Nurse Education Today	3
Education Information Technology	1	Procedia Social Behavioural Sciences	1
Education Research International	1	Psychologie française	1
Education Technology Research Development	1	Research in Science & Technological Education	1
International Journal of Higher Education	1	SAGE Open	1
International Journal of Information and Education Technology	1	South African Journal of Childhood Education	1
International Journal of Intercultural Relations	1	The Internet and Higher Education	1
		Themes in Science & Technology Education	1

Fonte: a autora.

A Tabela 2 organiza os trabalhos de acordo com o periódico, nome do(s) autor(es), título e ano de publicação. Nela é possível ver que não há trabalhos nacionais publicados. Todos os trabalhos brasileiros se tratavam ou de artigos em congresso ou de relatos de experiência.

Tabela 2: Artigos sobre o uso de mapas conceituais publicados nos últimos dez anos.

Autor(es)	Título	Ano
Active Learning in Higher Education		
Islim, O. F.	Technology-supported collaborative concept maps in classrooms	2017
Australian Journal of Educational Technology		
Koc, M.	Pedagogical knowledge representation through concept mapping as a study and collaboration tool in teacher education	2012
British Journal of Educational Technology		
Hwang, G.; Shi, Y.; Chu, H.	A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning	2011
Computers & Education		
Charsky, D.; Ressler, W.	"Games are made for fun": lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games	2011
Liu, C.; Liu, K.; Chen, W.; Lin, C.; Chen, G.	Collaborative storytelling experiences in social media: influence of peer-assistance mechanisms	2011
Kim, H.; Hannafin, M. J.	Developing situated knowledge about teaching with technology via web-enhanced case-based activity	2011
Liu, S.; Lee, G.	Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology	2013
Kump, B.; Moskaliuk, J.; Dennerlein, S.; Ley, T.	Tracking knowledge co-evolution in a realistic course setting: a wiki-based field experiment	2013
Dias, S. B.; Hadjileontiadou, S. J.; Diniz, J. A.; Hadjileontiadis, L. J.	Computer-based concept mapping combined with learning management system use: an explorative study under the self- and collaborative-mode	2017
Farrokhnia, M.; Pijera-Díaz, H. J.; Noroozi, O.; Hatami, J.	Computer-supported collaborative concept mapping: The effects of different instructional designs on conceptual understanding and knowledge co-construction	2019
(continua)		

(Continuação) Autor(es)	Título	Ano
Computers in Human Behavior		
Dehler, J.; Bodemer, D.; Buder, J.; Hesse, F.	Guiding knowledge communication in CSCL via group knowledge awareness	2011
Engelmann, T.; Hesse, F. W.	Fostering sharing of unshared knowledge by having access to the collaborators' meta-knowledge structures	2011
Sangin, M.; Molinari, G.; Nüssli, M.; Dillenbourg, P.	Facilitating peer knowledge modelling: effects of a knowledge awareness tool on collaborative learning outcomes and process	2011
Engelmann, T.; Kozlov, M. D.; Kolodziej, R.; Clariana, R. B.	Fostering group norm development and orientation while creating awareness contents for improving net-based collaborative problem solving	2014
Metcalf, S. J.; Reilly, J. M.; Kamarainem, A. M.; King, J.; Grotzer, T. A.; Dede, C.	Supports for deeper learning of inquiry-based ecosystem science in virtual environments- comparing virtual and physical concept mapping	2018
Ackermans, K.; Rusman, E.; Nadolski, R.; Specht, M.; Brand-Gruwel, S	Video-or text-based rubrics: what is most effective for mental model growth of complex skills within formative assessment in secondary schools?	2019
Pajić, D.	Browse to search, visualize to explore: Who needs an alternative information retrieving model?	2014
Kozlov, M. D.; Engelmann, T.; Buder, J.; Hesse, F. W.	Is knowledge best shared or given to individuals? Expanding the content-based knowledge awareness paradigm	2015
Chen, W.; Allen, C.; Jonasse, D.	Deeper learning in collaborative concept mapping: a mixed methods study of conflict resolution	2018
Computer-Supported Collaborative Learning		
Kolloffel, B.; Eysink, T. H. S.; de Jong, T.	Comparing the effects of representational tools in collaborative and individual inquiry leaning	2011
Contemporary Education Psychology		
Wijnia, L.; Loyens, S. M. M.; Derous, E.	Investigating effects of problem-based versus lecture-based learning environments on student motivation	2011
Education Information Technology		
El Mhouti, A.; Nasseh, A.; Erradi, M.; Vasquèz, J. M.	Enhancing collaborative learning in web2.0-based e-learning systems: a design framework for building collaborative e-learning contents	2016
(continua)		

(Continuação) Autor(es)	Título	Ano
Education Research International		
George-Walker, L. D.; Tyler, M. A.	Collaborative concept mapping: connecting with research team capacities	2014
Education Technology Research Development		
Clariana, R. B.; Engelmann, T.; Yu, W.	Using centrality of concept maps as a measure of problem space states in computer-supported collaborative problem solving	2013
International Journal of Higher Education		
Acuña, S. R.; López-Aymes, G.; Acuña-Castillo, S. T.	How does the type of task influence the performance and social regulation of collaborative learning?	2018
International Journal of Information and Education Technology		
Lee, Y.	Collaborative Concept Mapping as a pre-writing strategy for L2 learning: a Korean application	2013
International Journal of Intercultural Relations		
Alvarez-Roldan, A.; Parra, I.; Gamella, J.	Reasons for the underachievement and school drop out of Spanish Romani adolescents. A mixed methods participatory study	2018
Journal of Applied Research in Memory and Cognition		
Karpicke, J. D.; Blunt, J. R.; Smith, M. A.; Karpicke, S. S.	Retrieval-based learning: the need for guided retrieval in elementary school children	2014
Journal of Computer Assisted Learning		
Lin, C. P.; Wong, L. H.; Shao, Y. J.	Comparison of 1:1 and 1:m CSCL environment for collaborative concept mapping	2012
Journal of Curriculum and Teaching		
Acuña, S. R.; López-Aymes, G.	Collaborative multimedia learning: influence of social regulatory support on learning performance and on collaborations	2016
Journal of Information Technology and Application in Education		
Gao, H.; Thomson, M. M.; Shen, E.	Knowledge construction in collaborative concept mapping: a case study	2013
Journal of Research in Science Teaching		
Schwendimann, B. A.; Linn, M. C.	Comparing two forms of concept map critique activities to facilitate knowledge integration processes in evolution education.	2015
Journal of the Learning Sciences		
Gijilers, H.; de Jong, T.	Using concept maps to facilitate collaborative simulation-based inquiry learning	2013

(continua)

(Continuação) Autor(es)	Título	Ano
Nurse Education Today		
Baghcheghi, N.; Koohestani, H. R.; Rezaei, K. A.	Comparison of the cooperative learning and traditional learning methods in theory classes on nursing students' communication skill with patients at clinical settings	2011
Jaafarpour, M.; Aazami, S.; Mozafari, M.	Does concept mapping enhance learning outcome of nursing students?	2016
Grealish, L.; Armit, L.; Shaw, J.; Frommolt, V.; Mitchell, C.; Mitchell, M.; van de Mortel, T.; Stephen, B.	Learning through structured peer discussion: an observational study	2019
Procedia Social Behavioral Sciences		
Stoica, D.; Paragina, F.; Paragina, S.; Mirron, C.	The interactive whiteboard and instructional design in teaching physics	2011
Psychologie française		
Molinari, G.	From learners' concept maps of their similar or complementary prior knowledge to collaborative concept map: Dual eye-tracking and concept map analyses	2017
Research in Science & Technological Education		
Marée, T. M.; van Bruggen, J. M.; Jochems, W. M. G.	Effective self-regulated science learning through multimedia-enriched skeleton concept maps	2013
SAGE Open		
Zandvakili, E.; Washington, E.; Gordon, E. W.; Wells, C.; Mangaliso, M.	Teaching Patterns of Critical Thinking: The 3CA Model—Concept Maps, Critical Thinking, Collaboration, and Assessment	2019
South African Journal of Childhood Education		
Kortajass, M.	Reflective self-study for an integrated learning approach to early childhood mathematics teach education	2017
The Internet and Higher Education		
Wang, M.; Cheng, B.; Chen, J.; Mercer, N.; Kirschener, P. A.	The use of web-based collaborative concept mapping to support group learning and interaction in an online environment.	2017
Themes in Science & Technology Education		
Cuthell, J.; Preston, C.	Tracking the stages of learning: concept maps as representation of liminal space	2012

Fonte: a autora

Até a finalização desse levantamento, não havia artigos publicados em 2020 na temática. A distribuição dos artigos no tempo pode ser observada no gráfico da Figura 3. Nota-se que o ano em que se teve mais publicações foi 2011, tendo um ligeiro aumento em 2013. Isso indica que a investigação do uso de MCs em colaboração ainda pode ser mais explorada e que existe espaço para mais pesquisas no assunto, uma vez que poucos designs experimentais foram sugeridos.

Figura 3: Gráfico da relação do número de publicações por ano.

Fonte: a autora.

Também observamos qual era o nível de escolaridade dos alunos que participaram da pesquisa. A Figura 4 mostra que majoritariamente as pesquisas feitas utilizando MCs e aprendizagem colaborativa são feitas com alunos do Ensino Superior. Dos 43 artigos selecionados, 32 são pesquisas feitas com alunos do Ensino Superior, 6 no Ensino Fundamental e 5 no Ensino Médio. Isso pode ser uma evidência da dificuldade de implementação dos MCs em sala de aula, provavelmente devido aos tempos necessários para que o aluno seja proficiente na técnica e para a construção do mesmo, bem como o tempo que o professor precisa para fazer as correções. As pesquisas feitas com os alunos do Ensino Superior, no geral, são pesquisas fora da sala de aula, sendo os alunos convidados para participar de uma pesquisa.

Figura 4: Gráfico do percentual de publicações de acordo com a escolaridade dos alunos participantes das pesquisas.

Fonte: a autora.

Outra análise feita desses trabalhos foi com relação à área de concentração abordada. Como pode ser observado na Figura 5, a maioria dos temas desenvolvidos são sobre assuntos classificados como *Geral*. Nessa categoria, são englobados todos os assuntos que não relacionados com o Ensino de Ciências e, por isso, há um número maior de publicações. Outras duas temáticas que se destacam em frequência de publicações são Psicologia e Formação de Professores. Por formação de professores, entende-se que são pesquisas realizadas com alunos de licenciatura. Um destaque importante é com relação aos Ensinos de Biologia e de Ciências. Em ambos os casos, somente um artigo foi publicado, indicando serem áreas com espaço para mais investigações no assunto.

No artigo de Metcalf *et al.* (2018), os alunos do ensino fundamental II (7th grade) durante as aulas de Ciências trabalharam com uma plataforma virtual onde eles tinham um mundo fictício para explorar. A partir dos dados coletados no ecossistema virtual, os alunos tiveram que, em grupos de quatro participantes, expressar as relações causais dinâmicas do ecossistema por meio de MCs. Os autores concluem que essa prática ajudou os alunos a externalizarem o seu conhecimento, estimulando-os a fazer mais conexões sobre o que eles observaram na plataforma.

No experimento de Liu e Lee (2013), alunos do ensino médio foram divididos em dois grupos. Em um dos grupos, eles faziam MCs em cooperação com mais 6-7 alunos, e no outro, os alunos faziam o MC individualmente. Os alunos foram

submetidos a sessões de ensino de biologia, e posteriormente deveriam construir o MC de acordo com a sua condição experimental. Os resultados do estudo mostram que fazer o MC em grupo aumentou a performance analítica dos alunos e a motivação dos alunos para aprender Biologia e ajudou os alunos a não memorizarem os conceitos, mas sim entender as relações entre eles.

Figura 5: Gráfico do percentual de publicações de acordo com a área tema de pesquisa.

Fonte: a autora.

De todos os artigos listados, somente em um deles os alunos não foram os autores do MC. No artigo de Charsky e Ressler (2011), quem desenvolveu o MC foi um pesquisador. O mapa, ao invés de ser um produto da colaboração entre alunos, se tratou de um recurso instrucional para estimular a colaboração entre eles. Sendo assim, essa possibilidade de o aluno não ser o mapeador dentro de sala de aula é ainda muito pouco explorada.

Uma das principais questões levantadas nos artigos foi a dificuldade de se estabelecer qual o melhor momento para se inserir uma atividade colaborativa. Adicionalmente, nenhum dos artigos abordam o uso de Mapas Conceituais com erros (MC/E) proposto pelo nosso grupo de pesquisa, sendo essa uma área nova com necessidade de mais investigações. O presente trabalho insere-se nessa nova linha de pesquisa, onde o professor é o mapeador e o mapa conceitual com erros serve como recurso instrucional que estimula e engaja os alunos em uma

colaboração. Além disso, tenta-se solucionar a questão de qual é o momento mais adequado para inserir uma atividade colaborativa.

1.3 Os Modelos de colaboração de Fischer (2002) e Cress e Kimmerle (2008)

Existem várias maneiras de descrever a colaboração. A construção colaborativa do conhecimento (CKC, do inglês *Collaborative Knowledge Construction*) proposta por Fischer et al. (2002) é uma opção conveniente, porque esse modelo mostra como os recursos instrucionais de visualização podem contribuir com o processo colaborativo. Nesse trabalho, os autores fizeram várias sessões com os alunos em um ambiente de aprendizagem colaborativa. Em seguida, eles foram divididos em duas condições: duplas que trabalharam com um recurso instrucional de visualização (*CoStructure-Tool*) e duplas que trabalharam sem esse recurso instrucional. Os alunos que trabalham com a ferramenta tiveram maior facilidade para acessar seus conhecimentos prévios, pois ela deu aporte para as etapas de Elicitação e Consenso por Conflito, apresentadas no modelo e que serão descritas a seguir. É importante ressaltar que os autores consideram o MC como um recurso instrucional de visualização também.

O modelo de Fischer *et al.* (2002) pode ser complementado pelo conceito de internalização proposto por Cress e Kimmerle, que ocorre após o grupo chegar a um consenso. A CKC pode ser entendida como uma sucessão de quatro etapas: (1) externalização, seguida de (2) elicitação do conhecimento relevante para a tarefa, que precede a (3) construção do consenso, que pode ser orientada por integração ou conflito, e, por fim, a (4) internalização, que é o momento onde o aluno integra a discussão à sua rede de conhecimento. O mapa conceitual abaixo (Figura 6), mostra como esses dois modelos podem ser articulados para facilitar o entendimento de como ocorre a construção colaborativa do conhecimento.

Figura 6: Mapa conceitual síntese sobre as fases da aprendizagem colaborativa.

Fonte: a autora.

A externalização do conhecimento relevante para a tarefa é um esforço individual para selecionar e organizar os esquemas mentais de uma pessoa durante a preparação para as discussões colaborativas, realizadas nas etapas seguintes. Os significados pessoais, as opiniões e os sentimentos aparecem como idiossincrasias, moldando o produto formulado durante a externalização, que pode ser representado na forma de um mapa conceitual individual. Ele pode capturar com precisão os significados das relações conceituais que melhor representam o pensamento convergente imposto pela externalização. Essa preparação individual é fundamental para as próximas etapas do processo colaborativo, sendo o mapeamento da etapa de externalização útil para permitir que os alunos organizem e recuperem seus próprios conhecimentos.

A elicitação explora as semelhanças e diferenças entre os conhecimentos prévios dos alunos, pois durante essa fase os alunos apresentam aos seus pares o que eles externalizaram, observam o que possuem em comum e também expõem suas dúvidas. Apresentar as dúvidas permite que os alunos usem seus colegas como uma forma de referência através de dinâmicas discursivas envolvendo questões

(elicitación) e respostas (externalização). Os mapas individuais podem ser usados como ponto de partida para a discussão, enquanto as idiossincrasias são consideradas pelo grupo para início da etapa de elicitación. Depois de ler um mapa, os participantes podem facilmente identificar dúvidas, erros ou aspectos conceituais que merecem ser desenvolvidos. A formulação de boas perguntas é o resultado de uma sessão de elicitación conduzida com mapas individuais, que mantém os alunos focados durante as discussões. Frequentemente, as discussões em pequenos grupos são marcadas por “grandes descobertas”.

A construção do consenso é um desafio, porque segue uma dinâmica discursiva de pensamentos divergentes (elicitación) e impõe um pensamento convergente sobre o grupo. O objetivo é obter um produto final que expresse a riqueza das discussões, associando as contribuições dos participantes em um mapa conceitual combinado produzido pelo grupo. Segundo Fischer *et al.* (2002), existem dois tipos de consenso: por integração ou por conflito. A Figura 7 ilustra a diferença entre eles. O consenso ilusório acontece quando os alunos aceitam a ideia de um único aluno e, assim, há pouca discussão. A Figura 7a mostra alunos com diferentes conhecimentos sobre o assunto, representados por cores distintas, que saem com a mesma ideia após a discussão, representada pela cor cinza. Por não ter havido sinergia no grupo, levando a discussões superficiais, esse consenso também é chamado de ilusório. Em alguns casos, essa falta de sinergia pode resultar em uma aceitação de ideias de um único integrante do grupo. Na Figura 7b, todos os alunos têm opiniões e conhecimentos diferentes sobre o assunto. Após a discussão, todos saem com uma visão distinta e novas estruturas de conhecimento, sem ser pertencente a um único membro do grupo.

Figura 7. Representação esquemática dos tipos de consenso, a Figura 7a) representa o consenso por integração e a Figura 7b) representa o consenso por conflito.

Fonte: a autora

Os mapas conceituais colaborativos podem ser utilizados para fomentar a construção de consenso. Suas proposições servem para embasar as discussões, exigindo que os alunos combinem suas ideias em uma única estrutura proposicional. Em condições onde a sinergia é baixa, o consenso será alcançado através da integração superficial de várias perspectivas individuais em uma interpretação comum (Figura 7a). Essa abordagem evita o conflito cognitivo, isto é, a negociação e reconstrução de significados, e o produto final é comparável a um mosaico em que todos os fragmentos possuem uma autoria identificável - e a maioria é de um único participante. Na Figura 7a, está representado como um único indivíduo pode ser o responsável por toda a autoria do produto do grupo. Os círculos coloridos representam os diferentes conhecimentos prévios externalizados pelos alunos. Após uma fase de elicitação, o consenso do grupo se resume as respostas de um único aluno (em cinza). É observado um baixo efeito sinérgico com essa abordagem, levando os alunos a um consenso ilusório (FISCHER et al., 2002).

