

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – *Campus* Sorocaba
Licenciatura em Ciências Biológicas

JÚLIA DE CAMARGO ISMERIM

O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO SOB A PERSPECTIVA DA
COMPLEXIDADE

SOROCABA

2021

JÚLIA DE CAMARGO ISMERIM

O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO SOB A PERSPECTIVA DA
COMPLEXIDADE

Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado ao curso
Licenciatura em Ciências Biológicas
como requisito parcial para obtenção do
título de licenciada em Ciências
Biológicas pela Universidade Federal
de São Carlos – UFSCar.

Orientador: Prof. Dr. Hylio
Laganá Fernandes

SOROCABA-SP

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA

Coordenação do Curso de Ciências Biológicas
Licenciatura – Sorocaba

Rodovia João Leme dos Santos, Km 110 - SP-264
Bairro do Itinga - Sorocaba - São Paulo - Brasil
CEP 18052-780
Telefone: (15) 3229-6000



ATA DA DEFESA PÚBLICA

Ata CCCBL-So n^o 17/2021.

Aos 10 dias do mês de agosto de 2021, nas dependências do *Campus* de Sorocaba, da Universidade Federal de São Carlos, realizou-se a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso da discente JÚLIA DE CAMARGO ISMERIM do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/Integral – *Campus* Sorocaba, devidamente matriculada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, perante a Banca Examinadora, composta pelos (as) Professores (as): Prof. Dr. Hylio Laganá Fernandes, Prof.^a Dr.^a Magda da Silva Peixoto e Prof.^a Dr.^a Elisabete Alves Pereira, segundo o estabelecido nas Normas para apresentação de Trabalho de Conclusão do Curso. Após a apresentação e arguições, a Banca deliberou, segundo os critérios estabelecidos nas normas supracitadas:



Prof. Dr. Hylio Laganá Fernandes (Orientador) Nota: 10,0 (DEZ)



Prof.ª Dr.ª Magda da Silva Peixoto Nota: 10,0 (DEZ)



Prof.ª Dr.ª Elisabete Alves Pereira Nota: 10,0 (DEZ)

Com isso, o Trabalho foi considerado aprovado,
com nota final 10,0 (DEZ).

Sorocaba, 10 de agosto de 2021.



Coordenação do Curso de Ciências Biológicas
Licenciatura – Sorocaba



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA


CERTIFICADO

Certificamos que a discente JÚLIA DE CAMARGO ISMERIM do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/Integral – Campus Sorocaba, devidamente matriculada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, defendeu o trabalho de Conclusão de Curso intitulado **“O ensino de botânica no ensino médio sob a perspectiva da complexidade”** perante a Banca Examinadora, composta pelos professores: Prof. Dr. Hylío Laganá Fernandes, Prof.^a Dr.^a Magda da Silva Peixoto e Prof.^a Dr.^a Elisabete Alves Pereira aos 10 dias do mês de agosto de 2021, nas dependências do Campus de Sorocaba, da Universidade Federal de São Carlos.

Após deliberações, a Banca considerou a candidata APROVADA, segundo os critérios estabelecidos no Regulamento do Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas/Integral, com nota final 10,0 (DEZ)



Prof. Dr. Hylío Laganá Fernandes (Orientador)



Prof.ª Dr.ª Magda da Silva Peixoto



Prof.ª Dr.ª Elisabete Alves Pereira

Sorocaba, 10 de agosto de 2021.

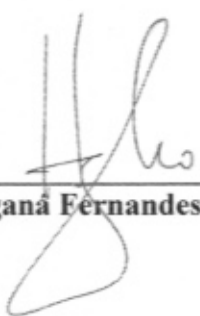
FOLHA DE APROVAÇÃO

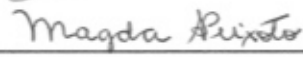
JÚLIA DE CAMARGO ISMERIM

*O ensino de botânica no ensino médio sob a perspectiva da
complexidade*

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para
obtenção do grau de licenciado no curso de ciências Biológicas – Licenciatura
Plena, da Universidade Federal de São Carlos Campus de Sorocaba.**

Sorocaba, 10 de agosto de 2021.

Orientador: 
Prof. Dr. Hylío Laganá Fernandes

Examinadora: 
Prof.ª Dr.ª Magda da Silva Peixoto

Examinadora: 
Prof.ª Dr.ª Elisabete Alves Pereira

FORMULÁRIO PARA AVALIAÇÃO DO TCC APRESENTADO AO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – UFSCar/Sorocaba. Identificação do Projeto de Monografia

Título	O ensino de botânica no ensino médio sob a perspectiva da complexidade
Candidata	JÚLIA DE CAMARGO ISMERIM
Orientador	Prof. Dr. Hylío Laganá Fernandes

Avaliação (Preenchimento obrigatório de todos os itens)

1 O tema está de acordo com o Perfil do licenciado em C. Biológicas?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
2 O texto está claro e bem escrito?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
3 Os objetivos estão bem estabelecidos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
4 A revisão bibliográfica está atual e abrangente?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
5 A metodologia proposta está adequada e bem descrita?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
6 Os resultados estão devidamente apresentados e discutidos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
7 As conclusões estão fundamentadas nos resultados obtidos?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente
8 O trabalho contribuiu para a formação integral do aluno?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Parcialmente

Aprovação

Atribua nota de 0 (zero) a 10 (dez) ao trabalho. O candidato será aprovado se a média aritmética obtida pela nota de todos os avaliadores for igual ou superior a 6,0.

Nota:

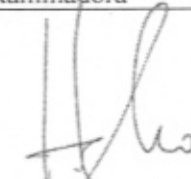


10,0 (DEZ)

Indique se há necessidade de modificações no texto para o exemplar final

serão feitas adequações segundo as sugestões da banca examinadora

Comentários gerais (Obrigatórios em caso de alguma resposta negativa no formulário)

Banca Examinadora

 <hr/> Prof. Dr. Hylío Laganá Fernandes (Orientador)	 <hr/> Prof.ª Dr.ª Magda da Silva Peixoto (Examinadora)	 <hr/> Prof.ª Dr.ª Elisabete Alves Pereira (Examinadora)
--	---	--

FICHA DEVERÁ SER PREENCHIDA EM LETRA DE FORMA OU DIGITADA.

À minha mãe, Ângela Maria de Camargo, e ao meu pai, Adroaldo Nunes Ismerim Júnior, que tornaram possível a minha formação formal, por toda dedicação que tiveram durante não apenas os anos da minha graduação, mas toda a minha vida, possibilitando essa realização.

Em memória dos meus avós, Adroaldo Nunes Ismerim e Maria Ilka Ribeiro Ismerim, que participaram da minha formação desde pequena e infelizmente não puderam presenciar esse momento.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Ângela e Adroaldo, pela paciência e por todo cuidado e dedicação nos momentos de dificuldades, tornando possível essa realização.

Agradeço ao meu companheiro, Juliano, pelo apoio e conselhos durante estes anos, me auxiliando na construção desse caminho.

Agradeço ao meu professor, orientador e amigo Hylio, por despertar em mim o interesse pela Educação e por sua paciência ao longo desse percurso.

Agradeço à minha querida amiga Liamar Érika, por me incentivar e tornar mais leves os momentos difíceis.

Às professoras que me inspiram a buscar realizar meus sonhos e não desistir de alcançar meus objetivos.

Agradeço também a todos os meus familiares, amigos, colegas e aos professores que, de alguma maneira, participaram dessa trajetória.

“Pedimos legitimamente ao pensamento que dissipe as brumas e as trevas, que ponha ordem e clareza no real, que revele as leis que o governam”.

Edgar Morin, 1990.

RESUMO

ISMERIM, Júlia de Camargo. **O ensino de Botânica no Ensino Médio sob a perspectiva da Complexidade**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.

O conhecimento fragmentado tem diversos impactos sobre a vida do discente pois, deste modo, o saber é trabalhado de modo que os conceitos são isolados e distanciados do observador. Um dos resultados da fragmentação do conhecimento é a “Cegueira Botânica”, caracterizada pela dificuldade de reconhecer a presença das plantas no cotidiano. Na Complexidade é contestada essa visão simplificadora do conhecimento considerando o mundo como um sistema. Este trabalho teve como principal objetivo conhecer a percepção dos participantes sobre a Botânica e também refletir sobre a possibilidade de inserir a perspectiva da Complexidade no ensino de Botânica no Ensino Médio. Para isso, primeiramente foi feita uma busca por conceitos de Botânica nas diferentes diretrizes de Educação direcionadas ao ensino de Biologia no Ensino Médio e, em seguida, foi elaborado um questionário dissertativo para conhecer as percepções, de pessoas que concluíram o Ensino Médio entre 2015 e 2019, acerca da Botânica, que foi respondido por 50 participantes. As respostas indicaram uma dificuldade em estabelecer correlações entre a Botânica e outros temas, demonstrando uma visão simples na percepção dos participantes, e notou-se também um impacto da especialização, direcionando o olhar dos participantes ao tema sob diferentes perspectivas.