O conflito cognitivo (consenso por conflito) é o caminho ideal para alcançar a sinergia durante a colaboração. Quando a sinergia é alta, existe um engajamento dos alunos na discussão. Nessa situação, é difícil identificar autores individuais no produto final, pois houve uma grande mudança da estrutura de conhecimento, como pode ser visto na figura 7b. Nessa parte da figura, percebe-se que os alunos tinham diferentes conhecimentos prévios e, depois da discussão, todos eles tiveram mudanças no seu conhecimento, ou seja, ninguém se manteve igual após o processo.

A internalização é a última etapa, incluída por mim. Nesse momento, tudo o que passou pelas fases anteriores precisa ser internalizado pelo aluno. Cada aluno passa por um processo de internalização diferente, porque o processo de construção do conhecimento é individual (CRESS & KEMMERLE, 2008). A Figura 9 mostra como acontece o processo de internalização, após as outras etapas da colaboração

Na Figura 8, os alunos são representados primeiro externalizando o seu conhecimento, levantando seus conhecimentos prévios individualmente. Na próxima movimentação, a elicitación, os alunos levantam temas para discussão, consultando seus pares. Durante o consenso, eles chegam a uma resposta final do grupo, ressignificando os conceitos levantados. Na última parte da figura, pode-se notar como os alunos internalizam o consenso do grupo de uma forma diferente, uma vez que a internalização depende dos conhecimentos prévios, pois a eles são acoplados os novos conhecimentos obtidos durante essa etapa. Além de os novos conhecimentos serem acoplados aos conhecimentos prévios, também pode acontecer uma reestruturação da rede de conhecimentos do aluno (AUSUBEL, 2000).

Figura 8: Processo de como ocorre a internalização após as outras fases da aprendizagem colaborativa

Fonte: a autora

1.40 Mapa Conceitual com erro

Ruiz-Primo e Shavelson (1996) publicaram um artigo fundamental para compreender o uso de mapas conceituais (MCs) como recurso instrucional de avaliação da aprendizagem. Os autores destacam que a avaliação da aprendizagem usando mapas devem apresentar:

- uma tarefa que convide o aluno a fornecer informações sobre a sua estrutura de conhecimento num domínio específico;
- um formato de resposta para a tarefa;
- um sistema de pontuação para avaliar o desempenho dos alunos.

Esses três componentes podem variar de acordo com as características específicas de cada ambiente de aprendizagem. Frequentemente, as aplicações em sala de aula consideram os alunos como mapeadores, os quais representam seu conhecimento declarativo sobre o tema estudado (e.g., CICUTO & CORREIA, 2013; CORREIA, CICUTO & DAZZANI, 2014; KINCHIN, LYGO-BAKER & HAY, 2008; NOVAK, 2010; SOIKA & REISKA, 2014). O professor é geralmente o responsável por fazer comentários e dar uma pontuação e avaliar a representação de conhecimento produzida pelos alunos.

Raramente são explorados o potencial que um MC não elaborado pelo aluno pode ter. De todos os artigos elencados na sessão 1.2, somente em Charsky e Ressler (2011) os MCs não foram construídos pelos alunos. Nosso grupo de pesquisa (Grupo de Pesquisa Mapas Conceituais⁷) desde 2016 tem feito esforços para promover o uso de MCs feitos pelo professor. Esse movimento aconteceu para que fosse mais viável implementar os MCs em sala de aula, uma vez que o tempo necessário para tal não é condizente com o tempo disponível para o professor.

McClure, Sonak e Suen (1999) publicaram um trabalho relevante para discutir aspectos relacionados à praticidade logística (tempo) que dificulta o uso dos MCs nas condições usuais de funcionamento das salas de aula (professor sobrecarregado, com pouco tempo disponível para desenvolver atividades onde os alunos atuam como elaboradores dos mapas). Uma exploração a ser feita é quando

⁷ [Link](#)

o professor é o mapeador e insere erros intencionalmente no MC. A Figura 9 compara a praticidade de tarefas usando MCs e destaca a maior facilidade de implementação dos mapas conceituais com erro.

Figura 9: Tempo necessário para o MC ser incorporado na sala, comparação quando o aluno é o mapeador e o professor é o mapeador.

Fonte: a autora.

Quando o MC é implementado em sala de aula, é importante levar em consideração o tempo necessário para o treinamento na técnica. O nosso grupo de pesquisa possui um curso de treinamento em mapeamento conceitual (Mapas conceituais para aprender e colaborar⁸) na plataforma *Coursera*. Nela, é calculado que são necessárias cinco semanas com duas horas semanais de trabalho para que o aluno seja proficiente na técnica. Primeiro, o professor precisa dominar a técnica para depois ensinar para o aluno. O aluno, para construir seu próprio MC, pode precisar de aproximadamente 45 a 60 minutos. Porém, é necessário incluir o tempo do professor ser treinado na técnica, o tempo do aluno ser treinado e, por fim, o tempo necessário para o aluno construir seu próprio mapa, dando um total aproximado de 21 horas, somando-se ainda o tempo necessário para o professor corrigir cada um dos MCs. Por outro lado, quando o professor é o mapeador, o tempo se reduz e fica compatível com a rotina de sala de aula. O professor somente precisa ser treinado na técnica, depois ele precisará em torno de 45 a 60 minutos para produzir seu mapa e inserir os erros (CORREIA, CABRAL & AGUIAR, 2016), explicar a tarefa aos alunos leva em torno de 5 minutos e eles necessitam entre 15 a 20

⁸ [Link](#)

minutos para realização da tarefa. O tempo de correção não é contabilizado, pois como resposta do mapa conceitual segue o gabarito do professor.

Nosso grupo de pesquisa é pioneiro no desenvolvimento de tarefas baseadas no uso de mapas conceituais com erros (MC/E). Feitos pelo professor, os MC/E tem se mostrado uma possibilidade inovadora para avaliar o conhecimento declarativo dos alunos (AGUIAR & CORREIA, 2014; AGUIAR & CORREIA, 2015; CORREIA, CABRAL & AGUIAR, 2016; CABRAL & CORREIA, 2017). Os resultados mais recentes foram apresentados na 8th International Conference on Concept Mapping (CORRÊA et al., 2018; SOARES et al., 2018). A ideia é solicitar aos alunos que identifiquem erros conceituais nos MC/E e expliquem os erros identificados.

Nosso grupo de pesquisa vem propondo o uso de MC/E para desenvolver tarefas de avaliação como forma de superar os obstáculos impostos pela praticidade logística das salas de aulas (AGUIAR & CORREIA, 2014; AGUIAR & CORREIA, 2015; CORREIA, CABRAL & AGUIAR, 2016; CABRAL & CORREIA, 2017). Também investiga o acoplamento de devolutivas imediatas (*feedbacks*) ao MC/E (SOARES, et al., 2018), além de promover o uso de MC/E na educação básica (CORRÊA, et al., 2018).

A intenção agora é aproximar o MC/E da aprendizagem colaborativa. O objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma atividade colaborativa utilizando MC/E, que promova a interação entre os alunos e avalie o resultado da aprendizagem ocorrida.

1.5 Horizonte teórico de pesquisa

Alguns trabalhos da literatura tiveram um importante papel para entender os resultados da colaboração obtidos nesta dissertação. Por se tratarem de teorias e modelos, classificamos esses destaques como nosso *Horizonte Teórico de Pesquisa*. Essas teorias e modelos estão destacados no mapa conceitual da Figura 10. As vinculações feitas entre elas estão destacadas nas setas em vermelho.

Figura 10: Mapa do horizonte teórico de pesquisa

Fonte: a autora.

O propósito desse mapa é elucidar como podemos relacionar os modelos de construção colaborativa de conhecimento com o recurso instrucional MC/E, além de explicitar e associar os principais conceitos envolvidos. As referências utilizadas estão destacadas no final do MC, sendo que cada uma possui uma cor diferente para facilitar a visualização do conceito específico abordado.

As atividades colaborativas podem ser descritas pelos modelos de construção colaborativa do conhecimento (CCC) conforme descrito por Fischer *et al.* (2002) e Cress e Kimmerle (2008), e que aparecem nas proposições 1 a 7 do mapa. Em ambos os trabalhos os autores expõem que a primeira fase da CCC é o processo de externalização. É nesse processo que são ativados os conhecimentos prévios dos alunos. O MC/E é elaborado pelo professor, entregue ao aluno e possui dois tipos de tarefas: localizar e justificar os erros, como mostrados nas proposições 8 a 15. A tarefa de localizar os erros pode potencializar a externalização, como mostrado na proposição 16. A externalização é estimulada pelo MC/E pois ajuda o aluno a ativar os seus conhecimentos prévios de uma maneira mais direcionada. Esse é um momento importante para a identificação de concepções alternativas dos alunos. Novak (2002) afirma que os alunos podem ter estruturas de conhecimento limitadas ou defeituosas de alguma forma, chamada de Hierarquias Proposicionais Limitadas ou Inadequadas, do inglês *Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies* (LIPH's). Essas LIPH's que são identificadas durante a externalização do aluno. Vale ressaltar que essa é uma parte individual da CCC.

Fischer *et al.* (2002) afirma que, no seu modelo, após o momento de externalização, ocorre a elicitación, quando os alunos do grupo usam seus pares como um recurso adicional para aprendizagem por meio de uma dinâmica discursiva, caracterizada por perguntas e respostas, com o propósito de confirmarem ou refutarem o que sabem sobre o assunto. Para que isso aconteça nessa etapa, é necessário primeiro que os alunos organizem seus conhecimentos, para que em seguida sejam expostos aos seus colegas de grupo. A proposição 17 destaca que a tarefa de justificar os erros do MC/E pode contribuir com o processo de elicitación. Ao ficarem em dúvida sobre uma determinada proposição, com a necessidade de ponderar se ela está certa ou errada, os alunos levantam questionamentos para seus colegas, os utilizando como referência e buscando

confirmar seu próprio julgamento sobre essa proposição. Desta forma, inicia-se o processo da busca pelo consenso.

No decorrer da busca por consenso, os grupos podem ter dois tipos de interações que dependem da sinergia⁹ do grupo (Fischer *et al.*, 2002). No primeiro tipo, os alunos não são muito ativos, tendo baixa sinergia, onde a colaboração pode até ser evitada, sendo chamado de consenso por integração, ou consenso ilusório. Na outra forma de interação, chamada de consenso por meio de conflitos, a colaboração dos pares é ativa, existe uma discussão entre eles e há uma negociação de significados entre as partes. Tipicamente, esse consenso leva a modificações nas estruturas de conhecimentos dos alunos envolvidos quando eles passam pela fase de internalização.

A fase de internalização não é mencionada por Fischer *et al.* (2002). Essa fase é explicada no modelo de Cress e Kimmerle (2008) e elas podem ser acopladas. Os autores descrevem que após a fase de externalização, os conhecimentos que foram expostos, discutidos e ressignificados devem ser internalizados pelos alunos do grupo. Essa discussão feita pelos alunos trata-se da busca por consenso descrita por Fischer *et al.* (2002). Cada aluno fará uma ressignificação diferente, pois os conhecimentos prévios são distintos entre eles, sendo essa etapa novamente um processo individual do aluno.

Quando o aluno interioriza novos conceitos, mudando a sua estrutura prévia de conhecimento, dizemos que ocorreu a aprendizagem significativa (Ausubel, 2000), como destacado na proposição 18. Se o aluno passa pelas fases de externalização, elicitación, consenso por conflito e internalização, possivelmente ele aprendeu significativamente. A aprendizagem significativa pode ser verificada por meio de uma comparação entre o que o aluno esboçou previamente com o que ele construiu depois do processo de ensino-aprendizagem. O MC/E aqui é um recurso instrucional que serve como suporte para a colaboração, potencializando cada uma das fases da CCC.

Essas etapas da CCC foram consideradas para a construção da atividade desenvolvida nesse trabalho.

⁹ A sinergia se trata de um esforço colaborativo para a realização de uma determinada tarefa.

1.6 Ponto de partida

Considerando a externalização, elicitação, consenso e internalização, uma atividade foi elaborada com o objetivo de promover cada uma dessas etapas. A Figura 11 apresenta esquematicamente, as 5 atividades (A1-A5) que foram implementadas em sala de aula nessa pesquisa.

Figura 11. Esquema da ordem em que foram dadas as tarefas aos alunos e tempo disponibilizado para cada uma delas, diferenciando condição I e II pelo momento de colaboração em vermelho.

a) Condição I

b) Condição II

Fonte: a autora.

As atividades que foram implementadas são:

- A1 (Pré-teste): Questionário para verificação do entendimento conceitual antes da atividade usando mapa conceitual com erro.
- A2 (Tarefa principal): Atividade de identificação dos erros no mapa conceitual. Os erros identificados precisam ser explicados brevemente por escrito.
- A3 (Gabarito): Apresentação dos erros existentes no mapa conceitual. Destaca-se que não é feito nenhum comentário sobre a natureza dos erros conceituais.
- A4 (Avaliação crítica): Verificação do desempenho na tarefa principal, considerando os erros identificados/não identificados. Identificação de possíveis lacunas conceituais e obstáculos de aprendizagem

(BACHELARD, 1996). Discussão sobre as explicações dadas sobre os erros identificados.

- A5 (Pós-teste): Questionário para verificação do entendimento conceitual após a atividade usando mapa conceitual com erro.

2. Objetivos, pergunta de pesquisa e hipóteses de trabalho

Os objetivos dessa dissertação foram:

- desenvolver uma atividade colaborativa utilizando um mapa conceitual com erros sobre conceitos envolvidos na genética;
- verificar em que momento inserir uma atividade colaborativa seria mais efetiva;
- analisar se o mapa conceitual com erros serve como recurso instrucional para potencializar as discussões entre os grupos;

Pergunta de pesquisa: Em que momento da tarefa a atividade colaborativa produz maiores ganhos de conhecimento declarativo?

Hipótese de trabalho: A colaboração produzirá maiores ganhos de aprendizagem quando ela ocorrer após uma tentativa individual de se identificar os erros no mapa (A2 na Figura 11). A externalização ocorrerá durante esse momento, orientando as demais etapas da colaboração - elicitación e busca por consenso (A4 na Figura 11).

3. Procedimentos de coleta

3.1 Contexto da pesquisa

A coleta de dados desse trabalho aconteceu na Escola de Artes Ciências e Humanidades (EACH-USP Leste), com 87 alunos, no ano de 2018. A escola possui um Ciclo Básico (CB), formado por um conjunto de disciplinas que contemplam várias áreas do conhecimento, ministrada a todos os alunos ingressantes. O objetivo do CB é iniciar os alunos a temas relevantes para compreender a sociedade contemporânea, com uma visão crítica e interdisciplinar construída por meio de debates (GOMES, 2005).

A disciplina ACH 0131 Ciências da Natureza: Ciência, Cultura e Sociedade (CN) integra o CB. Seu principal objetivo é discutir o processo histórico da construção do conhecimento científico e o impacto do seu desenvolvimento na sociedade. Desta forma, a disciplina possui um carácter de alfabetização científica (BYBEE e FUCHS, 2006; CORREIA *et al.*, 2010; SANTOS, 2009; McCLUNE e JARMAN, 2010). A disciplina de CN é dividida em três blocos com 5 aulas cada, com duas horas cada, sendo a última a avaliação do tema. Os blocos possuem ênfase nos seguintes temas: história da ciência e astronomia, mudanças climáticas e o desafio dos problemas desestruturados (*wicked problems*¹⁰) e bioética/biologia molecular (Figura 12). A disciplina foi ministrada para três turmas, sendo que uma turma fez parte da condição I e duas turmas foram submetidas a condição II. As aulas nas quais foram feitas as coletas de dados deste estudo estão destacadas em vermelho. Elas ocorreram dentro do bloco de bioética/biologia molecular.

¹⁰ Wicked problems, ou em português, problemas desestruturados, são problemas que não possuem uma solução única e linear. Esses problemas podem apresentar mais de uma solução, porém, essa solução não pode ser resumida em boa ou má. Também, podem ser considerados como problemas que são sintomas decorrentes de outros problemas, como por exemplo a pobreza, políticas educacionais e as mudanças climáticas (RITTEL & WEBBER, 1973).

Figura 12. Estrutura da disciplina de CN e momento de coleta de dados.

Fonte: a autora.

Os trabalhos da disciplina são organizados de acordo com duas metodologias ativas de ensino-aprendizagem: *flipped classroom* (sala de aula invertida) e o *blended learning* (ensino híbrido). A proposta da sala de aula invertida é fazer com que os alunos tenham contado previamente com o conteúdo, para que na aula possam ser feitas discussões sobre o que eles entenderam/aprenderam sobre o tema. Assim, o aluno necessariamente deve se organizar e criar a sua própria rotina de estudo (BERGMANN & SAMS, 2012). O ensino híbrido mescla as práticas pedagógicas de duas modalidades de ensino: o presencial e o EAD. Por exemplo, é possível trabalhar com textos e atividades em uma plataforma virtual e depois fazer abordagem do conteúdo de maneira presencial (GARISSON & KANUKA, 2004).

A Figura 13 mostra esquematicamente como essas duas metodologias de ensino foram utilizadas em CN. Uma semana antes da aula, o professor prepara o conteúdo que será trabalhado na aula seguinte, utilizando vídeos, textos e questionários. Esses materiais são disponibilizados para os alunos via o e-disciplinas (Moodle da USP¹¹) e os estudantes devem desenvolver as tarefas até a véspera da aula, quando se encerram os prazos das atividades. No dia da aula, os alunos formam pequenos grupos e discutem as questões que foram passadas previamente, além de novas questões dadas pelo professor. Ainda em aula, o professor abre a discussão dos pequenos grupos para toda a sala, fazendo intervenções e apontamentos sempre que necessário. Após a aula, os alunos

¹¹ [Moodle](#) é uma plataforma virtual utilizada por várias instituições. Nela os professores ou tutores podem inserir atividades e textos necessários para as suas aulas.

acessam novamente o e-disciplinas para colocarem suas respostas às questões discutidas em sala e também ver o conteúdo extra disponibilizado pelo professor.

A rotina de trabalho adotada na disciplina foi considerada ao se planejar a coleta de dados, visto que algumas atividades foram incluídas no e-disciplinas. A coleta de dados será detalhada na seção a seguir.

Figura 13: Esquema de como é implementada a sala de aula invertida e o ensino híbrido na disciplina de CN¹².

Fonte: a autora.

3.2 Instrumentos de Coleta

Cinco instrumentos foram utilizados durante a coleta de dados:

- questionário de levantamento de conhecimento prévio (pré-teste);
- mapa conceitual com erro (MC/E);
- ficha de verificação do próprio desempenho;
- pós-teste;
- questionário sobre a percepção da colaboração.