Palavras-chave: Complexidade, Botânica, Ensino Médio, Teoria sistêmica, Cegueira Botânica.

ABSTRACT

ISMERIM, Júlia de Camargo. **Teaching Botany in High School from the perspective of Complexity**. 2021. Final paper for the graduation course in Biological Sciences - Federal University of São Carlos, Sorocaba, 2021.

Fragmented knowledge has several impacts on the life of the learner because, in this way, knowledge is worked in such a way that concepts are isolated and distanced from the observer. One of the results of knowledge fragmentation is "Botanic Blindness", characterized by the difficulty to recognize the presence of plants in everyday life. Complexity challenges this simplifying view of knowledge by considering the world as a system. The main goal of this work was to know the participants' perception about Botany, and also to reflect about the possibility of inserting the Complexity perspective in the teaching of Botany in High School. To this end, we first searched for Botany concepts in the different Education guidelines directed to the teaching of Biology in High School, and then we prepared a dissertative questionnaire to know the perceptions of people who finished High School between 2015 and 2019, about Botany, which was answered by 50 participants. The answers indicated a difficulty in establishing correlations between Botany and other subjects, demonstrating a simple vision in the perception of the participants, and it was also noted an impact of specialization, directing the look of the participants to the theme from different perspectives.

Keywords: Complexity, Botany, High School, Systemic Theory, Botanical Blindness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES FIGURAS

FIGURA 1: Representação da unidade descrita por Edgar Morin (MORIN, 1990).	17
FIGURA 2: Representação sistemática de multidisciplinaridade, no qual A, B e C referem-se a diferentes disciplinas e [t] se refere ao tema em comum por elas abordado (ALMEIDA FILHO, 1997)	18
FIGURA 3: Representação sistemática de interdisciplinaridade no qual D representa a disciplina integradora do campo disciplinar (ALMEIDA FILHO, 1997)	18
FIGURA 4: Representação sistemática de transdisciplinaridade (ALMEIDA FILHO, 1997).	19

TABELAS

TABELA 1: Frequência de referências à Botânica nos PCN, PCN+ e na BNCC	32
TABELA 2: Resultados da pesquisa por artigos no SciELO.	34
TABELA 3: Resultados da pesquisa por artigos por meio do Google Acadêmico.....	35
TABELA 4: Relações entre as respostas às questões 2, 3 e 5 para cada participante (P).	38
TABELA 5: Número de participantes por respostas à questão 2.	41
TABELA 6: Número de respostas para cada categoria na questão 3.	42
TABELA 7: Respostas à questão 4 escritas pelos 19 participantes cuja resposta à questão 3 foi “Não sei”	45
TABELA 8: Número de respostas para cada categoria na questão 5.	46

GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Ano de conclusão do Ensino Médio dos participantes da pesquisa em porcentagem.....	40
GRÁFICO 2: Relação entre número de participantes que responderam uma ou mais correlações e participantes que responderam não imaginar uma correlação entre a Botânica e outros temas.	43
GRÁFICO 3: Relação entre correlações feitas entre Botânica e outras áreas dentro das Ciências Biológicas ou mesmo com a Biologia e correlações feitas com outras áreas das	

ciências. 44

GRÁFICO 4: Porcentagem de respostas de participantes que não se lembram de terem sido feitas correlações em sala de aula, não tiveram Botânica ou que afirmam não terem sido feitas correlações pelo docente, em relação à porcentagem de participantes que responderam alguma correlação feita pelo docente em sala de aula.....47

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO I: O PENSAMENTO COMPLEXO DE EDGAR MORIN E A FRAGMENTAÇÃO DO CONHECIMENTO.	16
1.1. Abordagens disciplinares.....	18
1.2. Um diálogo entre Morin e Freire	19
1.3. A teoria dos sistemas.	21
CAPÍTULO II: A BOTÂNICA SOB UMA PERSPECTIVA SISTÊMICA.....	22
CAPÍTULO III: PCNEM, PCN+ E BNCC.....	29
3.1. Análise dos conceitos abordados nos PCNEM, PCN+ e na BNCC.....	30
JUSTIFICATIVA	32
OBJETIVOS GERAIS	35
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
METODOLOGIA.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
Pesquisa estruturada	37
Análise dos conceitos abordados no PCNEM, PCN+ e na BNCC	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS.	51

INTRODUÇÃO

““Uma cabeça bem-feita” significa que, em vez de acumular o saber, é mais importante dispor ao mesmo tempo de: – uma aptidão geral para colocar e tratar os problemas; – princípios organizadores que permitam ligar os saberes e lhes dar sentido” (MORIN, 1999).

Ao longo dos três primeiros anos da minha graduação em licenciatura eu não me identificava completamente com as metodologias de ensino que me foram apresentadas. No terceiro ano, ao realizar uma iniciação científica que infelizmente não pôde ser concluída, me deparei com uma situação na qual somente me ater ao pensamento de Paulo Freire, que foi incisivamente colocado como algo imprescindível durante o curso, não seria uma decisão significativa para os discentes daquela turma.

A ideia de aplicar os três momentos pedagógicos de Delizoicov (DELIZOICOV, 2002) mecanicamente e de que não é válido trabalhar um tema em aula partindo de uma situação que não seja considerada igualmente significativa para todos os estudantes ou não tenha emergido de uma fala considerada significativa me foi muito incômoda, pois nesse trabalho de iniciação científica tratava-se de uma turma cuja maioria dos discentes sequer possuíam acesso à água encanada ou esgoto em suas residências e alguns haviam comentado que frequentemente apareciam animais mortos no poço em suas casas.

No meu último ano de graduação, meu professor e orientador do presente trabalho me apresentou o Pensamento Complexo de Edgar Morin e lendo alguns trabalhos do autor percebi o quanto seria interessante que a teoria da Complexidade fosse trabalhada em sala de aula com os graduandos em licenciaturas e como poderia ser interessante levar essa abordagem para as salas de aula, o que me inspirou a analisar como a Complexidade pode ser utilizada como base teórica nas aulas de Ciências e Biologia.

Em sua obra “A Cabeça Bem-feita” (2003), Edgar Morin apresenta a seguinte citação acerca da definição de “Educação”: “utilização de meios que permitem assegurar a formação e o desenvolvimento de um ser humano; esses próprios meios” e se refere à palavra “Ensino” como a “arte ou ação de transmitir os conhecimentos a um aluno, de modo que ele os compreenda e assimile” (MORIN, 1999) ou, de acordo com o filósofo Israel Scheffler (1973) “pode ser caracterizado como uma atividade que visa promover a aprendizagem e que é praticada de modo a respeitar a integridade intelectual do aluno e a sua capacidade para julgar de modo independente”.

Analisando essas definições e ainda outras que podem ser encontradas nos dicionários da língua Portuguesa para “educação”, tais como “Processo que visa ao desenvolvimento físico, intelectual e moral do ser humano, por meio da aplicação de métodos próprios, com o intuito de assegurar-lhe a integração social e a formação da cidadania” (MICHAELIS, 2006) e “ensino”, como “ação ou efeito de ensinar; ensinamento; forma sistemática de transmitir conhecimentos, geralmente em escolas; método usado para transmissão de conhecimento” (MICHAELIS, 2006), pode-se perceber que o conceito de ensino costuma estar relacionado à transmissão, e não à construção de conhecimentos, enquanto a educação costuma estar relacionada ao desenvolvimento e formação. A abordagem do Pensamento Complexo permeia estes dois conceitos e possibilita a compreensão de conhecimentos de diversas áreas do conhecimento científico de maneira correlacionada com o desenvolvimento do indivíduo como parte de um ecossistema e de uma sociedade (MORIN, 1999).

O conhecimento é apresentado ao estudante de maneira fragmentada desde os primeiros anos do ensino básico até o ensino superior. No ensino básico essa fragmentação fica mais clara quando os conhecimentos são divididos em um maior número de disciplinas, no Ensino Superior, esta fragmentação é ainda mais intensa, pois já se trata do estudo de conceitos de uma única área das ciências ou de poucas áreas, e isso é frequentemente feito de modo que limita o olhar do estudante, resultando em uma especialização (MORIN, 2003). Morin em seu livro *Introdução ao Pensamento Complexo* (2003) explica que o problema não está na especialização, não está em conhecer mais à fundo uma determinada área de estudo, mas sim nessa maneira que impede o observador de ser capaz de enxergar outras áreas de estudo e relações entre elas.