Os propósitos de cada uma das atividades (Figura 11, p.37) são descritos a seguir:

- A1 - Pré-teste: questionário para verificação do entendimento conceitual antes da atividade usando mapa conceitual com erro como recurso

¹² Figura apresentada no 5º Congresso de graduação da USP pela autora, trabalho intitulado “Desenvolvendo uma sala de aula invertida utilizando o e-disciplinas”.

instrucional para fazer o levantamento do conhecimento prévio dos alunos. Essa tarefa foi realizada via e-disciplinas entre a aula 11 e 12. Duração de 20 minutos.

- A2 - MC/E (Tarefa principal): atividade de identificação dos erros no mapa conceitual. Os erros identificados precisam ser explicados brevemente por escrito. Duração de 25 minutos.
- Respostas esperadas pelo professor: apresentação dos erros existentes no mapa conceitual. Destaca-se que não foi feito nenhum comentário sobre a natureza dos erros conceituais. Duração de 5 minutos.
- A3 - Ficha de avaliação do desempenho: os alunos fazem a verificação do próprio desempenho na tarefa principal, considerando os erros identificados/não identificados. Duração de 20 minutos.
- A4 - Pós-teste: questionário para verificação do entendimento conceitual após a atividade usando o MC/E. Duração de 20 minutos.
- A5 - Questionário de colaboração: os alunos respondem a um questionário sobre as suas percepções a respeito da atividade colaborativa. O questionário foi realizado via e-disciplinas após a aula 12. Duração de 15 minutos.

Todas as tarefas utilizadas na coleta foram desenvolvidas com base em três materiais de estudo, os quais foram disponibilizados para os alunos após eles realizarem o pré-teste na página da aula 11 no e-Disciplinas. Os materiais de estudo utilizados com os alunos e os conteúdos apresentados em cada um deles estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Materiais de estudo disponibilizados aos alunos via e-disciplinas, que nortearam a elaboração das atividades de coleta de dados.

Material de Estudo	Conteúdo abordado
Vídeo parte I ¹³ – Prof ^a Lygia da Veiga Pereira	Organização molecular do genoma Ética no uso de células tronco Aplicações das células troco
Vídeo parte II ¹⁴ – Prof ^a Lygia da Veiga Pereira	Tipos de células tronco Biossegurança
Texto ¹⁵ -“Clonagem e células tronco” - Prof ^a Mayana Zatz	Clonagem terapêutica Clonagem reprodutiva

Fonte: a autora.

¹³ Vídeo disponível no [link](#).

¹⁴ Vídeo disponível no [link](#).

¹⁵ Texto disponível no [link](#).

3.2.1 Os questionários utilizados no pré e pós-teste

As tarefas A1 - Pré-teste (Apêndice A) e A4 - Pós-teste (Apêndice B) foram compostos por 13 testes de múltipla escolha e duas questões dissertativas. Esses testes foram validados pelo professor da disciplina. Em ambas as tarefas, os alunos podiam conseguir no máximo 15 pontos (1 ponto por questão). Todos os testes apresentavam três afirmações a serem julgadas pelos alunos. Além de 5 alternativas de respostas, os testes apresentavam também uma sexta opção a ser assinalada pelos alunos que preferiam não responder. A inclusão dessa alternativa extra foi feita para reduzir a incidência de respostas aleatórias. A pontuação nos testes obedeceu aos seguintes critérios: cada afirmativa que o aluno julgava corretamente ele recebia 0,33 ponto, conforme mostra o exemplo a seguir:

[5] Considere as seguintes afirmações:

- I. Os cromossomos estão contidos no DNA. **(Correta)**
- II. Os seres vivos compartilham parte do seu DNA. **(Correta)**
- III. Os cromossomos formam os genes. **(Incorreta)**

É correto o que se afirma apenas em:

Escolha uma

- a) I. **(0,66 ponto)**
- b) II. **(0,66 ponto)**
- c) III. **(0,0 ponto)**
- d) I e II. **(1,0 ponto)**
- e) II e III. **(0,33 ponto)**
- f) Prefiro não responder **(0,0 ponto)**

Nesse caso, o teste 5 do pré-teste apresenta as afirmativas I e II corretas. Portanto, as respostas dos alunos foram pontuadas da seguinte forma:

- a) 0,66 ponto, acertou o julgamento de I como correta e III como incorreta, mas errou ao julgar II como incorreta.
- b) 0,66 ponto, acertou o julgamento de II como correta e III como incorreta, mas errou ao julgar I como incorreta.
- c) 0,0 ponto, não acertou o julgamento de nenhuma afirmação.

- d) 1,0 ponto, acertou o julgamento de I e II como corretas e III como incorreta.
- e) 0,33 ponto, acertou o julgamento de II como correta, errou ao julgar I como incorreta e o julgar de III como correta.
- f) 0,0 ponto, aluno preferiu não julgar nenhuma afirmação.

A alternativa (f) foi utilizada, pois nas avaliações da disciplina, quando o aluno erra o teste, perde 0,5 pontos, quando ele marca (f), ele não perde ou ganha, evitando as respostas aleatórias. Para as análises dessa pesquisa, a alternativa (f) foi pontuada como zero.

Nas questões dissertativas, os alunos também receberam diferentes pontuações de acordo com a resposta esperada. A seguir, são apresentados modelos de resposta para as questões dissertativas do pré e pós-teste.

Questão 14 pré-teste: Suspeitos de um roubo
--

Uma casa foi roubada e a polícia suspeita que um dos filhos dos donos da residência cometeu o crime. O ladrão utilizou luvas e não foram encontradas digitais do suspeito. Por outro lado, alguns fios de cabelo foram encontrados presos na porta do cofre. Os investigadores decidiram levar essa amostra de cabelo para obter o DNA. Considerando que os filhos do casal são gêmeos idênticos, responda:

A amostra de DNA obtida a partir do cabelo será útil para identificar qual dos irmãos cometeu o crime? Justifique a sua resposta deixando claro a sua linha de raciocínio.

O objetivo dessa pergunta foi verificar se os alunos compreendem o que é clonagem e como ela acontece pode acontecer de maneira natural. Nessa questão o aluno que respondeu que a amostra de DNA não era suficiente para determinar quem cometeu o crime, pois o DNA de gêmeos univitelinos é o mesmo recebeu 1,0 ponto. O aluno que respondeu somente que não, mas não apresentou justificativa, recebeu 0,5 ponto, e o aluno que respondeu sim, não recebeu pontos.

Questão 15 pré-teste: Organizando as coisas da forma correta

Veja como é possível organizar os conceitos a seguir, listados em ordem alfabética, sobre uma cidade: Bairro → Casa → Cidade → Quarteirão → Rua. Considerando uma organização do "todo" para as "partes", a lista acima pode ser reescrita da seguinte forma: Cidade → Bairro → Quarteirão → Rua → Casa. Agora, é a sua vez! Considere os conceitos a seguir sobre biologia molecular (listados em ordem alfabética): Bases nitrogenadas → Cromossomos → DNA → Genes → Genoma → Núcleo celular. Como você organiza essa lista de conceitos do "todo" para as "partes"?

O objetivo dessa questão foi de verificar se os alunos tinham percepção de como está organizado o genoma. Nessa questão a resposta esperada era: Núcleo

Celular → Genoma → Cromossomo → Gene → DNA → Bases Nitrogenadas. O aluno que organizou os conceitos dessa forma recebeu 1,0 ponto. Para cada conceito colocado na ordem certa o aluno recebia 0,17 ponto.

Questão 14 pós-teste: **Clonagem**

Leia a manchete a seguir publicada no site da Super Interessante em 06 de março de 2018:

Barba Streisand clonou seu cão – o que é meio errado e completamente sem sentido

Clonar pets, além de causar sofrimento a animais que já estão vivos, não adianta nada: genes iguais não garantem personalidades iguais.

Na submanchete, é apresentada uma informação referente à expressão genética: “genes iguais não garantem personalidades iguais”. Explique quais são as possíveis causas para que haja essa diferença.

O objetivo dessa questão era verificar se o aluno conseguia diferenciar questões genotípicas de fenotípicas. O aluno que respondeu que os cães da atriz não teriam a mesma personalidade, porque o meio também influencia na personalidade, ou seja, a expressão fenotípica, recebeu 1,0 ponto. O aluno que respondeu somente que o meio influencia a personalidade sem mencionar o fenótipo recebeu 0,5 ponto. Alunos que responderam fora dessas respostas não receberam nenhum ponto.

Questão 15 pós-teste: **Organizando as coisas da forma correta**

A imagem abaixo foi obtida no site BBC Brasil. Cada um dos números representa uma estrutura organizada das nossas informações genéticas.

Identifique qual número representa: Genoma, Identidade genética, Cromossomo, DNA, Gene e Bases Nitrogenadas.

O objetivo dessa questão foi verificar se os alunos têm a percepção de como estão organizados os componentes do núcleo celular. Nesse caso a resposta esperada era: 1. Bases Nitrogenadas, 2. DNA, 3. Gene, 4. Cromossomo, 5. Genoma e 6. Identidade genética. Para cada conceito colocado na posição correta, o aluno recebia 0,17 ponto.

3.2.2 Mapa Conceitual com erro (MC/E)

A tarefa A2 – MC/E foi a primeira atividade realizada na Aula 12. O mapa foi entregue aos alunos junto com uma ficha (Apêndice C e D) para registro da localização dos erros e da justificativa dos erros encontrados. Na condição I, os alunos responderam ao mapa em grupo, e na condição II, eles responderam individualmente (Figura 11).

O MC/E (Figura 14) continha 28 proposições, sendo 10 incorretas. Os alunos foram pontuados da seguinte forma: 0,5 ponto para cada erro identificado e mais 0,5 ponto se a justificativa estiver correta. Desta forma, os alunos podem receber até 1,0 ponto para cada proposição errada, totalizando 10 pontos. Por exemplo, na proposição [7] *“Fenótipo – são características → Herdáveis”*:

- a identificação desse erro vale 0,5 ponto, e
- as justificativas de que o genótipo contém as características herdáveis, ou que o fenótipo não são características herdáveis porque eles sofrem influência direta do meio, vale mais 0,5 ponto.

Com relação às proposições corretas, se o aluno indicasse como errada, não receberia nenhum ponto. Caso o aluno não marcasse nada, ele receberia 1,0 ponto, totalizando 18 pontos, por serem, no total, 18 proposições corretas. Ao término da atividade, as fichas onde os alunos indicaram e justificaram os erros foram recolhidas e o MC/E continuou com os alunos. Para os alunos da condição I, foi pedido para que saíssem da formação dos grupos.

Figura 14: Mapa com erro entregue os alunos. As proposições em vermelho contêm erros intencionalmente adicionados. Os alunos receberam uma versão em preto e branco do mapa.

Fonte: a autora, adaptado do MC/E utilizado na disciplina, construído pela própria autora.

3.2.3 Folha de avaliação de desempenho

Assim que as respostas do MC/E foram recolhidas, as respostas esperadas pelo professor, onde estavam os erros, foram projetadas para que os alunos, em outra ficha (Apêndice E e F), marcassem quais proposições erradas eles não encontraram e explicassem o porquê isso teria acontecido. Nesses casos, os alunos também deveriam indicar as proposições certas que eles marcaram como erradas e justificar o porquê eles a interpretaram dessa forma.

Na condição I, os alunos responderam a essa ficha individualmente. Na condição II, os alunos preencheram essa ficha em grupo, sendo esse o momento da colaboração para essa condição experimental.

3.2.4 Questionário de colaboração

A última atividade A5 - Questionário de Colaboração (Apêndice G) serviu para identificar a percepção que os alunos tiveram sobre o processo colaborativo. O questionário foi criado inspirado no questionário de colaboração de Boughzala & de Vreede (2015), que contém 24 questões fechadas. O questionário utilizado nessa pesquisa foi composto por 9 questões de múltipla escolha para verificar o papel de cada aluno dentro dos grupos, como eles percebiam os demais integrantes e quanto a colaboração foi eficiente. Duas questões abertas foram incluídas para os alunos registrarem a opinião deles sobre a atividade colaborativa usando MC/E.

Ao final do questionário, foi anexada uma enquete, onde os alunos podiam indicar o quanto eles tinham se preparado cada um dos três materiais de estudo. Para cada um, as respostas possíveis foram “nada”, “muito pouco”, “menos que o necessário”, “o necessário” e “mais que o necessário”.

A análise de dados e os resultados com as suas discussões foram divididos em dois momentos. Primeiramente, avaliamos a hipótese 1 desse trabalho, que explora a relação entre o momento de colaboração e o ganho de conhecimento declarativo dos alunos.

Estudo I: O momento da colaboração interfere no ganho de conhecimento declarativo?

Essa seção analisa a hipótese desse trabalho: *A colaboração produzirá maiores ganhos de aprendizagem quando ela ocorrer após uma tentativa individual de se identificar os erros no mapa.* Para verificar se essa afirmação é verdadeira, foram analisados e comparados entre as condições I e II todos os materiais obtidos nas quatro tarefas da atividade colaborativa (Figura 11).

4. Análise de dados do Estudo 1

4.1 Ganho de conhecimento declarativo

A pontuação média do pré e pós-teste foi comparada considerando as condições I e II. Essa análise foi executada por meio do teste t realizado no software SPSS versão 22 (IBM, New York, EUA). Essa comparação foi feita para verificar se o momento da colaboração interfere no ganho de conhecimento declarativo, o qual foi calculado da seguinte maneira:

$$\text{Ganho de conhecimento declarativo} = \text{Pós-teste} - \text{Pré-teste}.$$

4.2 Mapa conceitual com erro

Os dados obtidos a partir do MC/E foram analisados de 3 maneiras distintas: a análise das proposições corretas e incorretas, a análise do MC/E inteiro e a análise dos conteúdos abordados no mapa.

4.2.1 Análise do MC/E completo

A primeira análise feita foi com base na comparação das médias das condições obtidas a partir da pontuação geral do MC/E. Essa nota poderia chegar no máximo a 28 pontos, por serem 28 proposições no mapa.

Para cada uma das proposições do MC/E, tanto corretas como incorretas, foi obtida uma frequência de acertos a partir das respostas dos alunos. Com base nessas frequências, foi realizado o teste qui-quadrado, que tem como função verificar se há homogeneidade no padrão de respostas entre as condições a partir de um conjunto de categorias (HAWKINS, 2014). Nesse caso, as categorias comparadas foram as proposições corretas e incorretas dentro das condições experimentais I e II, com o objetivo de verificar se em alguma dessas condições os alunos encontravam e justificavam os erros com maior facilidade. Esse teste também foi conduzido no software *SPSS*.

4.2.2 Análise das proposições corretas x incorretas do MC/E

A média de acertos das proposições erradas e certas foram comparadas entre as duas condições experimentais. Dessa forma, os alunos tinham duas pontuações distintas uma que variava de 0 a 10, por serem 10 proposições erradas, e outra de 0 a 18 por serem 18 proposições corretas. A pontuação das proposições erradas possuía uma maior gradação, uma vez que para cada proposição o aluno ganhava 0,5 ponto para encontrar o erro e mais 0,5 ponto para justificá-lo corretamente.

Com as médias obtidas das proposições incorretas e das proposições certas foram feitos dois testes t com a intenção de verificar se havia diferença estatística entre as condições I e II ao julgar as proposições corretas e incorretas.

4.2.3 Análise dos conteúdos do MC/E

A última análise realizada com o MC/E foi com relação aos conteúdos abordados no mapa. Para isso, os conteúdos das proposições incorretas foram classificados em 5 categorias:

- Biologia celular: proposições 5 e 6 abordam estrutura e componentes celulares;
- Células tronco: proposições 24 e 27 abordam as funcionalidades das células tronco;

- Clonagem: proposições 17 e 18 abordam os tipos e os procedimentos utilizados na clonagem;
- Características individuais: proposições 7 e 14 abordam conceitos relacionados as questões genotípicas e fenotípicas;
- Mutações: proposições 9 e 10 abordam o que são e qual o papel das mutações.

As categorias serviram para indicar em quais partes do conteúdo os alunos tiveram maior dificuldade.

4.3 Respostas da ficha de avaliação do desempenho

Em ambas as condições experimentais os grupos preencheram a ficha de avaliação do desempenho com o motivo pelo qual eles teriam considerado proposições erradas como certas e proposições certas como erradas conceitualmente. Na condição I, os alunos explicaram individualmente o que levou o grupo a cometer os erros. Na condição II os alunos formaram grupos para discutir o motivo pelo qual os erros foram cometidos individualmente.

As respostas dos grupos foram analisadas a fim de se verificar se o ato de colaborar nessa parte da atividade ajuda os alunos a entenderem melhor as concepções alternativas que eles possuem sobre o tema. Essas respostas foram comparadas entre as condições com o objetivo de avaliar se colaborar nessa tarefa tem um melhor efeito no ganho de conhecimento declarativo.

4.4 Percepção da colaboração

Os alunos responderam ao questionário sobre a atividade colaborativa (Apêndice G) após a conclusão das atividades desenvolvidas em sala de aula, por meio do e-disciplinas. Com as respostas obtidas, foi analisado se houve diferença na percepção dos alunos de cada uma das condições sobre como funcionou a atividade. Cada questão de múltipla escolha do questionário continha respostas que apresentavam uma escala de uma visão negativa a positiva sobre como tinha funcionado a colaboração dentro dos grupos, variando entre 1 e 5.

As questões de múltipla escolha foram agrupadas em três categorias, como sugeridas por Boughzala & de Vreede (2015). As categorias são:

- Características da colaboração (questões 1 a 4);
- Administração do processo colaborativo (questões 5 a 7);
- Integração das informações e do conhecimento (questões 8 e 9).

As respostas das questões dissertativas também foram analisadas seguindo essa escala de percepção negativa a positiva e classificadas qualitativamente.

5. Resultados e discussão

Os resultados desse estudo serviram para verificar a hipótese se há diferença no momento da colaboração.

5.1 Resultados da comparação do pré com o pós-teste

Ao comparar os resultados do pré com o pós-teste, a fim de avaliar se houve um maior ganho de conhecimento declarativo em alguma das condições, na condição I os alunos tiveram no pós-teste uma nota $2,5 \pm 2,4$ pontos maior quando comparado com o pré-teste. Na condição II, os alunos tiveram uma nota $2,3 \pm 2,2$ pontos maior no pós-teste. Com $t=0,638$ e $p=0,525$, essa diferença não é estatisticamente significativa, pois tem $p>0,005$. Isso mostra que o ganho de conhecimento declarativo foi praticamente o mesmo para os alunos de ambas as condições.