Ao limitar o olhar do educando, essa fragmentação o distancia do objeto observado, neste caso, as Ciências Naturais, por dificultar a percepção de como estão relacionados e interdependentes. De acordo com Salatino (2016), dentro das ciências naturais a Botânica tem sido vista como um tema ultrapassado da Biologia no Ocidente, havendo um interesse maior pela Zoologia (2016), e é possível observar uma fragmentação intensa do estudo de Botânica no Ensino Médio, que fica fragmentado entre os conteúdos de ciências trabalhados em sala de aula, como a Biologia Celular, Evolução e Ecologia, ou seja, comumente não é evidenciado que ao falar sobre as plantas quando estes outros conceitos são apresentados, está sendo falado de Botânica (BRASIL, 2018).

No capítulo I deste trabalho (“O Pensamento Complexo de Edgar Morin e a fragmentação do conhecimento”) foi introduzido o Pensamento Complexo e a definição de “conhecimento fragmentado”, devido à importância de sua compreensão ao decorrer do trabalho. Ainda neste capítulo, no tópico “Abordagens disciplinares” foram apresentadas

algumas abordagens disciplinares (Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade) de maneira sucinta, para diferenciá-las da Complexidade e, em seguida, no tópico “Um diálogo entre Morin e Freire” procurou-se demonstrar que os pensamentos destes autores não se divergem e observá-los de modo complementar.

O primeiro capítulo é concluído com uma breve apresentação da Teoria Sistêmica como um meio para estabelecer uma conexão entre a Complexidade e a Educação, no tópico “A Teoria dos Sistemas”, que em seguida fundamenta o Capítulo II: “A Botânica sob uma perspectiva sistêmica”, no qual foi explicada a escolha da Botânica como objeto deste estudo, tratando-se de uma perspectiva que poderia ser direcionada para qualquer outra parte do todo. No capítulo II foi também brevemente apresentado o conceito de “Cegueira Botânica” e é exemplificado como a Botânica está relacionada com outras partes deste todo.

No capítulo III, “PCNEM, PCN+ E BNCC”, são abordadas as diretrizes desenvolvidas para o Ensino Médio desde o ano de 1999 até a BNCC, publicada em 2018. A abordagem destes documentos é feita para tomar conhecimento de quais conceitos da Botânica são desenvolvidos ao longo do Ensino Médio e como sugere-se que sejam trabalhados, e o estudo destes documentos atua como um dos embasamentos na análise das causas e consequências relacionadas à fragmentação do conhecimento no ensino de Botânica.

Após concluir o embasamento teórico, é desenvolvida a justificativa e, em seguida, foram apresentados e discutidos os resultados do questionário dissertativo, organizado em 5 questões, que trouxe os principais dados para as Considerações finais e para a Conclusão do trabalho.

Capítulo I: O Pensamento Complexo de Edgar Morin e a fragmentação do conhecimento

A fragmentação é uma abordagem desconexa do saber, que subdivide o conhecimento em áreas e as isola umas das outras. O pensamento Complexo de Edgar Morin vai de encontro à necessidade de romper com a fragmentação do conhecimento. De acordo com Morin (1990), é verdade que a complexidade surge onde o pensamento simplificador falha, porém, segundo ele, para desenvolver o pensamento complexo é necessário se desfazer da ilusão de que a complexidade conduz à eliminação da simplicidade e diferenciar complexidade de completude (MORIN, 1990). Morin denomina como pensamento simplificador a busca por “dissipar a aparente complexidade dos fenômenos a fim de mostrar a ordem simples a que eles obedecem”, mas que, segundo ele, acaba por gerar ainda mais cegueira ao fragmentar o conhecimento.

A simplificação empregada para explicar as ciências em toda sua diversidade é descrita

por Morin (1982) como separação e redução, a primeira por isolar os objetos uns dos outros e também de seu observador e de seu ambiente e a segunda “unifica aquilo que é diverso ou múltiplo” (MORIN, 1982), e a complexidade por sua vez busca aproximar o objeto e seu ambiente, o observado e o observador (MORIN, 1982).

É importante ter em mente que a unidade presente no pensamento Complexo difere da redução observada no pensamento simplificador. Essa unidade se refere a estabelecer conexões entre as diferentes áreas do conhecimento e também com observador, porém sem que sejam anuladas (MORIN, 1990), como disse Edgar Morin em sua obra “Introdução ao Pensamento Complexo” (2015) “a unidade da ciência respeita a física, a biologia, a antropologia, mas quebra o fisicismo, o biologismo, o antropologismo”, conceito que na Filosofia pode ser relacionado à *Physis*.¹

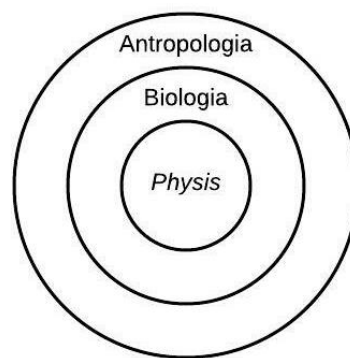


Figura 1: Representação da unidade descrita por Edgar Morin (MORIN, 1990).

Ao estabelecer essas conexões, são formados sistemas. Na astrofísica, por exemplo, o planeta Terra orbita um sistema solar, que hoje se sabe não ser o único (MORIN, 1977). Esse sistema, junto com outros sistemas, faz parte de um sistema maior, a Via Láctea e, a partir do início do século XX, estudos mostraram a existência de outras galáxias, ou seja, outros sistemas (FLÓRIO et al, 2021). Assim também é observado na biologia. Células são compostas por outras estruturas, dentre as quais encontra-se o material genético, que também é formado por outras estruturas. As células formam tecidos, que formam conjuntos de órgãos, que fazem parte de organismos, como o ser humano (MORIN, 1977). O ser humano por sua vez está inserido em uma sociedade e em um ecossistema, sendo possível observar conexões entre a biologia e a

¹ "A realidade em seu esplendor e diversidade – a *phýsis* para os gregos – não é apenas essa riqueza admirável, ela também não cessa de mudar, de se renovar, mas também de retornar em sucessivas gerações e estações do ano. Da semente nasce a planta que cresce, dá flores, frutos e sementes, de onde nasce de novo a árvore num círculo poético infinito. O próprio ser humano nasce, cresce e morre, mas renascendo em cada novo nascimento." (CASTRO, 2011)

antropologia (MORIN, 1982).

1.1. Abordagens disciplinares

Para compreender a abordagem da transdisciplinaridade e diferenciá-la do pensamento Complexo, é importante identificar conceitualmente as diferenças entre multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (PIRES, 1998).

Na multidisciplinaridade, diferentes áreas do conhecimento, ou seja, diferentes disciplinas, abordam um mesmo tema simultaneamente sem que sejam necessariamente estabelecidas relações entre elas (ALMEIDA FILHO, 1997).

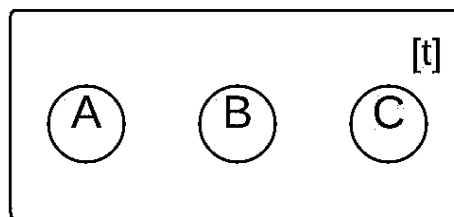


Figura 2: Representação sistemática de multidisciplinaridade, no qual A, B e C se referem a diferentes disciplinas e [t] se refere ao tema em comum por elas abordado (Modificada de ALMEIDA FILHO, 1997).

A interdisciplinaridade, segundo Naomar de Almeida Filho (1997), "implica uma axiomática comum a um grupo de disciplinas conexas", que são relacionadas a partir de um nível hierárquico centralizado em uma delas.

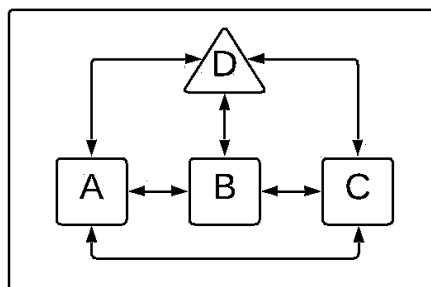


Figura 3: Representação sistemática de interdisciplinaridade no qual D representa a disciplina integradora do campo disciplinar (Modificada de ALMEIDA FILHO, 1997).

A transdisciplinaridade para Bibeau (1996) é o efeito da integração de diversas disciplinas sobre a base de uma axiomática geral compartilhada entre elas, apresentando uma organização em vários níveis e com diferentes objetivos, porém com uma finalidade em comum que as une (ALMEIDA FILHO, 1997)

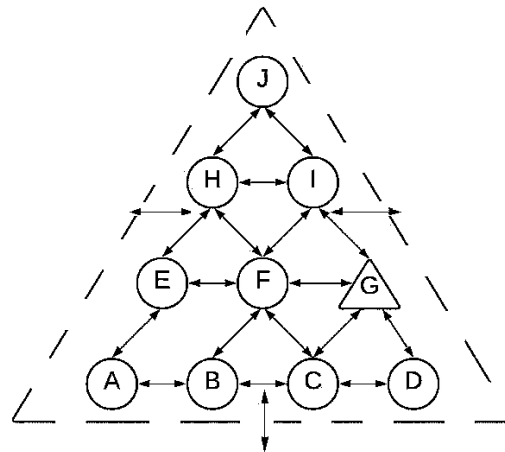


Figura 4: Representação sistemática de transdisciplinaridade (Modificada de ALMEIDA FILHO, 1997).