Esse resultado indica que mesmo que os alunos da condição II tenham mais tempo para externalizar e fazer uma elicitación mais direcionada (FISCHER *et al.*, 2002), ao final das tarefas, os alunos nas duas condições obtiveram o mesmo nível de desempenho no pós-teste, a internalização dos conceitos (CRESS & KIMMERLE, 2008) aconteceu de maneira similar independentemente do formato da colaboração (AUSUBEL, 2000).

5.2 Resultado do Mapa conceitual com erro

Os resultados do MC/E estão divididos em duas partes. A primeira, que apresenta a comparação dos resultados das proposições corretas e incorretas, e a segunda, que mostra o resultado obtido ao analisar o mapa inteiro sem diferenciar as proposições.

5.2.1 Resultado do MC/E completo

Ao comparar as médias das pontuações do mapa inteiro, com uma nota máxima igual a 28 pontos, entre as duas condições, obteve-se que na condição I a média de acerto foi $24,6 \pm 2,5$, e na condição II a média foi $21,6 \pm 2,1$. Essa diferença não é estatisticamente diferente, visto que $t=5,942$ e $p=0,218^{16}$. Ou seja, os alunos de ambas as condições tiveram o mesmo desempenho.

A outra análise feita foi a partir da frequência de acertos para cada proposição, isto é, número de vezes que os alunos indicaram uma determinada proposição como errada. De acordo com o qui-quadrado realizado com essas frequências de cada proposição, obteve-se que a quantidade de acerto das proposições erradas P5, P6, P7, P10, P14, P17 e P27 (Figura 14) foram estatisticamente diferentes entre as duas condições. Quando os alunos procuram os erros em grupo (condição I), a frequência de acerto é mais alta comparada com a condição II, de encontrar os erros individualmente, como visto no gráfico da Figura 15. As proposições erradas P9, P18 e P24, juntamente com todas as proposições corretas, não tiveram diferença estatística; nesse caso, em ambas as condições, o índice de acerto no julgamento delas foi muito próximo nas duas condições.

Figura 15: Gráfico de frequência de acertos nas proposições erradas do mapa. A linha preta representa a frequência de acertos da condição I e a linha verde representa a frequência de acertos da condição II. As proposições com diferença estatística significativa ($p>0,005$) estão destacadas em vermelho.

Fonte: a autora.

¹⁶ A diferença é estatisticamente diferente quando $p < 0,005$

O teste qui-quadrado mostrou que a proposição correta P25 (Células diferenciadas – são → Células especializadas) também é estatisticamente diferente. Na condição II, nenhum aluno indicou a proposição como errada, enquanto na condição I, 16% dos alunos indicaram que essa proposição estava incorreta. Esse erro indica que esses alunos não assimilaram que uma célula é especializada em uma determinada função quando essa é diferenciada da célula tronco original. Quanto mais especializada a célula, mais diferenciações entre as gerações celulares ocorreram. Essa concepção alternativa acontece porque os alunos têm dificuldade conceitual com assuntos mais fundamentais da biologia molecular, uma vez que os alunos não entendem adequadamente a estrutura celular, eles não conseguem assimilar de maneira apropriada a reprodução celular (BRIGGS *et al.*, 2016).

A distinção entre as duas condições que explica o porquê os alunos da condição I (Mapa em grupo) encontram mais facilmente os erros em comparação aos alunos da condição II (Mapa Individual) está no momento da atividade em que acontecem a fase de elicitação. A Tabela 4 indica qual fase da construção colaborativa do conhecimento (FISCHER *et al.* 2002) ocorre em cada tarefa da atividade aplicada.

Tabela 4: momentos em que aconteceram a externalização, elicitação e consenso em cada uma das condições experimentais.

	<i>MC/E</i>	<i>Respostas do professor</i>	<i>Folhas de desempenho</i>
<i>Condição I</i>	Externalização Elicitação Consenso (resolver)	Internalização	Internalização
<i>Condição II</i>	Externalização	Externalização Elicitação	Elicitação Consenso (entender) Internalização

Fonte: a autora.

Na condição I, o MC/E serve como recurso instrucional que permite a externalização e elicitação. Ao ler o mapa, os alunos trazem à tona grande parte do conhecimento que possuem sobre biologia molecular, inclusive as suas lacunas no entendimento no tema, e, por estarem em grupos, eles já podem consultar os seus pares para discutir e esclarecer as suas dúvidas. Quando o professor projeta as

respostas esperadas, os alunos confirmam se as suas dúvidas foram realmente esclarecidas. Nesse momento, eles internalizam o que foi discutido junto como que foi passado pelo professor. No momento em que eles preenchem as folhas de desempenho, essa internalização é expressada.

Na condição II, o MC/E possui unicamente o papel de facilitar a externalização, já que ele serve somente para ajudar os alunos a acessarem seus conhecimentos prévios necessários para resolver a tarefa. A entrega da resposta do professor serve como uma primeira fase de esclarecimento de dúvidas, que se enquadra na fase de elicitação. As demais dúvidas e lacunas que os alunos possuem são resolvidas com a ajuda dos seus pares, quando formam grupos para responder à folha de desempenho, onde os alunos devem justificar o porquê não julgaram adequadamente as proposições do MC/E. Associada à folha de desempenho também está a fase de internalização, realizada logo após a discussão com os pares. Ao solucionar as dúvidas remanescentes, o aluno precisa agregar o conteúdo discutido aos seus esquemas prévios.

5.2.2 Resultado da comparação das proposições corretas x incorretas do MC/E

Ao considerar somente as proposições erradas do MC/E na condição I, a média de acerto foi $7,4 \pm 2,4$, enquanto para a condição II, a média obtida foi $4,6 \pm 1,8$. Esta diferença é estatisticamente diferente, já que $t=6,273$ e $p=0,000$. Esses resultados mostram que os alunos que responderam ao MC/E em grupo tiveram maior facilidade para encontrar e justificar os erros que os alunos que responderam individualmente.

Para as proposições certas, na condição I, a média de acerto foi $17,3 \pm 0,5$, e na condição II, a média foi $17,0 \pm 1,8$. Essa diferença não é estatisticamente diferente, já que $t=1,448$ e $p=0,151$. Esses resultados mostram que, independente da condição experimental em que estão os alunos, eles julgam as proposições certas adequadamente.

Os dados revelam que na condição I os alunos têm um desempenho melhor no julgamento das proposições incorretas. Isso se explica pelo fato que esses alunos passam pela fase de externalização e elicitação na tarefa com o MC/E. Os alunos

tiram as suas dúvidas com seus pares e chegam ao consenso da resposta correta com mais facilidade que os alunos da condição II, que somente externalizam nessa tarefa (discussão será mais aprofundada na subseção seguinte).

5.2.3 Resultados sobre os conteúdos do MC/E

Sobre os conteúdos abordados no MC/E, a Tabela 5 mostra a porcentagem de acerto em cada uma das categorias para cada condição experimental. A linha “Geral” apresenta a porcentagem de acertos para todos os 87 alunos.

Tabela 5: Porcentagem de acertos das condições experimentais em cada uma das categorias de conteúdo.

	<i>Biologia celular</i>	<i>Características individuais</i>	<i>Mutação</i>	<i>Clonagem</i>	<i>Células tronco</i>
<i>Condição I (n=31)</i>	63%	68%	84%	74%	77%
<i>Condição II (n=56)</i>	24%	37%	60%	50%	54%
<i>Sig.*</i>	0,000	0,001	0,000	0,001	0,005
<i>Geral (n=87)</i>	38%	48%	68%	58%	63%

*Sig é a significância (p), valor que indica se a diferença entre as condições é significativamente diferente, obtida por meio do qui-quadrado

Fonte: a autora.

Os conteúdos de Biologia Celular e Características Individuais são os que, no geral, os alunos apresentam as maiores dificuldades. Esse tipo de conteúdo é o que mais aborda a parte de genética no tema trabalhado. Em Biologia Celular, onde foram abordados temas da composição molecular da célula, esse tema é considerado um obstáculo de aprendizagem (BACHELARD, 1996), pois os alunos têm concepções alternativas de como a informação genética está organizada (BRIGGS *et al.*, 2016). Os conteúdos de genética em Biologia já são conhecidos como conteúdos problemáticos, por envolver diversos jargões da área e serem abstratos para os alunos, o que dificulta o entendimento (ZUKSWERT *et al.*, 2019). Os alunos possuem dificuldade para entender como a informação genética está contida na célula. Tópicos mais avançados como o genótipo e a expressão fenotípica, abordados na categoria Características Individuais (BRIGGS *et al.*, 2016), também se mostram

como um obstáculo de aprendizagem (BACHELARD, 1996). Esses conceitos demoram um tempo para ser internalizados pelos alunos, e segundo Zukswert (*et al.*, 2019), a melhor forma para que isso aconteça é expondo os alunos continuamente a esses termos.

Os alunos da condição I mostram maior facilidade para encontrar os erros. Nas duas categorias em que os alunos no geral têm o menor desempenho, os alunos da condição I tem desempenho muito maior. Essas porcentagens de acertos foram submetidas ao qui-quadrado e em todas as categorias houve diferença estatística significativa, sendo em todas elas $p > 0,005$. Esse resultado mostra que ao fazer a tarefa MC/E em grupo, as discussões entre os pares facilitam que os alunos encontrem onde estão as relações erradas do mapa.

5.3 Resultado das Respostas da ficha de avaliação do desempenho

Nas fichas de auto avaliação (Apêndice E e F), os alunos tiveram a oportunidade de falar abertamente o motivo pelo qual eles teriam julgado de maneira inadequada as proposições do MC/E. Na condição I, onde as fichas foram respondidas por 31 alunos individualmente, obteve-se cinco categorias de resposta (Figura 16 a). A justificativa mais frequente dada pelos alunos foi de que eles tinham uma concepção errada sobre o assunto. Em outra justificativa, 3 alunos afirmaram que não tiveram tempo suficiente para ler todo o mapa. As outras três justificativas mostram uma tentativa de busca por consenso.

Figura 16. Respostas dados pelos alunos nas duas condições sobre o motivo que os levou ao erro

a)

b).

Fonte: a autora.

Das respostas dadas pelos alunos da condição I, algumas foram selecionadas para ilustrar como aconteceu a busca por consenso indicada nas folhas de avaliação do desempenho.

- Falta de consenso: “O grupo ficou em dúvida e preferimos não registrar.” – essa afirmação indica que o grupo não conseguiu entrar em acordo sobre qual seria a resposta correta.
- Consenso por integração: “Contrariamos a maioria do grupo, eu achava que esta afirmação estava incorreta.” – essa afirmação mostra que houve uma tentativa de discussão no grupo por parte do aluno, mas ao final ele acatou a decisão do grupo.
- Consenso por conflito: “Mesmo pensando que cromossomos são diferentes para o fenótipo, na conversa com colegas concluímos que funções diferentes possibilitariam que fossem cromossomos diferentes”. – aqui, o aluno mostra que tinha um ponto de vista e, com as discussões feitas no grupo, eles chegaram em um consenso final tentando levar em consideração as diferentes visões do grupo.

Essas respostas mostram claramente que, durante a tarefa do MC/E, os alunos da condição I focaram na busca por consenso. As falas dos alunos indicam não só o sentido da discussão dos grupos, como também mostram a sinergia entre eles (FISCHER *et al.* 2002). Quando há falta de consenso ou consenso por integração, há indicação de que a sinergia entre os pares estava baixa, enquanto que quando há consenso por conflito, há indicação de que houve discussão entre os alunos, uma alta sinergia.

Na condição II, foram observados somente duas categorias de respostas (Figura 16 b). Dos 56 alunos nessa condição, 54 informaram que tinham concepções erradas sobre as relações entre os conceitos, e 2 alunos afirmaram que não encontraram o erro por falta de tempo. Para a condição II, foi durante essa tarefa de justificar o próprio desempenho que ocorreu a colaboração. Entretanto, em nenhuma das folhas os alunos fizeram menção ao grupo em que estavam trabalhando. Isso acontece, pois, nessa condição, a busca por consenso não é tão explorada, já que os alunos não precisam chegar a uma resposta certa, uma vez que o gabarito já foi mostrado. Nessa condição, as folhas de desempenho auxiliam os alunos a entender seus erros ou preencher lacunas conceituais.

5.4 Resultados do questionário de colaboração

O questionário de colaboração (Apêndice G) mostrou que os alunos das duas condições tiveram percepções diferentes sobre como se deu o processo. Os resultados são descritos de acordo com as categorias que foram classificadas as questões.

Os gráficos (a) a (d) da Figura 17 apresentam a frequência das respostas dadas pelos alunos na categoria Características da Colaboração. O padrão de respostas dos alunos das duas condições possui algumas diferenças. Os alunos da condição I apontaram respostas que indicam que os alunos estavam engajados em colaborar. Esses alunos também possuem uma visão mais clara a respeito da razão pela qual eles estavam trabalhando em grupos.

Na questão 1, o padrão de respostas dos alunos das duas condições é o mesmo. Entretanto, alguns alunos da condição II apontam que não está claro o motivo pelo qual a atividade colaborativa estava ocorrendo.

Na questão 2, sobre a frequência e intensidade das interações, obteve-se que na condição I predomina a resposta de “alta durante toda a atividade” e não aparecem respostas que indicam que a colaboração não funcionou no grupo, o que confirma a alta sinergia dos grupos. O cenário é diferente na condição II, onde aparecem as respostas “fraca/mínima” e “irregular”, confirmando a baixa sinergia entre os pares. Nenhuma das duas condições apontou não ter havido nenhum tipo de interação.

Figura 17. Gráficos sobre as questões 1 a 4 do questionário de colaboração, classificadas como Características da Colaboração.

a)

b)

c)

d)

Fonte: a autora.

Sobre o modo de trabalho adotado abordado na questão 3, os alunos da condição I indicaram que em todos os grupos houve discussão entre os integrantes e, no geral, eles chegaram a uma única resposta final. Na condição II, observa-se que o método de trabalho foi mais individual, o que aconteceu por causa do formato da tarefa, onde os alunos tinham que entender em grupo o porquê cometeram os erros na tarefa individual.

A questão 4 tenta verificar como os alunos colaboraram. Os alunos da condição I declararam que, no geral, houve grande engajamento dos alunos, mas que eles primeiro fizeram a tarefa, para depois discutir no grupo. Os alunos da condição II tiveram uma percepção mais individualista, mais uma vez indicando que o formato da tarefa faz diferença no momento da colaboração. Na condição II, a discussão não parecia ser tão importante quanto na outra condição, pois os alunos não tinham que chegar ao consenso de uma resposta final, e sim somente entender o porquê eles deram respostas equivocadas no MC/E.

Por esse grupo de questões fica claro como o momento da colaboração afeta a sinergia dos grupos. Na condição I, os alunos estão mais engajados em encontrar as proposições erradas, discutindo para chegar à resposta certa, fazendo com que os grupos dessa condição tenham uma alta sinergia. Na condição II, os alunos já sabem a resposta, restando somente consultarem os pares em caso de dúvidas não bem esclarecidas ainda, provocando a baixa sinergia entre os participantes dos grupos (FISCHER *et al.*, 2002).

A outra categoria buscava entender como os alunos administraram a colaboração. Para os alunos da condição I, a parceria com seus pares foi melhor administrada na perspectiva deles. Mais uma vez, os alunos da condição II declararam uma percepção mais individualista de como transcorreu a atividade, sem ter a mesma interação apresentada na condição I.

Os gráficos (a) e (b) (Figura 18) mostram as respostas dos alunos para as questões 5 e 6. No gráfico da questão 5, referente ao grau de participação dos indivíduos dos grupos, os alunos da condição I declaram que houve alta sinergia na grande maioria dos casos, enquanto nos outros eles apontam como muito alta. Na condição II, a maior parte dos alunos também declara esse padrão de resposta, mas

também há uma grande quantidade de alunos que indicam que a participação foi regular e alguns ainda dizem que foi baixa, o que indica baixa sinergia entre os grupos.

As respostas dadas para a questão 6, sobre como o grupo chegou a resposta final da tarefa, outra vez indica uma visão mais positiva dos alunos da condição I, em que todos ou quase todos ajudaram a chegar ao consenso final sobre a resposta certa, o que evidencia que houve discussão dentro do grupo. Já na condição II, essas respostas também são predominantes, porém alguns alunos apontaram que cada um chegou a sua própria resposta, enquanto outros apontam que não chegaram, indicando falta de discussão nos grupos. Nenhum dos alunos das duas condições afirmou que uma única pessoa foi a responsável por chegar na resposta final da tarefa. Mais uma vez, é possível perceber a sinergia dos grupos nas duas condições.

Figura 18: gráficos sobre as questões 5 e 6 do questionário de colaboração, classificadas como Administração da colaboração.

a)

b)

Fonte: a autora.

A sétima questão do questionário de colaboração, mostrada no gráfico da Figura 19, apresenta uma das respostas menos esperadas. Essa questão tem o objetivo de verificar como os alunos percebem o seu próprio papel dentro dos grupos. No geral, nas duas condições os alunos declaram que tiveram o mesmo papel que os seus colegas, mas na condição II, alguns alunos declararam que lideraram o processo colaborativo. Essa resposta mostra que o ato de colaborar para entender o próprio erro não é tão intuitivo quanto colaborar para chegar à resposta final de uma tarefa, fazendo necessário que alguém do grupo lidere para que a atividade aconteça como foi solicitado.

Figura 19. Gráficos sobre a questão 7 do questionário de colaboração, classificadas como Administração da colaboração.

Fonte: a autora.

A terceira categoria, chamada de Integração das Informações e do Conhecimento, tenta verificar se os alunos tiveram voz dentro dos grupos e se eles entraram em consenso na resposta final (Figura 20). Sobre a percepção individual dos alunos, questão 8, foi perguntado se eles ajudaram o grupo a chegar na resposta final. Nas duas condições, os alunos indicaram que sim, se não foi em toda a tarefa, foi regularmente durante o desenvolvimento dela. Na condição II, um quarto dos alunos indicaram que ajudaram, mas apenas um pouco, outro fato que mostra a influência do formato da tarefa, já que, quando são mostradas as respostas do MC/E

para os alunos, eles por si mesmos já conseguem entender o motivo que os levaram ao erro.

A questão 9 tenta verificar se houve consenso dos alunos para a resposta final entregue. Os alunos de ambas condições indicaram a opção em que aponta que na grande maioria das questões, eles concordam com a resposta final produzida pelo grupo. Os alunos da condição I indicam mais vezes que concordam com todas as respostas. Alguns alunos da condição II indicaram que concordam só com metade das respostas, o que sugere que eles não ficaram satisfeitos ou convencidos com as respostas apresentadas pelos seus pares ao seu próprio erro. Aqui, é possível notar que, mais uma vez, os alunos da condição I têm maior sinergia que os alunos da condição II.

Figura 20: gráficos sobre as questões 8 e 9 do questionário de colaboração, classificadas como Integração das informações e do conhecimento.

a)

b)

Fonte: a autora.

Na segunda parte dissertativa do questionário, foi solicitado, na questão 10, que os alunos descrevessem como funcionou a colaboração. Todos os alunos da condição I se mostraram muito satisfeitos com o funcionamento da colaboração, enquanto na condição II, em que eles discutiam durante a avaliação do seu desempenho, 7 alunos indicaram que não gostaram desse formato de colaboração e que ela não tinha sido eficiente.

A questão 11, que procurava saber se o aluno voltaria a participar daquele grupo, indicou que somente 3 alunos da condição II disseram que não voltariam, porque os colegas não estavam participando da discussão e, por consequência, não estavam fazendo nada. Dois alunos da condição I informaram que não conheciam bem os demais integrantes do grupo, mas que a colaboração funcionou de maneira eficiente, sendo possível manter essa formação do grupo em outra colaboração futura.

Os alunos da condição I indicaram, em todas as questões, uma opinião positiva sobre o processo colaborativo, o que ajuda a justificar porque esses alunos encontraram com maior facilidade os erros no MC/E (página 42).

A relação do aluno com o conteúdo tem grande influência em como acontece o processo colaborativo. Essa relação é relativa ao formato da tarefa (PETERS & ARMSTRONG, 2002). Para os alunos, o papel da colaboração fica mais evidente quando o grupo precisa entrar em consenso para entregar uma resposta única final, sendo mais efetiva na condição I. Na condição II, não há uma resposta única final para a tarefa, já que cada aluno precisa entregar a sua própria solução. Muitas das dúvidas dos alunos já são solucionadas sozinhas quando a resposta esperada é mostrada a eles, diminuindo a importância da colaboração durante a atividade. Isto é, as repostas do professor diminuíram a interação entre os alunos (elicitación e busca por consenso), limitando-a a uma etapa de externalização. Ou seja, na condição II o gabarito simplificou a tarefa.

Na última parte do questionário, onde os alunos podiam indicar o quanto eles tiveram de contato com cada material de estudo, não houve diferença relevante entre as condições, uma vez que, independente da condição, a dinâmica da sala de aula invertida (BERGMANN & SAMS, 2012) é utilizada nas duas turmas. Os gráficos (Figura 21) abaixo mostram a indicação de cada uma das turmas do quanto foi trabalhado cada um dos materiais por eles. Nas duas condições, o texto “Clonagem

e células tronco”, da professora Mayana Zatz, foi o material que os alunos tiveram menos contato, enquanto os dois vídeos da professora Lygia da Veiga Pereira foram bem trabalhados, com a pequena diferença que o segundo vídeo foi mais trabalhado pelos alunos da condição I.

Figura 21. Indicação de quanto foi estudado cada um dos materiais de estudo pelos alunos de cada condição.

a)

b)

Fonte: a autora.

6. Conclusão do estudo 1

Essa seção verificou a hipótese de que o momento da colaboração influencia no ganho de conhecimento declarativo. Para isso, os alunos foram divididos em duas condições experimentais, onde em uma (I) os alunos colaboraram durante a tarefa do MC/E, e na outra (II) os alunos colaboraram após receber as respostas esperadas, devendo tentar entender dentro dos grupos a razão pela qual eles não chegaram a resposta correta.

Os resultados do ganho de conhecimento declarativo, feito a partir das notas de pré e pós-teste, não mostraram diferença significativa. Os alunos de ambas as condições tiveram um ganho similar, mostrando que o momento da colaboração não interfere na quantidade de ganho de conhecimento declarativo.

As tarefas entre o pré e o pós-teste mostraram que há diferença em como a colaboração é estabelecida para os alunos. Os resultados do MC/E, das folhas de desempenho e do questionário de colaboração mostraram que a colaboração feita pelos alunos da condição I foi mais efetiva do que na condição II. Os alunos que colaboraram ao resolver o MC/E encontraram mais facilmente os erros e declararam com maior frequência que a colaboração foi efetiva e que aconteceu de forma mais natural.

Esses dados vão contra a previsão de hipótese de que os alunos da condição II teriam uma forma melhor de colaboração. O que aconteceu nessa condição foi que os alunos tiveram mais dificuldade para encontrar os erros e tiveram uma visão mais pessimista da atividade colaborativa. A entrega das respostas do professor tirou a necessidade de elicitación, logo, também não se fez necessária a busca por consenso.

Com base nessas conclusões, foi feita uma análise com o objetivo de observar se, independentemente da condição experimental, existia um agrupamento natural do desempenho dos alunos. Essa nova análise foi chamada de Estudo 2 e é apresentada a seguir.

Estudo 2: Busca de agrupamentos naturais:

As análises e resultados da seção anterior não nos trouxeram respostas satisfatórias se há diferença significativa entre os alunos. Essa seção se propõe a verificar se existe algum padrão de desempenho dos alunos durante as tarefas. Aqui, as análises não foram feitas separando os alunos em condições experimentais, mas foi mantida a separação por materiais utilizados.

A pergunta de pesquisa desse estudo foi: existem grupos naturais de alunos com desempenhos parecidos?

Hipótese: sim, a análise dos dados de desempenho pré e pós-teste indicará diferentes padrões naturais de desempenho entre os alunos

7. Análise de dados do estudo 2

7.1 Análise pré e pós teste

Para verificar o desempenho dos alunos, a análise feita com o pré e pós-teste teve o objetivo de verificar se existem padrões nos desempenhos dos alunos e o nível de dificuldade com os conteúdos. O conteúdo das afirmações dos testes foram categorizados da mesma forma como foi feito no MC/E (página 36), como mostrado na Tabela 6.

Tabela 6: Categorização das questões do pré e pós-teste de acordo com o conteúdo abordado.

	<i>Biologia celular</i>	<i>Células tronco</i>	<i>Clonagem</i>	<i>Características individuais</i>	<i>Mutação</i>
Pré-teste	1, 5, 6, 7, 9 15	1, 2, 4	3, 12, 13	8, 14	10, 11
Pós-teste	1, 5, 6, 7, 9, 15	1, 2, 4	3, 12, 13, 14	8	10, 11

Fonte: a autora.

As médias de acertos em cada uma das 5 categorias foram submetidas a análise hierárquica de agrupamento (AHA), no software *Pirouette 33*¹⁷, para verificar se havia grupos de alunos com mais ou menos dificuldade em um determinado tema. Os grupos obtidos nessa análise foram submetidos ao teste ANOVA, para verificar se os grupos tinham diferença estatística dentro dessas categorias. Para confirmar essas diferenças, foi feito o teste post-hoc de Tukey, que verifica a efetividade da diferença obtida na ANOVA (HAWKINGS, 2014), esses testes também foram realizados no software *SPSS*.

7.2 Análise do mapa com erro completo.

Os 5 clusters obtidos com os desempenhos dos alunos na comparação pré e pós-teste foi utilizado para verificar se há um padrão de resposta nesses clusters, com relação a encontrar e justificar o erro do MC/E. A mesma pontuação

¹⁷ [Link](#)

utilizada na análise do mapa em colaboração foi utilizada para esta análise (página 43).

O desempenho foi observado para cada uma das proposições, entre certas e erradas, e foi realizada uma comparação qualitativa entre o desempenho geral e o desempenho de cada um dos clusters.

7.3 Análise das proposições categorizadas

A primeira categoria analisada foi entre proposições certas e erradas do MC/E. Depois dessa análise, as categorias criadas na análise dos agrupamentos naturais para pré e pós-teste (página 65) foram replicadas para as proposições erradas do MC/E (página 65) como indicado na Tabela 7 abaixo:

Tabela 7: Categorização das questões do pré e pós-teste de acordo com o conteúdo abordado.

	<i>Biologia</i>	<i>Células</i>	<i>Clonagem</i>	<i>Características</i>	<i>Mutação</i>
	<i>celular</i>	<i>tronco</i>		<i>individuais</i>	
Proposições	5, 6	24, 27	17, 18	7, 14	9, 10

Fonte: a autora.

Essas categorias foram utilizadas para comparar o desempenho no MC/E com o pós-teste, nos clusters obtidos. O objetivo foi verificar se o mapa poderia causar algum impacto no entendimento dos alunos na hora de responder as questões do pós-teste.

8. Resultados

8.1 Agrupamentos pré e pós-teste.

Com relação aos conteúdos, os resultados dos alunos foram submetidos ao AHA, que identificou 5 grupos de alunos. Esses grupos foram confirmados como estatisticamente diferentes, com exceção da categoria Células tronco no, pós-teste [$F(4, 82) = 3,140$, $p=0,19$] e Mutação, no pré-teste [$F(4, 82) = 1,437$, $p=0,229$], ou seja, entre os 5 grupos, nessas categorias, todos os 87 alunos tiveram um desempenho similar. A Tabela 8 mostra o desempenho dos alunos no pré e pós-teste para cada uma das 5 categorias.

Tabela 8: Desempenho dos alunos nas 5 categorias de conteúdo. A linha geral mostra as médias nas categorias considerando todos os alunos. As cores representam o desempenho do grupo comparado com a média geral dos alunos, sendo verde alto, amarelo médio e vermelho baixo. Os números marcados em vermelho indicam queda no desempenho no pós-teste comparado ao pré-teste.

	Biologia Celular			Células Tronco			CLONAGEM			CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS			MUTAÇÕES		
	PRÉ	PÓS	GANHO	PRÉ	PÓS	GANHO	PRÉ	PÓS	GANHO	PRÉ	PÓS	GANHO	PRÉ	PÓS	GANHO
Geral	49%	66%	17%	58%	78%	20%	54%	60%	6%	42%	63%	21%	81%	65%	-16%
1	64%	77%	13%	76%	83%	7%	65%	78%	13%	38%	76%	38%	88%	81%	-7%
			B			D			B			B			B
2	47%	69%	22%	55%	87%	32%	70%	68%	-2%	90%	91%	1%	79%	71%	-8%
			A			B			C			C			B
3	38%	60%	22%	44%	71%	27%	32%	50%	18%	29%	94%	65%	73%	58%	-15%
			A			B			B			A			C
4	41%	57%	16%	45%	86%	41%	42%	77%	35%	50%	17%	-33%	77%	90%	13%
			B			A			A			D			A
5	44%	57%	13%	56%	70%	14%	57%	38%	-19%	31%	20%	-11%	84%	41%	-43%
			B			C			D			D			D

Os subgrupos representam diferenças significativas entre as médias (Sig. < 0,05) obtidas a partir do teste Post Hoc de Tukey para o ganho de conhecimento. A letra A indica o subgrupo com melhor desempenho e as letras B-D desempenhos cada vez piores.

Fonte: a autora.

No conteúdo de mutações, todos os grupos de alunos tiveram uma queda no desempenho no pós-teste, com exceção do grupo 4, onde os alunos melhoraram significativamente sua compreensão sobre o tema. Esse fato pode ter ocorrido, pois as questões sobre mutações são as mais diferentes no formato do pré para o pós-teste. Essa categoria também abordava conceitos sobre seleção natural e evolução, que igualmente são conhecidos como obstáculos de aprendizagem (BRIGGS *et al.*, 2016).

O grupo 1 é o grupo em que os alunos apresentam os melhores desempenhos comparado com a média geral dos alunos. A única categoria que eles apresentam desempenho mediano foi características individuais do pré-teste. Em todas as categorias, os alunos mostraram que tiveram ganho de conhecimento declarativo, menos na categoria mutação, onde eles tiveram uma ligeira queda na pontuação do pós-teste. Esse grupo foi composto por 12 alunos da condição I e 14 da condição II.

No grupo 2, os alunos apresentaram um desempenho entre regular e alto. Esses alunos têm uma queda no desempenho nas categorias Clonagem e Mutações. Nas demais, eles apresentaram aumento na sua pontuação. Esse grupo é composto por 7 alunos da condição I e 3 da condição II.

O grupo 3 foi composto majoritariamente por alunos da condição II, sendo somente 4 alunos da condição I. A característica principal desse grupo é que nele é onde estão contidos os alunos que possuem o menor desempenho no pré-teste e desempenho mediano no pós-teste, menos na categoria Características Individuais, em que tiveram um aumento significativo na pontuação do pós-teste.

O grupo 4 é o único em que os alunos melhoram o entendimento na categoria Mutação. Na categoria Características Individuais, eles apresentam uma queda no seu entendimento. Nas outras categorias, eles apresentam baixo desempenho no pré-teste e alto no pós-teste. Apesar dos alunos terem melhorado no desempenho da categoria Biologia Celular, no pós-teste eles apresentam desempenho muito inferior comparado com o valor de referência. Esse grupo é formado por 3 alunos da condição I e 5 da condição II.

Dos 21 alunos que compõem o grupo 5, da condição I há 5 alunos e na condição II, 16 alunos. Esse grupo se caracteriza por ter o desempenho mais baixo em todas as categorias, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Esses alunos só

apresentaram melhora no desempenho nas categorias Biologia Celular e Células Tronco, nas demais categorias esses alunos apresentaram queda no desempenho.

Os grupos 1 e 2 são aqueles em que os alunos tiveram os melhores desempenhos no pós-teste. Nesses grupos estão 61% dos alunos da condição I, o que pode indicar que a colaboração trouxe melhores resultados para o ganho de conhecimento factual quando os alunos fizeram o mapa em grupo. Outro dado que corrobora esse fato é que os grupos 4 e 5 são os que apresentam os resultados mais baixos no pós-teste, nesses grupos estão 46% dos alunos da condição II, mostrando que a discussão durante a avaliação do próprio desempenho não foi tão efetiva. Isso acontece, pois a elicitação ocorre em um momento separado da externalização (FISCHER *et al.*, 2002), prejudicando a qualidade da discussão.

As dificuldades apresentadas pelos alunos no pré e pós-teste, são as mesmas que foram identificadas no MC/E, ou seja, nos conteúdos de Biologia Celular e Características Individuais. Essas dificuldades voltam a se apresentar, pois os alunos não têm entendimento da organização celular, o que não permite que eles consigam dominar assuntos mais complexos (ver discussão páginas 52 e 53).

8.2 Resultado do agrupamento natural com o mapa completo

A comparação realizada entre as proposições certas e a soma das mesmas não apresentou nenhuma diferença. Em média, os clusters tiveram seus acertos em torno de 98% a 100% nas proposições corretas. Por isso, somente as proposições erradas foram consideradas. A Tabela 9 abaixo mostra como foi o desempenho dos clusters em porcentagem em cada uma das 10 proposições erradas. O “n” dividido em duas partes indica a quantidade de alunos na condição I e II, respectivamente.

Tabela 9: Porcentagem de acertos de cada cluster para cada uma das proposições incorretas. O n em parênteses indica o número de alunos na condição I e II respectivamente.

Cluster	P5	P6	P7	P9	P10	P14	P17	P18	P24	P27
GERAL (n=31 56)	43%	36%	45%	55%	80%	54%	49%	67%	66%	59%
1 (n=12 14)	48%	40%	50%	69%	96%	54%	50%	79%	75%	77%
2 (n=7 3)	68%	45%	64%	73%	82%	82%	55%	73%	77%	73%
3 (n=4 18)	26%	29%	52%	52%	76%	45%	43%	52%	71%	67%
4 (n=3 5)	25%	50%	38%	44%	81%	56%	44%	63%	63%	50%
5 (n=5 16)	45%	14%	21%	36%	67%	33%	52%	69%	43%	26%

Fonte: a autora.

A relação entre a porcentagem de acertos de cada cluster em cada uma das proposições erradas foi expressada na Figura 22 abaixo. A linha preta indica qual o desempenho geral da sala e, dessa forma, é possível visualizar quais cluster tiveram desempenho acima, abaixou ou próximo ao desempenho da turma.

Figura 22: Gráfico com o desempenho dos clusters de alunos para cada proposição com erro. O desempenho é dado pela porcentagem de acertos. A linha preta representa a média de acertos da sala nas proposições.

Fonte: a autora

O cluster 1 e 2 são os grupos onde os alunos apresentam o melhor desempenho em encontrar os erros no MC/E. O cluster 2 inclusive apresenta um desempenho muito alto na proposição 14 (Gêmeos univitelinos – são diferenciados pelo → Genótipo).

O cluster 3, no geral, tem um desempenho médio para encontrar os erros, apresentando certa dificuldade nas proposições 5, 6 e 18. Nesse cluster, 82% dos alunos são da condição II.

O cluster 4 possui um comportamento diferente dos demais. No geral, ele possui um desempenho médio. Na proposição 5 (Genes – são formados por → Cromossomos), o desempenho é muito baixo. Nas proposições 7, 9 e 27, os alunos apresentam baixo desempenho. Porém, na proposição 6 (Cromossomos – são diferentes entre → Fenótipo/Genótipo), os alunos apresentam um desempenho muito alto, inclusive comparável aos cluster 1 e 2.

O cluster 5 é o que tem o desempenho mais baixo. Somente nas posições 5, 17 e 18, os alunos possuem um desempenho médio. Nas proposições 9 e 24, os alunos possuem baixo desempenho. Nas demais proposições 6, 7, 10, 14, 27, o desempenho dos alunos é muito baixo. Nesse grupo com 21 alunos, 76% são alunos da condição II, onde realizaram a atividade do MC/E individualmente.

Com relação ao conteúdo das proposições, duas delas chamam atenção: a proposição 6 (Cromossomos – são diferentes entre → Fenótipo/Genótipo) e 10 (Mutações – prejudicam a → Seleção Natural). Na proposição 6, o destaque é a dificuldade dos alunos para identificá-la como correta, sendo o máximo de acerto 50% no cluster 4. A dificuldade provavelmente não se deu por conta do conteúdo, mas sim pela forma como a proposição foi escrita, visto que o ideal seria tê-la separado em duas proposições distintas. Por outro lado, a proposição 10 destaca-se pela facilidade de identificação do erro. Um dos motivos da facilidade é que este tema é abordado no Ensino Médio (BNCC, Ensino Médio, 2017), podendo esse conteúdo ser mais facilmente recuperado na memória do aluno.

8.3 Resultado do agrupamento natural com as proposições categorizadas

O primeiro agrupamento natural seria a comparação entre proposições certas e erradas. Porém, não há diferença estatística entre os cluster nas proposições corretas, como mencionado na análise anterior. Isso mostra que, nessa atividade, os alunos não possuem dificuldade quando a proposição está certa.