Nota-se que a transdisciplinaridade apresenta correlações entre grupos de disciplinas, um dos pontos apresentados no pensamento Complexo, porém, apesar de assemelhar-se nesse aspecto, o pensamento Complexo não se limita a correlações entre áreas do conhecimento científico, sendo inúmeras vezes evidenciada por Morin em suas obras a intenção de aproximar o observador do objeto observado de modo que o indivíduo seja capaz de estabelecer relações entre os conceitos científicos e sua realidade social, cultural e mesmo seu papel como parte de um ecossistema. Trazendo essa abordagem para o contexto da educação escolar, a Complexidade possibilitaria correlacionar conceitos de diferentes disciplinas ou áreas dentro das disciplinas (por exemplo, fisiologia animal, anatomia, ecologia e biologia celular dentro da disciplina de Biologia) estabelecendo também relações com o contexto social, histórico e cultural no qual os discentes estão inseridos, permitindo a compreensão desses conceitos não de maneira fragmentada, mas sim como um todo, um sistema, contextualizado e significativo (MORIN, 1990).

1.2. Um diálogo entre Morin e Freire

Tendo diferenciado uma metodologia puramente transdisciplinar da abordagem do pensamento Complexo, pode-se então adentrar a uma nova questão: a possibilidade de um diálogo entre a metodologia proposta por Paulo Freire e a proposta por Edgar Morin.

Primeiramente, é fundamental enfatizar que os autores não simplesmente desenvolveram abordagens diferentes. Seus estudos são em áreas diferentes. Paulo Freire desenvolveu seus estudos dentro da Pedagogia, tendo seus trabalhos voltados diretamente para a Educação, enquanto os estudos de Edgar Morin são acerca da compreensão das ciências como um todo, portanto não se tratam de pensamentos divergentes.

De acordo com Vygotsky, o processo de aprendizagem do ser humano consiste em uma interação dos indivíduos por meio da linguagem e de suas ações (VYGOTSKY, 2003), que são capazes de construir, destruir e reconstruir conhecimentos, o que torna possível que o indivíduo seja consciente de seu desenvolvimento (SILVA & INFANTE-MALACHIAS, 2012).

Morin compreende a educação como uma entidade que abrange diferentes âmbitos além das áreas do conhecimento científico, tais como o contexto social, econômico, emocional e cultural (SCHOLZE, 2014). Em sua obra “Introdução ao Pensamento Complexo”, Morin sistematizou três princípios básicos para o pensamento Complexo (MORIN, 2015).

O primeiro é o princípio ao qual ele denomina Dialógico, que de acordo com o autor “associa dois termos ao mesmo tempo complementares e antagônicos” (MORIN, 2015), ou seja, ele possibilita a dualidade dentro da unidade (MORIN, 2015).

O segundo princípio é o da recursão organizacional, o qual Morin compara ao processo do turbilhão, no qual cada momento do processo é, ao mesmo tempo, produto e produtor deste (MORIN, 2015). Isso pode também ser comparado ao ser humano, tanto como ser biológico como social. Biologicamente, o ser humano é gerado, mas também é capaz de gerar vida e, sociologicamente, pois a sociedade é formada pelas interações entre os indivíduos e, ao mesmo tempo, a sociedade uma vez produzida atua sobre a formação desses indivíduos, por meio de sua cultura, linguagem e saberes adquiridos (MORIN, 2015). De acordo com Morin a ideia recursiva seria, portanto, “uma ideia em ruptura com a ideia linear de causa/efeito, de produto/produtor, de estrutura/superestrutura” (MORIN, 2015), pois aquilo que é produzido atua então sobre o que o produz, em um ciclo "autoconstitutivo, auto-organizador e autoprodutor” (MORIN, 2015).

O terceiro princípio do pensamento complexo é o princípio hologramático. O nome é dado devido ao fato de que, “num holograma físico, o menor ponto da imagem do holograma contém a quase totalidade da informação do objeto representado” (MORIN, 2015), desse modo, o princípio hologramático significa que não apenas a parte está inserida em um todo, mas o todo também está na parte. Morin relaciona esse princípio ao mundo biológico e ao mundo sociológico. Na Biologia se refere à cada célula conter a informação genética do organismo, assim como o organismo contém cada célula (MORIN, 2015) e na Sociologia é possível compreender que o indivíduo faz parte de uma sociedade, uma cultura e uma história assim como a sociedade, a cultura e a história fazem parte desse indivíduo.

Paulo Freire, em sua obra Pedagogia da Autonomia, discorreu sobre os saberes necessários para a prática educativa dentro de sua abordagem. De acordo com o autor, o

educador tem o papel de estimular a criticidade dos discentes, de modo que se tornem “sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo” (FREIRE, 2002).

Outra colocação do autor é que o processo educativo deve respeitar os saberes do educando, construídos socialmente e sugere que sejam estabelecidas relações entre os conteúdos e estes saberes (FREIRE, 2002). Em suas palavras: “por que não estabelecer uma necessária “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?” (FREIRE, 2002).

Morin em seu livro “A cabeça bem-feita”, anteriormente citado, utiliza a seguinte afirmação “mais vale uma cabeça bem-feita do que uma bem cheia” e explica que uma “cabeça bem cheia” seria aquela no qual os saberes são acumulados, porém sem uma organização que dê a eles algum sentido (MORIN, 1999). Pode-se perceber um diálogo entre este pensamento de Morin e a crítica de Freire à educação bancária (BARBOSA, 2013; FREIRE, 2002), na qual o educando aprende conceitos de maneira passiva e acrítica (FREIRE, 2002).

É possível observar que existem pontos de conexão entre as perspectivas dos autores, que compartilham o reconhecimento da importância de estabelecer relações entre saberes científicos e o ser social e cultural, e não apenas decorar conceitos (SCHOLZE, 2014) e defendem uma educação crítica, reflexiva e libertadora, que reconheça o educando como um ser biológico e cultural, múltiplo e singular (BARBOSA, 2013). Deste modo, a inserção do pensamento Complexo na educação escolar não somente não é divergente à abordagem Freireana por tratarem-se de áreas de estudo diferentes, como também possibilita a construção de um diálogo no desenvolvimento de uma abordagem integrada.

1.3. A teoria dos sistemas

A Complexidade como uma perspectiva dentro da Educação pode ser desenvolvida por meio da Teoria Sistêmica, ou teoria dos sistemas, inicialmente desenvolvida por Ludwig von Bertalanffy, um biólogo austríaco, ao criticar o pensamento de que o mundo é dividido em áreas, defendendo a ideia de que o que existe, na verdade, é um todo integrado e, a partir da década de 50, essa teoria se expandiu por diferentes direções. A teoria dos sistemas é um campo extremamente amplo: sistemas integrados formando outros sistemas, desde o átomo, formando moléculas, células, tecidos, organismos, até uma galáxia e todo o universo (MORIN, 2003). Morin, em sua obra Introdução ao pensamento complexo (MORIN, 2003) explica a virtude sistêmica pelos seguintes critérios:

“a) ter posto no centro da teoria, com a noção de sistema, não

uma unidade elementar discreta, mas uma unidade complexa, um “todo” que não se reduz à “soma” de suas partes constitutivas;

b) não ter concebido a noção de sistema como uma noção “real”, nem como uma noção puramente formal, mas como uma noção ambígua ou fantástica;

c) situar-se a um nível transdisciplinar, que permite ao mesmo tempo conceber a unidade da ciência e a diferenciação das ciências, não apenas segundo a natureza material de seu objeto, mas também segundo os tipos e as complexidades dos fenômenos de associação/organização”.
(MORIN, 2003)

A teoria sistêmica é frequentemente apresentada como podendo ser um sistema aberto ou um sistema fechado. Um sistema fechado é um sistema em estado de equilíbrio, ou seja, onde não há trocas com seu exterior (MORIN, 2003), contudo, como afirma Daft (2002), não existem sistemas fechados, e sim sistemas internos. Para que um sistema chamado fechado mantenha seu equilíbrio, na verdade é necessário que se abra (MORIN, 2003), como um tecido que seria considerado um sistema fechado, que se mantém em equilíbrio, mantém sua estrutura. Porém, para que esta estrutura e equilíbrio sejam mantidos, está havendo uma constante renovação celular, de modo que há células mortas sendo liberadas e substituídas por células novas, não são as mesmas células compondo o tecido desde o início, logo, este na verdade é um sistema aberto.