Após essa análise, as proposições foram categorizadas de acordo com o conteúdo que abordaram. A Tabela 10 abaixo mostra os resultados das proposições erradas categorizadas. A linha “Geral” indica a porcentagem de acerto de toda a turma, o “n” dividido em duas partes indica a quantidade de alunos na condição I e II respectivamente. A porcentagem de acerto de cada um dos clusters para cada categoria foi comparado com o resultado geral da sala. Desta forma, pode-se observar o desempenho dos clusters com relação ao resto da turma.

Tabela 10: Resultado do desempenho dos clusters de alunos em cada uma das categorias de proposições do MC/E.

Cluster	Biologia celular	Células tronco	Clonagem	Características individuais	Mutações
GERAL (n=31 56)	38% (±1)	62% (±1)	58% (±1)	47% (±1)	68% (±1)
1 (n=12 14)	44% MÉDIO	76% ALTO	64% MÉDIO	52% MÉDIO	83% ALTO
2 (n=7 3)	57% ALTO	75% ALTO	63% MÉDIO	73% M.ALTO	77% ALTO
3 (n=4 18)	27% BAIXO	69% MÉDIO	48% BAIXO	49% MÉDIO	64% MÉDIO
4 (n=3 5)	37% MÉDIO	56% MÉDIO	53% MÉDIO	47% MÉDIO	62% MÉDIO
5 (n=5 16)	30% MÉDIO	34% BAIXO	61% MÉDIO	27% BAIXO	51% BAIXO

Fonte: a autora.

A categoria em que os alunos tiveram o maior número de acertos foi a de Mutações, enquanto as categorias Biologia Celular e Características individuais são aquelas que os alunos apresentam maior dificuldade (como visto nas páginas 52 e 53). As porcentagens foram classificadas qualitativamente, isso é, quando o desempenho variou entre $\pm 10\%$ da média geral da sala, o desempenho foi considerado Médio, abaixo disso como Baixo e acima como Alto; quando o desempenho do cluster foi 20% maior que a média geral, este foi classificado

como Muito Alto, sendo classificado como Muito Baixo aquele 20% abaixo do desempenho geral. Essas classificações estão destacadas na Tabela 10.

Nessa análise, os clusters 1 e 2 ainda são os que apresentam os melhores desempenhos, pois eles encontram com mais facilidade os erros no mapa. Porém, o cluster 2 tem uma maior facilidade que o cluster 1. O cluster 4 se mantém dentro da média em todas as categorias. Os clusters 3 e 5 são os que têm o desempenho mais baixo, sendo que, nesses dois, encontram-se 61% dos alunos da condição II.

Com isso, a mesma análise foi feita com o pós-teste, também transformando as porcentagens em dados qualitativos para, dessa forma, observar se o MC/E pode ter causado uma interferência positiva ou negativa no desempenho dos alunos no pós-teste. A Tabela 11 indica a análise qualitativa do pós-teste.

Tabela 11: Resultado do desempenho dos clusters de alunos em cada uma das categorias de proposições do MC/E.

Cluster	Biologia celular	Células tronco	Clonagem	Características individuais	Mutações
GERAL (n=31 56)	66% (±2)	78% (±2)	60% (±2)	63% (±4)	65% (±3)
1 (n=12 14)	77% ALTO	83% MÉDIO	78% ALTO	76% ALTO	81% ALTO
2 (n=7 3)	69% MÉDIO	87% ALTO	68% MÉDIO	91% ALTO	71% MÉDIO
3 (n=4 18)	60% MÉDIO	71% MÉDIO	50% BAIXO	94% ALTO	58% MÉDIO
4 (n=3 5)	57% MÉDIO	86% MÉDIO	77% ALTO	17% M.BAIXO	90% M.ALTO
5 (n=5 16)	57% MÉDIO	70% MÉDIO	38% M.BAIXO	20% M.BAIXO	41% M.BAIXO

Fonte: a autora.

Como já observado anteriormente, os clusters 1 e 2, predominantemente de alunos da condição I, são os que têm melhor desempenho no pós-teste. O cluster 3 tem um desempenho mediano, tendo dificuldade somente na categoria Clonagem. O cluster 4 tem um comportamento bem diferente de todos os outros clusters, enquanto no MC/E ele teve um desempenho mediano para todas as categorias. No pós-teste, ele mantém esse desempenho para as categorias Biologia Celular e Células Tronco, tem uma queda muito grande na categoria Características Individuais, e um aumento nas categorias Clonagem e Mutações, sendo nessa última um aumento muito grande. O cluster 5, mais uma vez, é o que

possui o desempenho mais baixo. Nas duas primeiras categorias, ele possui um desempenho médio comparado com a classe, enquanto nas demais três categorias ele possui um desempenho muito baixo. Esse cluster tem a maioria dos alunos sendo da condição II. Esse resultado pode indicar que o momento da colaboração de fato pode interferir no resultado do pós-teste.

Esses dois resultados, do MC/E categorizado (Tabela 10) e do desempenho no pós-teste (Tabela 11), foram comparados com o objetivo de verificar se o MC/E pode ter interferido no desempenho dos alunos no pós-teste. Para isso, foram pegos os resultados qualitativos do MC/E e do pós-teste e foi analisado se no pós-teste o aluno teve um desempenho maior, menor ou igual ao desempenho do MC/E. Por exemplo, no cluster 1, na categoria Biologia Celular, o desempenho dos alunos para o MC/E foi *Médio*, enquanto o desempenho na mesma categoria no pós-teste foi *Alto* e, com isso, a relação MC/E – pós-teste é positiva. Por outro lado, no mesmo cluster, na categoria Células tronco, no MC/E o desempenho foi *Alto*, enquanto no pós-teste foi *Médio* e, com isso, a relação MC/E – pós-teste é negativa. Já na categoria Mutações, ainda no cluster 1, no MC/E o desempenho dos alunos é *Alto*, e no pós-teste o desempenho se mantém *Alto*, sendo a relação MC/E – pós-teste neutra. A Figura 23 abaixo indica essas relações entre MC/E e o pós-teste, quando o cluster mantém o mesmo desempenho no MC/E e no pós-teste a barra de desempenho fica na horizontal; quando o cluster sobe ou desce um nível, a sua barra de desempenho apresenta um degrau; quando o cluster sobe ou desce mais de um nível, a barra de desempenho fica na diagonal.

Figura 23: Comparação do rendimento dos alunos de cada cluster entre MC/E e o pós-teste em cada tema abordado.

Legenda: Azul: Muito Alto; Verde: Alto; Laranja: Médio; Amarelo: Baixo; Vermelho: Muito Baixo. Os números entre parênteses indicam a quantidade de alunos na condição I e II respectivamente.

Fonte: a autora.

A partir desses resultados, observa-se que em 40% dos casos a relação MC/E – pós-teste é positiva, para 36% é neutra e para 24% é negativa. Desses 24% de relação negativa, a maioria está na cluster 5, que, no geral, tem desempenho inferior que os demais clusters. O interessante a se observar é que a categoria Características Individuais é a que tem a maior quantidade de relações positivas e negativas. Os conhecimentos envolvidos nessa categoria de fenótipo e genótipo já são construídos durante o conteúdo de genética no Ensino Médio (BNCC ENSINO MÉDIO, 2017). As categorias Biologia Celular e Mutações também são trabalhadas durante o Ensino Médio. Somente em dois clusters o desempenho dessas categorias caiu, sendo que para os demais clusters, o desempenho se manteve ou aumentou. Isso indica que o MC/E pode ter facilitado o acesso pelos alunos aos seus conhecimentos prévios, uma vez que os mapas conceituais elicitam as relações entre conceitos que estimulam o aluno a se conectar a sua estrutura de conhecimento prévia (REBICH & GAUTIER, 2005), fazendo com que, de uma tarefa para a outra, o desempenho aumentasse.

Apesar do tema Clonagem não ser abordado dessa forma no Ensino Médio, o mesmo padrão observado nas categorias Biologia Celular e Mutações é mantido. Isso indica que, durante o processo de internalização do conhecimento previamente externalizado (CRESS & KIMMERLE, 2008), alguns temas são mais fáceis que outros. No caso de Células Tronco, que também não é abordado no Ensino Médio, somente em um dos casos a relação foi positiva, em outro a relação foi negativa, e para os demais a relação foi neutra, indicando que foi durante a tarefa que os alunos estavam construindo seu conhecimento sobre o assunto.

9. Conclusão do estudo 2

O objetivo desse capítulo foi verificar a existência de agrupamentos naturais dos alunos ao analisar seu desempenho nos conteúdos envolvidos nos pré e pós-teste. Os resultados obtidos confirmaram a hipótese que há padrões naturais dos alunos. As duas condições experimentais tiveram níveis alto e baixo de conhecimento prévio, e também ganhos alto e baixo de conhecimento declarativo. Porém, dos clusters formados, os clusters 1 e 2, que apresentaram melhores desempenhos no pós-teste e ganhos de conhecimento declarativo, possuem mais alunos da condição I. Esse dado nos mostra que existe uma diferença, ainda que pequena, no momento em que o aluno colabora.

Além disso, ao comparar qualitativamente os resultados do MC/E com os dados do pós-teste, mais uma vez se confirma os padrões mencionados acima, segundo o qual os clusters 1 e 2 possuem o melhor desempenho, enquanto os clusters 3, 4, e 5, que contém 70% dos alunos da condição II, são os que possuem o desempenho entre regular e baixo. Isso evidencia que o momento da colaboração influencia na maneira como os alunos acessaram os seus conhecimentos prévios.

10. Conclusão da dissertação

Esse estudo tinha a seguinte pergunta de pesquisa: em que momento da tarefa a atividade colaborativa produz maiores ganhos de conhecimento declarativo? A hipótese era que a colaboração seria mais efetiva para os alunos que tivessem mais tempo para externalizar seu conhecimento. Ou seja, os alunos da condição II, que colaboraram depois da atividade com MC/E teriam melhores resultados que os alunos que colaboraram nessa atividade.

O principal dado utilizado para verificar se houve diferença entre as condições experimentais foi o ganho de conhecimento declarativo, obtido por meio da comparação dos resultados do pré-teste com o pós-teste, isto é, somente o começo e o final da intervenção. Esses dados, entretanto, não mostram diferença significativa entre as condições e, assim, não ficava claro se havia diferença no momento em que ocorre a colaboração intervindo no ganho de conhecimento declarativo.

O período durante a colaboração mostrou algumas diferenças em como aconteceu o processo. Os alunos da condição I não só tiveram maior facilidade para encontrar os erros do MC/E, como também se mostraram mais satisfeitos sobre como ocorreu a colaboração. Mas, nas folhas de desempenho, alguns desses alunos indicaram que não conseguiram chegar em consenso com o grupo em uma determinada proposição.

Os alunos da condição II tiveram mais dificuldade para encontrar as proposições erradas do mapa, além de terem desempenho mais baixo nos conteúdos abordados no MC/E. Esses alunos indicaram que não houve muita sinergia no processo colaborativo, pois a entrega das respostas esperadas para o MC/E provavelmente já teria sido o suficiente para solucionar as dúvidas percebidas pelos alunos durante o processo de externalização. O questionário de colaboração mostrou que os alunos não tiveram uma percepção positiva sobre a colaboração, já que, em alguns casos, eles inclusive reportam que não gostariam de voltar a colaborar no mesmo grupo.

Com esses resultados, no Estudo 1 foi possível concluir que o momento da colaboração não teve influência no ganho do conhecimento declarativo. Entretanto, foi observado que os alunos que fizeram o MC/E em colaboração (condição I) se

sentiram mais estimulados pela tarefa. Além disso, eles encontraram mais facilmente os erros no mapa.

A busca de padrões de desempenho no pré e pós-teste do estudo 2 tinha como objetivo verificar se havia padrões naturais entre os alunos. A hipótese era que sim, e que esses agrupamentos seriam independentes das condições experimentais.

A análise do desempenho por meio dos conteúdos abordados mostrou que o conhecimento prévio dos alunos das duas condições tinha níveis parecidos. Já para o ganho de conhecimento declarativo houve diferença. Os alunos da condição I estavam nos clusters com os melhores desempenhos, enquanto os alunos da condição II estavam nos clusters com os desempenhos mais baixos. A diferença entre as condições aconteceu pela forma como a tarefa foi proposta. Os alunos da condição I, durante a atividade colaborativa, tiveram que chegar a uma resposta final única do grupo, enquanto os alunos da condição II tiveram que chegar a várias respostas individuais, não passando tão bem pela fase de consenso, logo não internalizando conhecimentos diferentes aos que já tinham. Esse processo colaborativo reflete no desempenho do pós-teste, indicando que os alunos da condição I tiveram uma melhor assimilação do conteúdo, pois, na maioria dos casos, a relação entre MC/E e pós-teste é positiva.

Assim, a primeira hipótese de trabalho levantada é confirmada, pois, apesar de na primeira análise os resultados não mostrarem diferença estatística significativa entre as condições experimentais, nas demais análises fica evidente que a mudança no formato da tarefa teve efeito no desempenho dos alunos. No geral, os alunos da condição I, que encontraram mais facilmente o erro, possuem uma visão positiva sobre a tarefa e acessam mais facilmente seus conhecimentos prévios, facilitando também a internalização dos conceitos que passaram pelo consenso.

11. Limitações da pesquisa e etapas futuras

O estudo realizado apresentou algumas limitações com relação a como os dados foram coletados. Por ser uma primeira aproximação do grupo de pesquisa com o tema, optamos por não gravar as colaborações e, dessa forma, alguns dados sobre como a colaboração aconteceu, principalmente a fase de consenso, foram perdidos, sendo a única fonte de como esse consenso aconteceu as percepções entregues pelos alunos. O melhor cenário seria ter acesso a gravações dos alunos colaborando para poder fazer uma análise dos seus diálogos e expressões não-verbais.

Não é possível afirmar se ocorreu aprendizagem, pois nessa pesquisa foi feita somente uma intervenção com os alunos. Como a aprendizagem é um processo mais longo e acontece em um período maior do que uma aula, ela não pôde ser detectada. O ideal seria que mais intervenções com os alunos tivessem ocorrido durante o semestre.

Os próximos passos da pesquisa são: tentar gravar as interações durante a fase colaborativa para compreender melhor como funciona o processo de busca por consenso. Com isso, pode-se até observar se existem outras diferenças entre os tipos de consenso, por exemplo, no consenso por integração, como ele acontece quando há alunos sem conhecimentos prévios e quando há alunos que não estão dispostos a colaborar.

Fazer mais intervenções é importante para verificar se há aprendizagem a longo prazo e qual o papel da colaboração nessa aprendizagem.

12. Implicações para professores

Devido ao tempo que é necessário para que seja possível que os alunos utilizem os mapas conceituais em sala de aula, muitas vezes ele acaba ficando de fora, e com isso perdemos muitas das vantagens e benefícios que eles podem trazer para os alunos. Eu, como professora de Ciências para o Ensino Fundamental II, tentei levar os mapas para sala com os alunos mais novos. Ensinar a técnica foi bem difícil, por mais que você tente aproximar a temática do mapa com assuntos do cotidiano deles. Com eles foram necessárias mais aulas do que com os alunos do 9º, por exemplo.

Os prazos da escola não permitem que os professores tragam muitas novidades além dos conteúdos que devem ser abordados descritos nas apostilas e livros dos alunos. Então, pensando no que eu trabalhei na minha pesquisa, resolvi levar os MC/E para a minha sala de aula. Preparei os meus MC/E focando nos conteúdos que eu percebi em sala que eles tinham maiores dificuldades. Pedir para que os alunos escrevam algum processo ou algum conceito faz com que eles “fujam” das partes que não estão confortáveis, por não terem compreendido tudo, e utilizar o MC/E focando nas dificuldades obriga o aluno a sair da sua zona de conforto.

Em um primeiro momento, entreguei os MC/E para que eles tentassem achar os erros individualmente. A experiência não deu muito certo, pois os alunos encararam a atividade como uma avaliação, ficando tensos, tentando “colar”. Então, eu pedi para que eles tentassem fazer em grupos. A dinâmica da sala mudou completamente, pois naquele momento os alunos encaravam a atividade como um desafio. Ficou evidente quando eles acessavam os seus conhecimentos prévios, com diálogos do tipo “lembra que isso funciona desse jeito” ou “lembra o que a professora do 5º ano disse?”.

Com certeza, aplicar o MC/E muda a forma como o aluno externaliza seus conhecimentos e discute com os colegas. Também facilita na hora de detectar se o aluno tem alguma concepção errada ou alternativa. E, principalmente, muda como o aluno enxerga a relação entre conceitos.

Seja qual for o conteúdo, qualquer professor de qualquer disciplina pode se aproveitar dos benefícios do Mapa Conceitual com Erro, tanto trabalhando individualmente, quanto em colaboração.

13. Considerações finais da autora acerca do desenvolvimento da pesquisa e finalização do mestrado

Durante o mestrado, passei por algumas fases que me mostraram mais claramente como funciona a pesquisa, e com certeza me marcou como pesquisadora. Dentro do nosso modo de trabalho no Grupo de Pesquisa em Mapas Conceituais, tive a oportunidade de apresentar seminários sobre o meu tema de pesquisa para o grupo. No XII Ciclo de Seminários do Grupo de Pesquisa em Mapas Conceituais, apresentei o seminário intitulado *“Aquisição de esquemas e fontes de carga cognitiva”*, que foi escolhido pelos participantes do grupo como o destaque do ciclo. No XIII Ciclo, a apresentação intitulada *“Quais efeitos o suporte cognitivo pode trazer na performance e na colaboração dos alunos? Um estudo feito a partir de mapas conceituais.”*, também foi escolhido como destaque do ciclo. Também apresentei no XIV Ciclo de Seminários do Grupo de Pesquisa em Mapas conceituais um trabalho intitulado *“Por que o planejamento do professor na elaboração de atividades colaborativas é importante?”*. Por fim, na apresentação no XIV Ciclo intitulada *“A aprendizagem colaborativa mediada por computadores: histórico e aplicações”*, que foi escolhido como destaque do ciclo. Essas apresentações tiveram um papel fundamental na minha formação, primeiro por ter que vencer a timidez, depois para aprender a como me portar na hora de fazer comunicação científica e como responder perguntas feitas sobre o trabalho.

A respeito da comunicação científica, houve a submissão de artigo para a *Revista de Graduação USP¹⁸ (Grad+)*, em parceria com o meu orientador e a aluna do grupo Thalita Nascimento sobre os MC/E e como eles têm sido utilizados na avaliação da aprendizagem, intitulado *“O professor deve fazer Mapas Conceituais? Não, ele deve!”*. O artigo foi aceito e aguarda publicação. Em parceria com o meu orientador, Thalita Nascimento, Marília Soares e Brian Moon, foi submetido o artigo *“Como fazer avaliação diagnóstica dos alunos usando mapas conceituais com erros”* para a revista *Organicom¹⁹*, que está aceito e aguarda publicação.

Muitos trabalhos foram apresentados. No 4º Congresso de Graduação da USP, em parceria com a aluna Thalita Nascimento, apresentamos o trabalho intitulado

¹⁸ [Link](#)

¹⁹ [Link](#)

“Mapas conceituais com erros para identificar concepções alternativas de forma rápida e precisa no Ensino Superior”. Apresentei trabalho no XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC, junto com o aluno Adriano Nardi, intitulado *“Estudo sobre o efeito da elaboração de mapa conceitual preparatório sobre o desempenho dos alunos em uma tarefa avaliativa”*, esse trabalho em especial foi um desafio por ser uma colaboração minha, onde o tema não era especificamente da minha área de pesquisa. Também teve apresentação de trabalho na 8th International Concept Mapping Conference, na Colômbia, intitulado *“Concept Maps with Errors as an Assessment Task in Elementary School/ Mapas Conceptuales con Errores como Tarea Evaluativa en Educación Primaria”*, uma parceria com Ronise Côrrea e Thalita Nascimento. Apresentei trabalho no 5º Congresso de Graduação da USP, intitulado *“Desenvolvendo uma sala de aula invertida utilizando o e-disciplinas”*, na Faculdade de Direito da USP, campus Ribeirão Preto. No EPIEC 2019, do qual também participei da comissão organizadora, apresentei o projeto do presente trabalho.

Algumas atividades tiveram um papel essencial para mim, para o desenvolvimento de habilidades de professora. Ministrei o minicurso no XVI EVEQ – Evento de Educação em Química, em Araraquara, junto com os alunos Adriano Nardi e Marília Soares, intitulado *“Mapas Conceituais como recurso instrucional avaliativa no ensino de ciências”*; e o minicurso *“MAPAS CONCEITUAIS: Uma aproximação à técnica de mapeamento”* no Instituto Federal campus Suzano, em parceria com Marília Soares. Essas experiências foram bem distintas por causa do público alvo de cada minicurso, o primeiro eram alunos do Ensino Superior enquanto o segundo foram alunos do Ensino Médio, e foi preciso saber como adaptar a linguagem e administrar o tempo em cada uma das experiências.

Participei do Ciclo de Palestras PAE no Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Esse ciclo de palestras me habilitou a fazer o estágio PAE sob a supervisão do meu orientador. Isso foi fundamental, pois o estágio foi realizado dentro da disciplina de CN, onde foram feitas as coletas dessa dissertação. Essa atividade foi essencial para que eu conhecesse os alunos e também para aprender muito sobre o uso do Moodle e das atividades de docência fora da sala de aula.

Realização do curso “Mapas conceituais para aprender e colaborar” da USP, oferecido na plataforma Coursera, onde atualmente atuo como professora monitora. O que eu aprendo na plataforma me ajuda muito a replicar as habilidades em plataforma virtuais com os meus alunos.

Em 2018 e 2019, participei dos 26º e 27º SIICUSP na Escola de Artes Ciências e Humanidades como avaliadora de trabalhos, experiência agregadora por eu sair do papel de aluna, que sempre é avaliada, para saber como é estar na condição de avaliador.

Cada disciplina cursada teve seu papel marcante na minha formação. Em Seminários Gerais de Ensino de Ciências I, conheci novos professores e áreas de pesquisa, além de entrar em contato com referências que serviram para justificar meu trabalho em alguns seminários.

A disciplina *Aprendizagem Colaborativa e Mapas Conceituais: Fundamentos, Desafios e Perspectivas*, do professor Paulo Rogério Miranda Correia, foi importante, pois, apesar de fazer parte do grupo desde 2016, na disciplina eu entrei mais a fundo em vários conceitos que fazem parte do MCs. Diversos desses conceitos me ajudaram a entender alguns dos meus resultados.

A disciplina *Cosmo, Vida, Razão e Ciência: Uma Perspectiva Articulada da Evolução*, do professor Luis Carlos de Menezes, foi uma das minhas favoritas. Nela, eu pude aprofundar vários conceitos da Física, Química e Biologia com colegas de pós-graduação de cada uma das áreas.

A disciplina *Biodiversidade numa Abordagem Científica, Socioambiental e Educacional*, do professor Marcelo Tadeu Motokane, me permitiu entrar em contato com a Biologia, que sempre foi a minha área de conhecimento favorita. Nessa disciplina, o professor trouxe diversos convidados, o que foi uma experiência enriquecedora para entender como a Biologia faz parte da sociedade.

A disciplina *A Escrita da História das Ciências: dos Fundamentos Epistemológicos às Implicações Educacionais*, do professor Ivã Gurgel, com certeza foi meu maior desafio entre as disciplinas. Envolvendo diversos conceitos com os

quais eu não tinha tido contato, eu tive que trabalhar muito para conseguir acompanhar as aulas.

Todas essas experiências foram enriquecedoras para entender o que é ser um pesquisador e foram fundamentais para me estimular a fazer doutorado.

Referências:

- ACKERMANS, K.; RUSMAN, E.; NADOLSKI, R.; SPECHT, M.; BRAND-GRUWEL, S. Video-or text-based rubrics: What is most effective for mental model growth of complex skills within formative assessment in secondary schools? **Computers in Human Behavior**, v. 101, p. 248-258, 2019.
- ACUÑA, S. R.; LÓPEZ-AYMES, G. Collaborative multimedia learning: influence of a social regulatory support on learning performance and on collaboration. **Journal of Curriculum and Teaching**, v. 5, n. 2, p. 83-94, 2016.
- ACUÑA, S. R.; LÓPEZ-AYMES, G.; ACUÑA-CASTILLO, S. T. How does the type of task influence the performance and social regulation of collaborative learning? **International Journal of Higher Education**, v. 7, n. 2, p. 28-42, 2018.
- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Assessment task based on concept map with errors to foster pedagogic resonance in higher education. In: BIENNIAL EARLI (EUROPEAN ASSOCIATION FOR RESEARCH ON LEARNING AND INSTRUCTION) CONFERENCE, 16., 2015, Limassol. **Anais...** Limassol: EARLI, 2015, p. 841-842.
- AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Is a concept mapping with errors useful for evaluating learning outcomes? A study on declarative knowledge and reading strategies using eye-tracking. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 6., 2014, Santos. **Anais...** Santos: CMC, 2014.
- ALVAREZ-ROLDAN, A.; PARRA, I.; GAMELLA, J.F. Reasons for the underachievement and school drop out of Spanish Romani adolescents. A mixed methods participatory study. **International Journal of Intercultural Relations**, v. 63, p. 113-127, 2018.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Springer, 2000, 234 p.
- BAGHCHEGHI, N.; KOOHESTANI, H. R.; REZAEI, K. A comparison of the cooperative learning and traditional learning methods in theory classes on nursing students' communication skill with patients at clinical settings. **Nurse Education Today**, v. 31, p. 877-882, 2011.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto Editora LTDA, 1996, 309 p.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. Washington: International Society for Technology in Education, 2012, 124 p.
- BOUGHZALA, I.; DE VREEDE, G. Evaluating team collaboration quality: the development and field application of a collaboration maturity model. **Journal of Management Information Systems**, v. 32, n. 3, p. 129-157, 2015.

BOXTEL, C. van; LINDEN, J. van der; ROELOFS, E.; ERKESN, G. Collaborative Concept Mapping: Provoking and Supporting Meaningful Discourse. **Theory Into Practice**, v.41, n.1, p.40-46, 2002.

BRIGGS, A. G.; MORGAN, S. K.; SANDERSON, S. K.; SCHULTING, M. C.; WIESEMAN, L. J. Tracking the resolution of student misconceptions about the central dogma of molecular biology. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 17, n. 3, p. 339-350, 2016.

BYBEE, R. W.; FUCHS, B. Preparing the 21st century workforce: a new reform in science and technology education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n. 4, p. 349-352, 2006.

CABRAL, G.; CORREIA, P. R. M. Assessment task using concept map with errors to support accurate feedback for the students. In: 17th BIENNIAL EARLI (EUROPEAN ASSOCIATION FOR RESEARCH ON LEARNING AND INSTRUCTION) CONFERENCE, 17., 2017, Tampere. **Anais...** Tampere: EARLI, 2017.

CANAS, A. J.; NOVAK, J. D. Re-examining the foundations for effective use of concept maps. In: Concept maps: theory, methodology, technology. **Proceedings of the second international conference on concept mapping**, p. 494-502, 2006.

CHARSKY, D.; RESSLER, W. "Games are made for fun": Lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games. **Computers and Education**, v. 56, p. 604-615, 2011.

CHEN, W.; ALLEN, C.; JONASSEN, D. Deeper learning in collaborative concept mapping: a mixed methods study of conflict resolution. **Computers in Human Behavior**, v. 87, p. 424-435, 2018.

CICUTO, C. A. T.; CORREIA, P. R. M. Mapeamento conceitual e o uso de conceito obrigatório para fazer avaliação diagnóstica dos conhecimentos dos alunos. **Journal of Science Education**, v. 14, p. 23-28, 2013.

CLARIANA, R. B.; ENGELMANN, T.; YU, W. Using centrality of concept maps as a measure of problem space states in computer-supported collaborative problem solving. **Educational Technology Research and Development**, v. 61, p. 423-442, 2013.

CORRÊA, R. R.; NASCIMENTO, T. S.; BALLEGO, R. S.; CORREIA, P. R. M. Concept maps with errors for assessment: the use of an online platform for the distribution of the task and instant and personalized feedback. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 8., 2018, Medellín. **Anais**. Medellín: CMC, 2018.

CORREIA, P. R. M.; CABRAL, G.; AGUIAR, J. G. (2016). Cmaps with error: why not? Comparing two Cmap-based assessment tasks to evaluate conceptual understanding. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 7., 2016, Tallinn. **Anais...** Tallinn: CMC, 2016

CORREIA, P. R. M.; CICUTO, C. A. T.; AGUIAR, J. G. Using Novakian Concept Maps to Foster Peer Collaboration in Higher Education. In: IFENTHALER, D.; HANEWALD, R. **Digital Knowledge Maps in Education**. New York: Springer, 2014, cap. 11, p. 195-217.

CORREIA, P. R. M.; CICUTO, C. A. T.; DAZZANI, B. Análise de vizinhança de mapas conceituais a partir do uso de múltiplos conceitos obrigatórios. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 1, p. 133-146, 2014.

CORREIA, P. R. M.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. (2009). Expanded collaborative learning and concept mapping: A road to empowering students in classroom. In: Torres, P. L.; Marriott, R. C. V. **Handbook of research on collaborative learning using concept mapping**. Hershey: Information Science Reference, 2009, cap. 14, p. 283-300.

CORREIA, P. R. M.; VALLE, B. X.; DAZZANI, M.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 7, p. 678-685, 2010.

CRESS, U.; KIMMERLE, J. A systemic and cognitive view on collaborative knowledge building with wikis. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 3, p. 105-122, 2008.

CUTHELL, J.; PRESTON, C. Tracking the stages of learning: concept maps as representations of liminal space. **Themes in Science and Technology Education**, v. 5, p. 81-96, 2012.

DAVIES, M. Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? **Higher Education**, v. 62, n. 3, p. 279-301, 2011.

DE GEORGE-WALKER, L.; TYLER, M. A. Collaborative concept mapping: connecting with research team capacities. **Education Research International**, v. 2014, p. 1-11, 2014.

DEHLER, J.; BODEMER, D.; BUDER, J.; HESSE, F. W. Guiding knowledge communication in CSCL via group knowledge awareness. **Computers in Human Behavior**, v. 27, p. 1068-178, 2011.

DIAS, S. B.; HADJILEONTIADOU, S. J.; DINIZ, J. A.; HADJILEONTIADIS, L. J. Computer-based concept mapping combined with learning management system use: an explorative study under the self- and collaborative-mode. **Computers and Education**, v. 107, p. 127-146, 2017.

DILLENBOURG, P. **Orchestration graphs: modeling scalable education**. Lausanne: EPFL Press, 2015, 217 p.

DILLENBOURG, P.; JERMANN, P. (2010). Technology for classroom orchestration. In: KHINE, M. S.; SALEH, I. M., **New science of learning: cognition, computers and collaboration in education**. New York: Springer, 2010, cap. 26, p. 525–552.

EL MHOUTI, A.; NASSEH, A.; ERRADI, M.; VASQUÈZ, J. M. Enhancing collaborative learning in Web 2.0-based e-learning systems: A design framework for building collaborative e-learning contents. **Education and Information Technologies**, v. 22, p. 2351-2364, 2016.

ENGELMANN, T.; HESSE, F. W. Fostering sharing of unshared knowledge by having access to the collaborators' meta-knowledge structures. **Computers in Human Behavior**, v. 27, p. 2078-2087, 2011.

ENGELMANN, T.; KOZLOV, M. D.; KOLODZIEJ, R.; CLARIANA, R. B. Fostering group norm development and orientation while creating awareness contents for improving net-based collaborative problem solving. **Computers in Human Behavior**, v. 37, p. 298-306, 2014.

FARROKHNI, M.; PIJEIRA-DÍAZ, H. J.; NOROOZI, O.; HATAMI, J. Computer-supported collaborative concept mapping: The effects of different instructional designs on conceptual understanding and knowledge co-construction. **Computers and Education**, v. 142, p.103640, 2019.

FISCHER, F.; BRUHN, J.; GRASEL, C.; MANDL, H. Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools. **Learning and Instruction**, v. 12, n.2, p. 213–232, 2002.

GAO, H.; THOMSON, M. M.; SHEN, E. Knowledge construction in collaborative concept mapping: a case study. **Journal of Information Technology and Application in Education**, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2013.

GARRISON, D. R.; KANUKA, H. Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. **The Internet and Higher Education**, v. 7, n. 2, p. 95-105, 2004.

GEMIGNANI, E. Y. M. Y. Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar para a Compreensão. **Revista Fronteiras da Educação**, v. 1, n. 2, p. 1-27, 2012.

GEORGE-WALKER, L.; TYLER, M. A. Collaborative Concept Mapping: Connecting with Research Team Capacities. **Education Research International**, v. 2014, p. 1-10, 2014.

GIJLERS, H.; DE JONG, T. Using concept maps to facilitate collaborative simulation-based inquiry learning. **Journal of the Learning Sciences**, v. 22, n. 3, p. 340-374, 2013.

GREALISH, L.; ARMIT, L.; SHAW, J.; FROMMOLT, V.; MITCHELL, C.; MITCHELL, M.; VAN DE MORTEL, T.; BILLETT, S. Learning through structured peer discussion: an observational study. **Nurse Education Today**, v. 82, p. 99-105, 2019.

GOMES, Celso B. USP Leste: a expansão da Universidade do oeste para o leste. [S.l.: s.n.], 2005.

HAWKINS, D. **Biomeasurement: a student's guide to biostatistics**. Oxford: Oxford University Press, 2014, 368 p.

HAY, D. B. Using concept maps to measure deep, surface and non-learning outcomes. **Studies in Higher Education**, v. 32, n. 1, p. 39-57, 2007.

HESPANHA, S. R.; GAUTIER, C. Concept mapping to reveal prior knowledge and conceptual change in a mock summit course on global climate change. **Journal of Geoscience Education**, v. 53, n. 4, p. 355-365, 2005.

HWANG, G. J.; SHI, Y. R.; CHU, H. C. A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. **British Journal of Educational Technology**, v. 42, n. 5, p. 778-789, 2011.

ISLIM, O. F. Technology-supported collaborative concept maps in classrooms. **Active Learning in Higher Education**, v. 0, p. 1-13, 2017.

JAAFARPOUR, M.; AAZAMI, S.; MOZAFARI, M. Does concept mapping enhance learning outcome of nursing students? **Nurse Education Today**, v. 36, p. 129-132, 2016.

JARVELA, S.; JARVENOJA, H. Socially constructed self-regulated learning and motivation regulation in collaborative learning groups. **Teachers College Record**, v. 113, n. 2, p. 350-374, 2011.

KARPICKE, J. D.; BLUNT, J. R.; SMITH, M. A.; KARPICKE, S. S. Retrieval-based learning: The need for guided retrieval in elementary school children. **Journal of Applied Research in Memory and Cognition**, v. 3, p. 198-206, 2014.

KIM, H.; HANNAFIN, M. J. Developing situated knowledge about teaching with technology via Web-enhanced Case-based activity. **Computers and Education**, v. 57, p. 1378-1388, 2011.

KINCHIN, I. M.; LYGO-BAKER, S.; HAY, D. B. Universities as centres of non-learning. **Studies in Higher Education**, v. 33, n. 1, p. 89-103, 2008.

KOC, M. Pedagogical knowledge representation through concept mapping as a study and collaboration tool in teacher education. **Australian Journal of Educational Technology**, v. 28, n. 4, p. 656-670, 2012.

KOLLAR, I.; FISCHER, F.; HESSE, F. W. Collaboration scripts: a conceptual analysis. **Educational Psychology Review**, v. 18, n. 2, p. 159-185, 2006.

KOLLOFFEL, B.; EYSINK, T. H. S.; DE JONG, T. Comparing the effects of representational tools in collaborative and individual inquiry learning. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 6, p. 223-251, 2011.

KORTJASS, M. Reflective self-study for an integrated learning approach to early childhood mathematics teacher education. **South African Journal of Childhood Education**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.

KOZLOV, M. D.; ENGELMANN, T.; BUDER, J.; HESSE, F. W. **Computers in Human Behavior**, v. 51, p. 15-23, 2015.

KUMP, B.; MOSKALIUK, J.; DENNERLEIN, S.; LEY, T. Tracing knowledge co-evolution in a realistic course setting: a wiki-based field experiment. **Computers and Education**, v. 69, p. 60-70, 2013.

LEE, Y. Collaborative concept mapping as a pre-writing strategy for L2 learning: a korean application. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 3, n. 2, p. 254-258, 2013.

LIN, C. P.; WONG, L. H.; SHAO, Y. J. Comparison of 1:1 and 1:m CSCL environment for collaborative concept mapping. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 28, p. 99-113, 2012.

LIU, C. C.; LIU, K. P.; CHEN, W. H.; LIN, C. P.; CHEN, G. D. Collaborative storytelling experiences in social media: Influence of peer-assistance mechanisms. **Computers and Education**, v. 57, p. 1544-1556, 2011.

LIU, S. H.; LEE, G. G. Using a concept map knowledge management system to enhance the learning of biology. **Computers and Education**, v. 68, p. 105-116, 2013.