Capítulo II: A Botânica sob uma perspectiva sistêmica

“O que garante a existência da vida é uma pequena corrente mantida pela luz solar”. (Albert Szent-Györgyi, bioquímico laureado em 1937 com o prêmio Nobel de Filosofia e Medicina).

Sob a perspectiva da Teoria Sistêmica, não há então uma divisão do mundo em áreas, deste modo, neste trabalho o olhar é direcionado para a Botânica, sem isolá-la, assumindo que se poderia olhar sob a perspectiva da Complexidade para qualquer parte deste todo, como é explicado por Morin nos três princípios básicos do Pensamento Complexo (MORIN, 2015). Neste capítulo são então demonstradas algumas das muitas correlações que existem entre a Botânica e outras partes de um todo, outros momentos de diferentes processos.

Um dos motivos de ser escolhida a Botânica para este trabalho e não qualquer outro objeto de estudo é um tema que tem sido levantado em estudos nos últimos anos e que pode ser relacionado, entre outros fatores, à educação escolar: A cegueira Botânica. “Cegueira Botânica” é o termo utilizado para se referir à incapacidade de reconhecer a presença das plantas no

ambiente (NEVES et al, 2019). Isso pode ser observado, por exemplo, ao mostrar uma figura contendo alguns animais, árvores, gramado e flores e, ao pedir que alguém diga o que vê nesta figura, a pessoa responde que vê os animais, mas não responde os elementos vegetais.

Conhecer as estruturas básicas das plantas e seus processos fisiológicos é importante para compreender suas relações com outras espécies e com o meio ambiente como um todo. Mas, como esperar que o educando compreenda essa importância das espécies vegetais para o meio ambiente acreditando que elas estão distantes de sua realidade (COSTA et al, 2019)? É importante estimular esse reconhecimento da presença das plantas no seu cotidiano desde os primeiros anos escolares, para que, com a superação da cegueira Botânica, isso possa ser utilizado como ferramenta para desenvolver, de forma contextualizada, o estudo dos vegetais em sala de aula (COSTA et al, 2019).

A Botânica é a área das Ciências da Natureza que estuda os vegetais. De acordo com Martins-da-Silva (2014), pode-se dizer que a botânica teve seu início com estudos medicinais, com seus primeiros registros encontrados em templos egípcios, presentes no Livro dos Mortos e Livro dos Vivos.

É comum que a Botânica seja dita “subdividida”, porém no presente trabalho será considerada organizada, e não dividida, pois estas áreas de estudo são interconectadas e interdependentes. Diferentemente do que é comumente suposto, de que a Botânica é limitada ao uso medicinal ou mesmo do cultivo de plantas ornamentais, nela estuda-se a Sistemática, Fisiologia, Organografia, Anatomia, Palinologia, Fitogeografia, Paleobotânica, Genética, Ecologia vegetal, Botânica Agrícola e outras áreas (MARTINS-da-SILVA et al, 2014).

Para discutir o ensino da Botânica sob uma perspectiva Complexa, é importante demonstrar como seu estudo é abrangente e pode ser explorado em sala de aula e algumas de suas relações com o ser humano, buscando a superação da “Cegueira Botânica”² intensificada na educação escolar (WANDERSEE & SCHUSSLER, 2002).

Na década de 1970, o conceito de meio ambiente deixa de ser limitado ao reino vegetal e animais “não-rationais” e passa a abranger aspectos econômicos e socioculturais (RUSCHEINSKY, 2012). Neste período, questões ambientais são introduzidas às discussões políticas internacionais, o que ocorre pela primeira vez em 1972, com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, que estabeleceu o Programa

² Termo criado por Wandersee e Schussler (2002) definido como a incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e no nosso cotidiano e a dificuldade em perceber os aspectos estéticos e biológicos exclusivos das plantas (SALATINO et al, 2016; WANDERSEE & SCHUSSLER, 2002).

Ambiental das Nações Unidas - PNUMA (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1994). Entre as recomendações resultantes da conferência de Estocolmo, consta a Recomendação 96, que orienta o desenvolvimento de uma educação interdisciplinar e voltada para problemas atuais e urgentes que prepare os cidadãos para viver em um mundo interdependente e harmônico com as leis do planeta. Os resultados da conferência estão sintetizados na Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (ONU, 1972).

Em 1975 foi realizado um novo encontro internacional com enfoque na Educação Ambiental, o Seminário Internacional de Belgrado sobre Educação Ambiental, para definir princípios e procedimentos para a Educação Ambiental. Sobre a necessidade de desenvolver programas interdisciplinares de Educação Ambiental foram feitas 6 recomendações, dentre as quais “6. Recomendação - Que as instituições estimulem a inclusão das metas de Educação Ambiental nas disciplinas clássicas das Ciências Naturais e das humanidades” (CARTA DE BELGRADO, 1975). De acordo com a Carta de Belgrado, os objetivos da Educação Ambiental são embasados em 6 princípios: conscientização, conhecimento, atitudes, habilidades, capacidade de avaliação e participação.

Em 1977 foi realizada a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental em Tbilisi, na Geórgia, organizada pela UNESCO em colaboração com a PNUMA (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1994). A conferência teve como resultado uma série de recomendações sobre “A função, os objetivos e os princípios diretores da Educação Ambiental”. De acordo com estas recomendações:

“Cabe à Educação Ambiental transmitir os conhecimentos necessários para interpretar os fenômenos complexos que compõem o ambiente, estimular os valores éticos, econômicos e estéticos que constituem a base de uma autodisciplina, favorecendo o desenvolvimento de comportamentos compatíveis com a preservação e a melhoria desse ambiente e promover uma ampla gama de habilidades práticas necessárias à concepção e à aplicação de soluções eficazes para os problemas ambientais.” (Declaração da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, 1977)

Reigota (1994) apresenta a Educação Ambiental a partir dos seis princípios definidos na Carta de Belgrado, considerando dentre eles pertinentes “conscientização” e “conhecimento”.

“1. Conscientização: contribuir para que os indivíduos e grupos sociais adquiram consciência e sensibilidade em relação ao ambiente como um todo e a problemas a ele relacionados.

2. Conhecimento: propiciar aos indivíduos e aos grupos sociais uma compreensão básica sobre o ambiente como um todo, os problemas a ele relacionados, e sobre a presença e o papel de uma humanidade criticamente responsável em relação a esse ambiente” (Carta de Belgrado, 1975).

Essa então nova concepção de meio ambiente apresentada demonstra o reconhecimento das consequências do comportamento do ser humano não somente nos sistemas biológicos, como também à sociedade como um todo. Um exemplo clássico que representa este sistema de correlações é o aquecimento global, atividades antrópicas impulsionadas pela falta de consciência do ser humano, implicando em alterações climáticas que resultam em estresses abióticos, alterações nos ecossistemas e mesmo desigualdade na disponibilidade de recursos necessários à vida.

O efeito estufa é um processo natural que ocorre na atmosfera como consequência da presença de determinados gases, chamados gases do efeito estufa (JUNGES, 2018). Em 1858 o engenheiro inglês John Tyndall, em seu estudo utilizando o espectrofotômetro que havia construído, afirmou que gases como o Dióxido de Carbono (CO₂) e o vapor d'água, presentes na atmosfera Terrestre, exibem propriedades que possibilitam a absorção de 90% da radiação de onda longa (radiação infravermelha), porém, permitem a passagem da radiação solar de onda curta (radiações ultravioletas e espectro visível) (MARENCO, 2009; FLEMING, 1998). Atualmente, sabe-se que os principais gases do efeito estufa da atmosfera da Terra são o Dióxido de Carbono (CO₂), vapor d'água estratosférico, Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O, NO_x), Ozônio troposférico (O₃) e Clorofluorcarbonetos (CFC's) (JUNGES, 2018).

Ao ser absorvida, a radiação infravermelha é reirradiada para a superfície terrestre, resultando em um aquecimento do planeta, portanto, os gases do efeito estufa emitidos de maneira desenfreada são responsáveis pelo aquecimento global, sendo o dióxido de carbono o maior contribuinte para o efeito estufa (63%) (MARENCO, 2009).

Com o aumento da concentração desses gases, principalmente os resultantes da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento e queimadas das florestas, a concentração de CO₂ na atmosfera terrestre tem aumentado a uma taxa superior a 1% ao ano (MARENCO, 2009). De acordo com Atkin e Tjoelker (2003), é estimado que 7,1 Pg (1 petagrama equivale a 10¹⁵g) de carbono sejam emitidos para a atmosfera como consequência de atividade humana, dos quais 24% são provenientes do desmatamento de florestas tropicais e de outras mudanças no uso da terra (ATKIN; TJOELKER, 2003).

As consequências do aquecimento global decorrente do aumento da taxa de emissão de CO₂ incluem o derretimento de geleiras, com um aumento considerável no nível do mar (10 centímetros em um século) (MARENCO, 2006), alterações geográficas, problemas fitossanitários e modificações no zoneamento agroclimático de determinadas espécies, como o café (*Coffea*) (ASSAD et al, 2004).

A respiração e a fotossíntese são processos fundamentais para a manutenção da vida. (KERBAUY, 2013) Grande parte dos seres vivos precisa realizar absorção de oxigênio molecular (O₂) e romper compostos de carbono, cuja energia é utilizada para o desenvolvimento e manutenção desse organismo (KERBAUY, 2013).

A energia que se encontra armazenada nos compostos orgânicos pode atuar em diversos processos metabólicos que ocorrem na planta e serve como fonte de energia para outros organismos vivos direta ou indiretamente por meio da alimentação, de modo que, na ausência dos fatores necessários para a fotossíntese, com a morte da vegetação, toda a cadeia alimentar seria interrompida (MARENCO & LOPES, 2011).

A fotossíntese está entre os principais processos que amenizam os impactos da emissão de Carbono para a atmosfera (MARENCO & LOPES, 2011). Estudos realizados na década de 1990 demonstraram que parte do CO₂ emitido é absorvido pelos oceanos (KEELING et al., 1996) pela conversão do gás carbônico em bicarbonato ou pela atividade fotossintética de fitoplânctons (MARENCO & LOPES, 2011) e outra parte é retida pela vegetação terrestre, sendo as florestas de clima temperado localizadas no hemisfério norte os principais sumidouros (McGUIRE et al., 2001).

O aumento na temperatura global resulta em estresses abióticos, como seca, aumento na salinidade, temperaturas extremas e toxicidade química e também em estresse oxidativo, fatores que ameaçam a agricultura e degradam o meio ambiente (GONDIM, 2010). De acordo com Wang (2003), o estresse abiótico é o principal causador de perda de culturas e, a seca e salinidade crescentes estão se tornando generalizadas em muitas regiões, o que pode causar uma salinização severa em mais de 50% de todas as terras aráveis até 2050 (WANG et al., 2003). Wang (2001) mencionou que estresses abióticos podem acarretar em mudanças morfológicas, fisiológicas, bioquímica e moleculares que prejudicam o desenvolvimento e a produtividade vegetal.

O estresse hídrico, salino, oxidativo e temperaturas extremas frequentemente estão correlacionados e podem provocar danos celulares semelhantes nas espécies vegetais (GONDIM, 2010), por exemplo, de acordo com Taiz & Zeiger (2004), o estresse oxidativo frequentemente é resultado de temperaturas altas, salinidade ou estresse hídrico e pode causar a desnaturação das proteínas estruturais e funcionais de espécies vegetais. A temperatura atua ainda sobre as reações bioquímicas da fotossíntese, elevando as taxas de respiração (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em regiões mais quentes, processos biológicos como a decomposição aeróbia da matéria orgânica no solo são mais acelerados, resultando em uma liberação mais rápida do CO₂

(PRIMAVESI et al., 2007). Com o aumento da temperatura, o processo de evapotranspiração também é acelerado, o que diminui a disponibilidade de água no solo, podendo reduzir a umidade relativa do ar, prejudicando grande parte dos seres vivos, e prejudicar a produção agrícola (PRIMAVESI et al., 2007). Fases fundamentais como a germinação, crescimento e o desenvolvimento das culturas também sofrem impacto da redução de disponibilidade de água no solo, de modo que altas temperaturas tendem a diminuir a germinação de sementes (GONDIM, 2010), contudo, os impactos resultantes do aquecimento global associado ao efeito estufa sobre as espécies vegetais não se limitam aos problemas diretamente decorrentes do aumento exacerbado da temperatura (BEGON, 2004).

Assim como os outros recursos, como temperatura, disponibilidade de água e de nutrientes e a intensidade de ondas pode variar tanto sistematicamente quanto assistematicamente, ou seja, tanto de acordo com o período do dia ou estação do ano, por exemplo, quanto por fatores imprevistos (BEGON, 2004) e, de acordo com Long et al (1994), intensidades de onda muito altas podem ocasionar fotoinibição da fotossíntese, de modo que a taxa de fixação do carbono decresce com o aumento da intensidade da radiação (LONG et al, 1994).

Assim como a necessidade de luz, a água exerce diversas funções fisiológicas e ecológicas e, apesar de ser o recurso mais abundante dentre os necessários para o desenvolvimento saudável da planta, é também o mais limitante, atuando sobre a distribuição da vegetação no planeta e a produtividade agrícola (KERBAUY, 2013). Com o aumento da temperatura resultante de diferentes ações antrópicas, como o uso incorreto do solo para produção agrícola, há uma redução na disponibilidade de água e não somente para a realização de processos bioquímicos nas plantas e animais “não-rationais. Essa diminuição no recurso mais abundante é também indispensável para a vida do ser humano e, gradativamente, são observados rios secando e regiões cada vez mais carentes do abastecimento por água, prejudicando, por exemplo, povos indígenas que dependem destes rios e intensificando a desigualdade social.

Com os estudos em Ecologia, foram definidos níveis de hierarquia de organização nos sistemas ecológicos (RICKLEFS & RELYEA, 2016). O primeiro nível dessa organização é indivíduo; seguido pela população, que é um indivíduos de uma mesma espécie vivendo em uma mesma área; comunidade, que são todas as espécies que convivem em uma área; ecossistema, descrito por RICKLEFS (2016) como “composto de uma ou mais comunidades de organismos vivos que interagem com os seus ambientes físicos e químicos, que incluem

água, ar, temperatura, luz solar e nutriente” e, por fim, o nível mais alto da hierarquia ecológica é a Biosfera, que inclui todos os ecossistemas do planeta Terra (RICKLEFS, 2016).

Entender a organização das comunidades biológicas é importante para compreender como os processos que nela ocorrem influenciam a estrutura e o funcionamento dos sistemas ecológicos e uma forma de compreender a organização dessas comunidades é por meio do estudo das relações tróficas que estão presentes nelas (RICKLEFS, 2016; LEVIN, 1999).

A estrutura de uma planta verde é completamente diferente do corpo de um animal e, com isso, as características desses recursos como alimentos em potencial também se diferem (BEGON, 2007). Uma das diferenças mais importantes é a presença de paredes de celulose, lignina e outras matérias importantes nos vegetais, que concedem a eles um alto teor de fibras, além de essas paredes celulares serem também grandes responsáveis pela quantidade elevada de carbono em relação a outros elementos presentes na planta (BEGON, 2007).

Assim como diferentes espécies animais herbívoras se alimentam de diferentes espécies e estruturas vegetais de acordo com suas necessidades nutricionais e anatomia (BEGON, 2007), os vegetais também possuem necessidades específicas, como intensidade luminosa, temperatura e disponibilidade de água, de acordo com suas características morfológicas e fisiológicas (TAIZ et al, 2017). Estas condições exógenas determinam a distribuição das espécies no espaço geográfico, representando uma conexão entre a Ecologia Vegetal e a Biogeografia, dedicada ao estudo da distribuição dos seres vivos no espaço geográfico e tempo geológico (FIGUEIRÓ, 2015).

O termo “ecologia” foi utilizado pela primeira vez em 1869 por Ernest Haeckel, que o definiu como “o estudo científico das interações entre os organismos e seu ambiente” (HAECKEL, 1869 apud PERONI et al, 2011). Uma definição atual para Ecologia de acordo com Begon et al (2007) é o “estudo científico da distribuição e abundância dos organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância”. Likens (1992) estende ainda essa definição, incluindo o fluxo de energia e matéria: “as interações entre organismos, bem como a transformação e o fluxo de energia e matéria”, esclarecendo sua presença já implícita ao referir-se às interações. Essa definição de Likens (1992) pode ser uma ferramenta para explicar a perspectiva do Pensamento Complexo desenvolvida neste trabalho, considerando que, ao alterar um único fator, quer seja por uma causa natural que faça com que uma determinada espécie em um ecossistema tenha sua população reduzida ou uma intervenção humana, como o desmatamento ou poluição, as diferentes interações por meio do fluxo de energia dentro de teias alimentares serão afetadas, não apenas de uma forma linear resultando em mudanças em sistemas biológicos, e sim até mesmo na cultura e política.

Capítulo III: PCNEM, PCN+ e BNCC

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) são diretrizes elaboradas por especialistas em educação ligados ao Ministério da Educação (MEC) para orientar a educação formal no Brasil. Foram primeiramente editados e implementados os PCN para os ciclos I e II do ensino fundamental, em 1997, seguidos da elaboração dos PCN para os ciclos III e IV do Ensino Médio em 1998 e, em 1999, foram desenvolvidos os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

Após a implementação dos PCN levantaram-se diversas críticas, desde seu desenvolvimento ter sido feito por um grupo estrito de pessoas até o fato de o uso destes parâmetros não ser obrigatório, não garantindo o direito igual à uma educação democrática, que dizia-se ser um de seus objetivos centrais. De acordo com Azanha (2001), por outro lado, o PCN se trata de uma substituição radical das diretrizes anteriores por uma nova ordenação curricular.