MARÉE, T. J.; VAN BRUGGEN, J. M.; JOCHEMS, W. M. G. Effective self-regulated science learning through multimedia-enriched skeleton concept maps. **Research in Science and Technological Education**, v. 31, n. 1, p. 16-30, 2013.

MARIA, T.; DIMITRIS, P.; GARIFALLOS, F.; ATHANASIOS, G.; ROUMELIOTIS, M. Collaboration learning as a tool supporting value co-creation. Evaluating students learning through concept maps. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 182, p. 375-380, 2015.

MCCLUNE, B.; JARMAN, R. Critical reading of science-based news reports: establishing a knowledge, skills and attitudes framework. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 6, p. 727-752, 2010.

MCCLURE, J. R.; SONAK, B.; SUEN, H. K. Concept map assessment of classroom learning: reliability, validity, and logistical practicality. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 4, p. 475-492, 1999.

METCALF, S. J.; REILY, J. M.; KAMARAINEN, A. M.; KING, J.; GROTZER, T. A.; DEDE, C. Supports for deeper learning of inquiry-based ecosystem science in virtual

environments - Comparing virtual and physical concept mapping. **Computers in Human Behavior**, v. 87, p. 459-469, 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf, acesso em: 25 set. 2019.

MOLINARI, G. From learners' concept maps of their similar or complementary prior knowledge to collaborative concept map: Dual eye-tracking and concept map analyses. **Psychologie Française**, v. 62, p. 293-311, 2017.

NATIONAL ASSESSMENT GOVERNING BOARD. **Science Framework for the 2015 National Assessment of Educational Progress**. Washington: US Government Printing Office, 2014.

NOVAK, J. D. **Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. New York: Routledge, 2 Ed, 2010, 334 p.

NOVAK, J. D. Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 548-571, 2002.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory underlying concept maps and how to construct them**. Technical Report IHMC CmapTools, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006.

PAJIC, D. Browse to search, visualize to explore: Who needs an alternative information retrieving model? **Computers in Human Behavior**, v. 39, p. 145-153, 2014.

PETERS, J. M.; ARMSTRONG, J. L. Collaborative learning: people laboring together to construct knowledge. **New Directions for Adult and Continuing Education**, v. 1998, n. 79, p. 75-85, 2002.

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. Dilemmas in a General Theory of Planning. **Policy Sciences**, v. 4, p. 155-169, 1973.

RUIZ-PRIMO, M. A. & SHAVELSON, R. J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 6, p. 569-600, 1996.

SANGIN, M.; MOLINARI, G.; NÜSSLI, M. A.; DILLENBOURG, P. Facilitating peer knowledge modeling: Effects of a knowledge awareness tool on collaborative learning outcomes and processes. **Computers in Human Behavior**, v. 27, p. 1059-1067, 2011.

SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

SCHWENDIMANN, B. A.; LINN, M. C. Comparing two forms of concept map critique activities to facilitate knowledge integration processes in evolution education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 4, p. 70-94, 2015.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Currículo do Estado de São Paulo: ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: SE, 2012, 152 p.

SENADO FEDERAL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Secretaria de Editoração e Publicações, 2017, 63 p.

SOARES, M.; CONCEIÇÃO, A. N.; CORREIA, P. R. M. Concept maps with errors as an assessment task in elementary school. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 8., 2018. **Anais...** Medellín: CMC, 2018.

SOIKA, K.; REISKA, P. Using concept mapping for assessment in science education. **Journal of Baltic Science Education**, v. 13, n. 5, p. 662–673, 2014.

STOICA, D.; PARAGINA, F.; PARAGINA, S.; MIRON, C.; JIPA, A. The interactive whiteboard and the instructional design in teaching physics. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, v. 15, p. 3316-3321, 2011.

SWELLER, J.; AYRES, P.; KALYUGA, S. **Cognitive Load Theory**. New York: Springer, 2011, 242 p.

VYGOSTKY, L.S. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978, 175 p.

WANG, M.; CHENG, B.; CHEN, J.; MERCER, N.; KIRSCHNER, P. A. The use of web-based collaborative concept mapping to support group learning and interaction in an online environment. **The Internet and Higher Education**, v. 34, p. 28-40, 2017.

WIJNIA, L.; LOYENS, S. M. M.; DEROUX, E. Investigating effects of problem-based versus lecture-based learning environments on student motivation. **Contemporary Educational Psychology**, v. 36, p. 101-113, 2011.

ZANDVAKILI, E.; WASHINGTON, E.; GORDON, E. W.; WELLS, C.; MANGALISO, M. Teaching patterns of critical thinking: the 3CA model—concept maps, critical thinking, collaboration, and assessment. **SAGE Open**, p. 1-15, 2019.

ZANDVAKILI, E.; WASHINGTON, E.; GORDON, E.; WELLS, C. Mastery learning in the classroom: concept maps, critical thinking, collaborative assessment (M3CA) using multiple choice items (MCIs). **Journal of Education and Learning**, v. 7, n. 6, p. 45-56, 2018.

ZUKSWERT, M. J., BARKE, M. K., McDONNELL, L. Identifying Troublesome Jargon in Biology: Discrepancies between Student Performance and Perceived Understanding. *Life Sciences Education*, v.18, n.6, p1-12, 2019.

Apêndices

Apêndice A: Pré-teste disponibilizados aos alunos no e-disciplinas, na aula anterior a atividade colaborativa.

<p>[1] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Os cromossomos estão nos genes.</p> <p>II. O evolucionismo consegue explicar a complexidade da vida.</p> <p>III. Células-tronco embrionárias podem gerar todos os tipos de tecidos.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>[2] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Células-tronco são capazes de gerar qualquer tipo celular.</p> <p>II. Células-tronco embrionárias são a mesma coisa que células-tronco adultas.</p> <p>III. Indivíduo adulto não possui células-tronco.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>
<p>[3] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Clonagem terapêutica é igual à clonagem reprodutiva.</p> <p>II. Clonagem reprodutiva gera animais sem problemas.</p> <p>III. A clonagem reprodutiva gera indivíduos idênticos geneticamente ao doador do DNA.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p>	<p>[4] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Células-tronco não se tornam células diferenciadas por meio de estímulos externos.</p> <p>II. Células diferenciadas são células com alguma especialização.</p> <p>III. Uma vez que a célula sofreu o processo de diferenciação, ela ainda pode voltar a ser uma célula menos especializada.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p>

<p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>
<p>[5] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Os cromossomos estão contidos no DNA.</p> <p>II. Os seres vivos compartilham parte do seu DNA.</p> <p>III. Os cromossomos formam os genes.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>[6] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. O DNA possui partes que não carregam informações genéticas.</p> <p>II. As hemácias não possuem DNA porque elas não possuem núcleo.</p> <p>III. O DNA é formado por sequências de proteínas.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>
<p>[7] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. O DNA pode ser do tipo mensageiro, transportador ou ribossômico.</p> <p>II. A informação do DNA chega do núcleo ao citoplasma por meio do RNA mensageiro.</p> <p>III. DNA é a sigla para ácido desoxirribonucleico.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p>	<p>[8] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Genótipo não pode ser alterado pelo meio.</p> <p>II. A única coisa que diferencia os gêmeos univitelinos é o fenótipo.</p> <p>III. Fenótipo pode ser alterado pelo meio e herdado.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p>

<p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>
<p>[9] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Genoma forma uma identidade inédita.</p> <p>II. Genoma é a sequência completa do DNA.</p> <p>III. Geralmente o genoma do ser humano é a combinação de 50% da carga genética do pai e 50% da mãe.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>[10] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Mutações são maléficas.</p> <p>II. Mutações desempenham um papel importante na seleção natural.</p> <p>III. Mutações podem ser escolhidas pelo ser humano, sendo esse processo chamado de seleção artificial.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>
<p>[11] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. A ação da seleção natural consiste em selecionar indivíduos mais adaptados a determinada condição ecológica, eliminando aqueles desvantajosos para essa mesma condição.</p> <p>II. Um exemplo da seleção natural em ação é o desenvolvimento de resistência a antibióticos em microorganismos.</p> <p>III. A seleção natural é o único mecanismo de evolução das espécies.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p>	<p>[12] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. A terapia celular visa restaurar um órgão ou tecido com alta compatibilidade para o receptor.</p> <p>II. A terapia celular depende da clonagem terapêutica.</p> <p>III. A terapia celular gera um novo indivíduo.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p>

<p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>
<p>[13] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Porcos são muito utilizados como receptores de válvulas cardíacas humanas.</p> <p>II. Xenotransplante é o procedimento de transplantar um órgão ou tecido de um animal para um humano.</p> <p>III. Transplantes apresentam problemas de biossegurança.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder.</p>	<p>[14] Suspeitos de um roubo</p> <p>Uma casa foi roubada e a polícia suspeita que um dos filhos dos donos da residência cometeu o crime. O ladrão utilizou luvas e não foram encontradas digitais do suspeito. Por outro lado, alguns fios de cabelo foram encontrados presos na porta do cofre. Os investigadores decidiram levar essa amostra de cabelo para obter o DNA. Considerando que os filhos do casal são gêmeos idênticos, responda:</p> <p>A amostra de DNA obtida a partir do cabelo será útil para identificar qual dos irmãos cometeu o crime? Justifique a sua resposta deixando claro a sua linha de raciocínio.</p>

[15] Organizando as coisas da forma correta

Veja como é possível organizar os conceitos a seguir, listados em ordem alfabética, sobre uma cidade:

- Bairro
- Casa
- Cidade
- Quarteirão

- Rua

Considerando uma organização do "todo" para as "partes", a lista acima pode ser reescrita da seguinte forma: Cidade - Bairro - Quarteirão - Rua – Casa

Agora, é a sua vez!

Considere os conceitos a seguir sobre biologia molecular (listados em ordem alfabética):

- Bases nitrogenadas
- Cromossomos
- DNA
- Genes
- Genoma
- Núcleo celular

Como você organiza essa lista de conceitos do "todo" para as "partes"? Uma casa foi roubada e a polícia suspeita que um dos filhos dos donos da residência cometeu o crime. O ladrão utilizou luvas e não foram encontradas digitais do suspeito. Por outro lado, alguns fios de cabelo foram encontrados presos na porta do cofre. Os investigadores decidiram levar essa amostra de cabelo para obter o DNA. Considerando que os filhos do casal são gêmeos idênticos, responda:

A amostra de DNA obtida a partir do cabelo será útil para identificar qual dos irmãos cometeu o crime? Justifique a sua resposta deixando claro a sua linha de raciocínio.

Dica: use o exemplo fornecido para compreender o critério de organização dos conceitos do "todo" para as "partes".

Apêndice B: Pós-teste entregue aos alunos de ambas condições, realizado em sala, logo após a realização das fichas de auto avaliação

<p>[1] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Genes estão nos cromossomos.</p> <p>II. O evolucionismo consegue explicar a complexidade da vida.</p> <p>III. Células-tronco embrionárias estão presentes em recém-nascidos.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>	<p>[2] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Células-tronco são capazes de gerar somente células cardíacas.</p> <p>II. Células-tronco embrionárias são a mesma coisa que células-tronco adultas.</p> <p>III. Indivíduo adulto possui células-tronco em alguns órgãos.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>
<p>[3] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Clonagem reprodutiva é usada para criar órgãos e tecidos.</p> <p>II. Clonagem reprodutiva costuma gerar animais com problemas.</p> <p>III. A clonagem terapêutica gera indivíduos idênticos geneticamente ao doador do DNA.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>	<p>[4] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Células-tronco se tornam células diferenciadas por meio de estímulos externos.</p> <p>II. Células diferenciadas são células com alguma especialização.</p> <p>III. Uma vez que a célula sofreu o processo de diferenciação, é impossível que ela regreda a uma célula menos especializada.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>

<p>[5] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Os cromossomos contêm DNA. II. Os cromossomos formam os genes. III. O homem e o cachorro possuem DNA 100% diferente.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder</p>	<p>[6] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. O DNA possui partes que não carregam informações genéticas. II. O DNA é formado por sequências de aminoácidos. III. Nem todos os genes do DNA são ativados.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma</p> <p>a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder</p>
<p>[7] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. O DNA pode ser do tipo mensageiro, transportador ou ribossômico. II. A informação do DNA chega do núcleo ao citoplasma por meio do RNA mensageiro. III. DNA é a sigla para ácido desoxirribonucleico.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder</p>	<p>[8] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Fenótipo pode ser alterado pelo meio e herdado. II. Genótipo não pode ser alterado pelo meio. III. A única coisa que diferencia os gêmeos univitelinos é o fenótipo.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder</p>
<p>[9] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Genoma é parte da sequência de cromossomos. II. Genoma forma uma identidade inédita.</p>	<p>[10] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Mutações são benéficas. II. Mutações prejudicam o processo de seleção natural.</p>

<p>III. Geralmente o genoma do ser humano é a combinação de 50% da carga genética do pai e 50% da mãe.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder 	<p>III. Mutações podem ser escolhidas pelo ser humano, sendo esse processo chamado de seleção artificial.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder
<p>[11] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. A ação da seleção natural consiste em selecionar indivíduos mais adaptados a determinada condição ecológica, eliminando aqueles desvantajosos para essa mesma condição.</p> <p>II. Um exemplo da seleção natural em ação é o desenvolvimento de resistência a antibióticos em microorganismos.</p> <p>III. A seleção natural é o único mecanismo de evolução das espécies.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder 	<p>[12] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. A terapia reprodutiva visa restaurar um órgão ou tecido com alta compatibilidade para o receptor.</p> <p>II. A terapia celular depende da clonagem terapêutica.</p> <p>III. A terapia celular gera um novo indivíduo.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III. f) Prefiro não responder

<p>[13] Considere as seguintes afirmações:</p> <p>I. Porcos são muito utilizados como doadores de válvulas cardíacas.</p> <p>II. Transplantes apresentam problemas de biossegurança.</p> <p>III. Xenotransplante é o procedimento de transplantar um órgão ou tecido de um humano para um animal.</p> <p>É correto o que se afirma apenas em:</p> <p>Escolha uma:</p> <p>a) I.</p> <p>b) II.</p> <p>c) III.</p> <p>d) I e II.</p> <p>e) II e III.</p> <p>f) Prefiro não responder</p>	<p>[14] Leia a manchete a seguir publicada no site da Super Interessante em 06 de março de 2018:</p> <p>“Barba Streisand clonou seu cão – o que é meio errado e completamente sem sentido</p> <p>Clonar pets, além de causar sofrimento a animais que já estão vivos, não adianta nada: genes iguais não garantem personalidades iguais.”</p> <p>Na submanchete, é apresentada uma informação referente à expressão genética: “genes iguais não garantem personalidades iguais”. Explique quais são as possíveis causas para que haja essa diferença.</p>
---	---

[15] A Figura abaixo foi retirada do site BBC Brasil e foi chamada de “Decodificando a humanidade”. Cada um dos números representa uma estrutura organizada das nossas informações genéticas. Identifique qual número representa:

Genoma, Identidade genética, Cromossomo, DNA, Gene e Bases Nitrogenadas.

Apêndice C: Ficha entregue aos alunos da condição (a) mapa em grupo para indicarem onde estavam os erros.

Indique aqui quais são as proposições as quais o grupo considera que estão erradas:

Proposição errada	Justificativa

Apêndice D: Ficha entre para condição (b) mapa individual, onde os alunos deveriam indicar e justificar onde estavam os erros do mapa.

Indique aqui quais são as proposições as quais você considera que estão erradas:

Proposição errada	Justificativa

Apêndice E: Ficha entre aos grupos que fizeram o mapa em grupo, onde deveriam justificar os erros.

Indique aqui quais são as proposições as quais o grupo considerou erradas, mas estavam certas; e quais proposições estavam erradas, mas o grupo não identificou. Na coluna ao lado, justifique porquê você acha que esses erros foram cometidos:

Proposição errada	Justificativa

Apêndice F: Ficha entre aos grupos que fizeram o mapa individualmente, onde deveriam justificar os erros em grupo.

Indique aqui quais são as proposições você considerou erradas, mas estavam certas; e quais proposições estavam erradas, mas o grupo não identificou. Na coluna ao lado, justifique porquê você acha que esses erros foram cometidos:

Proposição errada	Justificativa

Apêndice G: Questionário de colaboração respondido pelos alunos após a atividade.

1. No que o grupo estava colaborando?	☐ 1 Nada	☐ 2 Não tenho certeza	☐ 3 Em alguma coisa	☐ 4 Na busca somente da resposta certa	☐ 5 Em discutir todas as proposições para entender o tema
2. Qual foi a frequência e intensidade das interações do grupo?	☐ 1 Sem interações	☐ 2 Interação fraca/mínima	☐ 3 Irregular, houve momentos com e sem interação	☐ 4 Houve algum tipo de interação durante toda a atividade	☐ 5 Houve alta interação durante toda a atividade
3. Qual foi o modo de trabalho adotado?	☐ 1 Cada um pegou parte da tarefa e fez, depois juntamos tudo.	☐ 2 Cada um pegou uma parte e discutiu com o grupo	☐ 3 Discutimos em grupo e cada um chegou a sua própria resposta	☐ 4 Discutimos em grupo chegando a uma única resposta final	☐ 5 Uma pessoa fez tudo.
4. Qual foi a forma de colaboração?	☐ 1 Não houve (ninguém fez nada)	☐ 2 Não foi clara	☐ 3 Uma pessoa fez tudo	☐ 4 Por meio de esforços separados	☐ 5 Por meio do esforço de todos
5. Qual foi o grau de participação dos indivíduos do grupo?	☐ 1 Nenhum/ muito baixo	☐ 2 Baixo	☐ 3 Regular	☐ 4 Alto	☐ 5 Muito alto
6. Como o grupo chegou a resposta final da tarefa?	☐ 1 Não chegou	☐ 2 De forma individual	☐ 3 A partir de uma única pessoa	☐ 4 A partir de quase todos.	☐ 5 Por meio de todos do grupo.
7. Qual foi seu papel no grupo?	☐ 1 Nenhum	☐ 2 Não sei	☐ 3 Só me manifestei quando necessário	☐ 4 O mesmo dos meus colegas	☐ 5 Fui o líder
8. Você ajudou o grupo chegar na resposta final?	☐ 1 Não, porque eu não quis.	☐ 2 Não, não foi necessário	☐ 3 Sim, mas só um pouco	☐ 4 Sim, regularmente	☐ 5 Sim, totalmente
9. Você concorda com as respostas que o grupo chegou?	☐ 1 Não, nenhuma	☐ 2 Só em algumas	☐ 3 Em metade das	☐ 4 Na grande maioria	☐ 5 Em todas
10. Em poucas palavras, diga como funcionou a colaboração					
11. Em poucas palavras, diga se você participaria novamente desse grupo e por quê.					