Os PCNEM são divididos em disciplinas, mais especificamente Biologia, Química, Física e Matemática e apresentam as competências e habilidades que deve-se buscar desenvolver em sala de aula em cada uma destas disciplinas e os conhecimentos a serem abordados (BRASIL, 1999). Em 2002 foram criadas orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, os PCN+, apresentando a reformulação do Ensino Médio com a reforma educacional que ocorria naquele período e trazendo sugestões para o desenvolvimento dos temas trabalhados nestas disciplinas de maneira interdisciplinar (BRASIL, 1999).

No ano de 2018 foi implementada a Base Nacional Comum Curricular. Esse documento por sua vez foi definido na Lei nº 13.415/2017 na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) do seguinte modo: “Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do Ensino Médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação [...]” (BRASIL, 2017). A BNCC traz consigo também os conhecimentos que devem ser abordados em cada uma das disciplinas, não somente nas quatro disciplinas apresentadas nos PCNEM e representa diretrizes que devem ser seguidas, mas em teoria não substituem os PCN/PCNEM, podendo-se utilizar os documentos de forma complementar.

No presente trabalho não está sendo demonstrado um posicionamento acerca destes documentos, e sim mostrados os objetivos de cada um deles e as reações de profissionais da Educação em relação a eles, e é importante lembrar que as opiniões, frequentemente, estão

relacionadas ao posicionamento em relação ao contexto político de cada momento, sendo possível observar que inclusive há contradições entre eles.

3.1. Análise dos conceitos abordados nos PCNEM, PCN+ e na BNCC

Para tomar conhecimento de quais conceitos da Botânica tendem a ser desenvolvidos no Ensino Médio, foi feita a análise da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, mais especificamente das Competências específicas e Habilidades referentes ao capítulo “Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio” e dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) foram publicados em 1999 e abrangem todos os anos do ensino básico. Em 2002, foi feita a chamada “reforma do Ensino Médio”, que teve como produto a criação e publicação dos PCN+, parâmetros complementares direcionados especificamente aos PCN do Ensino Médio exclusivamente utilizados até 2017, quando foi desenvolvida a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com sua versão final publicada em 2018, que então passou a ser utilizada, porém a definição da BNCC não obrigatoriamente deveria significar o desuso dos PCNEM ou PCN+. A Base Nacional Comum Curricular não tem por objetivo substituir os PCN e poderiam ser utilizados em conjunto, contudo, na prática foi observada certa rejeição aos PCNEM e PCN+ por parte dos docentes.

Em uma primeira análise, realizada de modo abrangente, foram feitas as seguintes observações:

Na análise dos PCNEM, o primeiro ponto que recebeu enfoque foram alguns subtópicos das “Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia” presentes nos PCNEM, dentro dos tópicos “Investigação e compreensão”:

“Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos.

Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processobiológico[...]

Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o entendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa) ” (BRASIL, 1998).

e “Contextualização sócio-cultural”:

“Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos[...]

Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente” (BRASIL, 1998).

o que é observado de modo semelhante na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio, em alguns trechos do capítulo “Ciências da natureza e suas tecnologias no Ensino Médio”:

“A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018).

“Cabe considerar e valorizar, também, diferentes cosmovisões – que englobam conhecimentos e saberes de povos e comunidades tradicionais –, reconhecendo que não são pautadas nos parâmetros teórico-metodológicos das ciências ocidentais, pois implicam sensibilidades outras que não separam a natureza da compreensão mais complexa da relação homem-natureza” (BRASIL, 2018).

Assim como nos PCNEM e na BNCC, nas competências presentes para a Biologia nos PCN+ é demonstrada uma ênfase na valorização das interações entre o ser humano e outras formas de vida, como é possível observar, por exemplo, no seguinte trecho:

“Por tais características, aprender Biologia na escola básica permite ampliar o entendimento sobre o mundo vivo e, especialmente, contribui para que seja percebida a singularidade da vida humana relativamente aos demais seres vivos, em função de sua incomparável capacidade de intervenção no meio. Compreender essa especificidade é essencial para entender a forma pela qual o ser humano se relaciona com a natureza e as transformações que nela promove. Ao mesmo tempo, essa ciência pode favorecer o desenvolvimento de modos de pensar e agir que permitem aos indivíduos se situar no mundo e dele participar de modo consciente e consequente” (BRASIL, 2002).

Nota-se que os três documentos apresentam objetivos interessantes, colocados de maneira a incentivar abordagens multidisciplinares e interdisciplinares e até mesmo pontos que em teoria possibilitariam uma abordagem sob a perspectiva da Complexidade, estimulando que sejam exploradas as relações entre o ser humano e a natureza e relações entre as ciências e fatores sociais, culturais e políticos, entre outros pontos e, com isso, é possível perceber que teoricamente há espaço para que sejam desenvolvidas novas perspectivas em sala de aula

Em um segundo momento, foi feita uma busca por referências à Botânica em cada um dos documentos. Apesar de reconhecer que há pontos positivos nos três documentos quanto às competências apresentadas, ao analisar mais criteriosamente, notou-se que, enquanto o termo “Botânica” é utilizado nos PCNEM (BRASIL, 1998) para se referir à esta área de estudos e é ainda mais frequente nos PCN+ (BRASIL, 2002), na BNCC (BRASIL, 2018) deixa de ser

utilizado.

Tabela 1: Frequência de referências à Botânica nos PCNEM, PCN+ e na BNCC.

Termo da busca	PCN (E.M.)	PCN+	BNCC (E.M.)
Botânica	1	4	0
Planta/Plantas	2	12	0
Vegetal/Vegetais	2	11	0
Vegetação	0	0	0
Fotossíntese	2	4	1

No PCNEM (1999) o termo é utilizado uma única vez no tópico “Conhecimentos de Biologia”. Nos PCN+ (2002) o termo “Botânica” é utilizado 4 vezes, nos tópicos “Conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores”, “Biologia” e “Temas estruturadores do ensino de Biologia” e na BNCC do Ensino Médio sequer é mencionado o termo “planta” ou “vegetal” (Tabela 1).

Na busca por outros termos (“planta” ou “plantas”, “vegetal” ou “vegetais”, “vegetação” e “fotossíntese”) que pudessem estar sendo utilizados na abordagem da Botânica nestes documentos, de todas as palavras procuradas, somente “fotossíntese” foi encontrada na BNCC, e apenas uma vez, enquanto se repetiu duas vezes nos PCNEM e 4 vezes nos PCN+. O termo “vegetação” não foi encontrado em nenhum dos documentos e os demais termos são mais frequentes nos PCN+ (2002) do que nos PCNEM (1999) (Tabela 1).

Os resultados apresentados na tabela 1 evidenciam mais uma vez a presença da “Cegueira Botânica” e a desvalorização dessa ciência em comparação a outras, como a Zoologia que, por sua vez, é mencionada nos 3 documentos (SALATINO et al, 2016).

JUSTIFICATIVA

Pesquisando sobre a perspectiva da Complexidade na Educação e mesmo nas ciências é possível encontrar algumas dezenas de artigos que abordam o pensamento complexo relacionando-o com a Educação Ambiental ou com o ensino de ciências de uma forma abrangente, porém com certa superficialidade, enquanto trabalhos com enfoque no ensino de Biologia sob a perspectiva da Complexidade são poucos e a Botânica sob o olhar do pensamento complexo é um tema ainda menos explorado.

A Botânica é muito presente nas aulas de Biologia no Ensino Médio, seja na biologia celular, na morfologia ou mesmo fisiologia, por meio dos conceitos relacionados à fotossíntese,

porém, como os resultados deste trabalho demonstram, é possível observar lacunas na compreensão dos discentes sobre os conceitos da Botânica no Ensino Médio.

Devido à falta de trabalhos que abordem esta área sob a perspectiva do pensamento complexo, esse trabalho foi desenvolvido para analisar a possibilidade de ser utilizada uma abordagem sistêmica para o ensino de Botânica no Ensino Médio, de modo que não somente facilite o entendimento de conceitos científicos, mas também para possibilitar a compreensão das correlações entre as áreas do conhecimento dentro da Biologia bem como as relações entre o conhecimento científico presente nesses conceitos e o ser humano, enquanto ser biológico e social.

Um dos pontos utilizados para o direcionamento do desenvolvimento do trabalho foi a realização de uma revisão bibliográfica em busca de artigos em português publicados que envolvessem a perspectiva da Complexidade dentro da área da Educação. As buscas foram feitas por meio da página do SciELO e do Google Acadêmico.

No SciELO foram realizadas 6 buscas: Complexidade e Ensino de ciências; Complexidade e Biologia; Pensamento complexo e Ciências (com filtro nas áreas: Education; Educational; Environment; Studies; Disciplines); Pensamento complexo e Biologia; Complexidade e Botânica; Pensamento complexo e Botânica.

No Google Acadêmico foram realizadas 7 buscas com filtro para termos presentes no título do artigo e excluindo os termos “saúde”, “enfermagem”, “alimentação” e “terapia” por representarem o foco de grande parte dos materiais. As buscas foram as seguintes: Complexidade e Educação ambiental; Complexidade e Biologia; Complexidade e Botânica; Morin e Botânica; Pensamento complexo e Biologia; Pensamento complexo e Ensino de ciências; Sistemas complexos e Botânica.

a) **Resultados da pesquisa por artigos no SciELO**

Tabela 2: Resultados da pesquisa por artigos no SciELO.

Palavras pesquisadas	Resultados	Resultados que se enquadram nos objetivos da busca
Complexidade; Biologia	9	0
Complexidade; Ensino de ciências	35	0
Complexidade; Botânica	6	0
Pensamento complexo; Biologia	0	0
Pensamento complexo; Botânica	0	0
Pensamento complexo; Ciências	7	0

Na busca utilizando a plataforma SciELO, as palavras pesquisadas poderiam estar presentes no título ou no corpo dos trabalhos. Na busca por artigos que incluíssem os termos “Complexidade” e “Biologia” foram encontrados 9 trabalhos, porém nenhum destes abordava o ensino de Biologia e o pensamento Complexo, os 9 somente citam ambas as palavras em algum momento sob outros contextos.

Ao procurar por artigos que incluíssem os termos “Complexidade” e “Ensino de ciências” foram encontrados 35 trabalhos que incluem os dois termos no corpo do texto, nenhum no título, e nenhum dos artigos tem seu foco na Complexidade dentro do ensino de Ciências da natureza.

A busca por artigos que incluíssem os termos “Complexidade” e “Botânica” apresentou 6 resultados, cujos trabalhos possuem os termos presentes no corpo do texto, porém nenhum destes artigos aborda o pensamento complexo, tendo o termo “Complexidade” presente em outros contextos.

Na busca pelos termos “Pensamento complexo” e “Ciências” foram encontrados 7 artigos, porém, destes 7, 3 são na verdade relacionados a área da saúde e os outros 4, que abordam a o pensamento complexo relacionado à Educação não têm seu foco no ensino de Ciências.

Nas buscas por artigos que incluíssem os termos “Pensamento complexo” e “Biologia” e na busca pelos termos “Pensamento complexo” e “Botânica” não foi encontrado nenhum trabalho.

b) Resultados da pesquisa por artigos no Google Acadêmico

Tabela 3: Resultados da pesquisa por artigos por meio do Google Acadêmico.

Palavras pesquisadas	Resultados	Resultados que se enquadram nos objetivos da busca
Complexidade; Educação ambiental	67	0
Complexidade; Biologia	6	0
Pensamento complexo; Biologia	3	0
Complexidade; Ensino de ciências	9	0
Sistemas complexos; Botânica	1	1
Morin; Botânica	0	0
Complexidade; Botânica	0	0

Os resultados da busca por artigos por meio do SciELO e do Google Acadêmico demonstram que, apesar do pensamento Complexo estar ganhando espaço nos últimos anos, estes trabalhos ainda são majoritariamente muito abrangentes, abordando o ensino de Ciências da Natureza de uma maneira superficial e quase sempre de modo geral voltados à Educação ambiental.

O único artigo encontrado que especificamente aborda a Botânica sob a perspectiva da Complexidade, apesar de se aprofundar neste ponto, não tem seu foco na área da Educação, não trabalhando o ensino de Botânica nas escolas, mas sim uma abordagem científica da Botânica. Em seu artigo de revisão intitulado “Sistemas complexos: novas formas de ver a Botânica”, Souza (2004) discorre acerca de uma compreensão da Botânica em fractais e sistemas complexos, partindo das percepções de Edward Lorenz em seus estudos de probabilidade de ocorrência de eventos climáticos, de que mínimas variações resultam em grandes diferenças no resultado, bem como a obra “The fractal geometry of nature” de Benoit Mandelbrot (1982), que demonstra que na natureza existem dimensões fracionadas, não apenas inteiras. Apesar de neste artigo não serem desenvolvidas concepções relacionadas ao ensino de Biologia ou Botânica, são apresentadas perspectivas sobre as ciências naturais que organizadas podem embasar novas maneiras de olhar para seu estudo e também aplicações na Educação.

OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo central conhecer as percepções dos indivíduos acerca da Botânica, mas também analisar a possibilidade de introduzida a perspectiva da

Complexidade no ensino de conceitos da Botânica no Ensino Médio

Objetivos específicos

- 1 - Analisar quais têm sido os conceitos da Botânica abordados nas aulas de Biologia no Ensino Médio.
- 2 - Analisar as percepções dos educandos sobre a Botânica e sobre o ensino de Botânica.
- 3 - Discutir o pensamento simples utilizado no Ensino de Botânica.
- 4 - Estudar possíveis relações entre o Pensamento Complexo e o Ensino de Botânica no Ensino Médio.

METODOLOGIA

Pesquisa estruturada

Em um segundo momento foi realizada uma investigação a partir de um questionário dissertativo voluntário direcionado a pessoas que concluíram o Ensino Médio no período de 2015 a 2019. Foi decidido excluir os formandos do ano de 2020 devido à pandemia de COVID-19, por compreender que esse período foi de grande dificuldade e busca pela adaptação à necessidade da modalidade de Ensino à Distância, o que ocasionou diversas limitações dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Esse questionário teve como objetivo analisar diferentes percepções dos discentes sobre a Botânica e assim identificar conexões e disjunções com as propostas da BNCC e relações entre as respostas que possibilitem observar possíveis relações entre concepções sobre a Botânica e a especialização discutida por Edgar Morin (MORIN, 2003). O questionário possui cinco perguntas para serem respondidas livremente:

1. Em que ano você concluiu o Ensino Médio?
2. Você cursou/está cursando Ensino Superior? Se sim, qual curso?
3. Como você imagina que a Botânica pode estar relacionada com outros temas?
4. Como você imagina que a Botânica pode estar relacionada com o ser humano?
5. Caso se lembre, com quais temas o professor/professora fazia correlações nas aulas sobre Botânica?

As perguntas 3 e 4 tiveram como objetivo conhecer e analisar algumas percepções acerca da Botânica, procurando possíveis aproximações ou distanciamentos em relação ao pensamento Complexo, enquanto por meio da pergunta 5 objetivou-se analisar se existem conexões entre as correlações desenvolvidas pelos professores em sala de aula e as concepções demonstradas.

A pergunta 2 teve como intenção possibilitar observar se há relações entre as respostas às perguntas 3 e 4 e a área do Ensino Superior cursado ou mesmo com não haver cursado Ensino Superior.

A pesquisa foi respondida por 50 participantes e não foi direcionada à um grupo específico como estudantes de uma mesma universidade, pois neste caso seria esperado que as respostas fossem semelhantes devido a vivenciarem experiências parecidas além de buscar não refletir opiniões acerca que um determinado corpo docente ou universidade. O que caracteriza o grupo de participantes é o período em que cursaram o Ensino Médio (todos concluíram o Ensino Médio entre 2015 e 2019) e, conseqüentemente, uma faixa etária com pouca variação (aproximadamente 20 anos de idade). Com isso, um ponto que pode ser considerado é que trata-se de um grupo de pessoas que tiveram acesso à Educação Básica e oportunidade de concluir o Ensino Médio e que posteriormente observou-se que tratam-se de pessoas que maioritariamente tiveram acesso ao Ensino Superior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisa estruturada

O questionário foi respondido por 50 pessoas e, por serem dissertativas, as respostas às questões 3, 4 e 5 foram agrupadas em categorias de acordo com semelhanças em seu conteúdo, não necessariamente pela repetição do termo utilizado. Na questão 3 as respostas foram organizadas da seguinte maneira:

Na categoria “Ecologia” foram agrupadas respostas que incluíram exemplos de relações entre vegetais e outros organismos (alimentação, atuação na determinação das espécies presentes no ambiente, cadeia alimentar), incluindo o ser humano e relações com a disponibilidade de recursos.

Na categoria “Química” foram agrupadas respostas que citaram processos bioquímicos e propriedades químicas das plantas.

Na categoria “Física” foram agrupadas respostas que citaram somente o exemplo “física” e outras que se referiram a propriedades ou processos físico-químicos.

Ambas as respostas agrupadas na categoria “Evolução” mencionaram relações existentes no processo evolutivo.

Na categoria “Geografia” foram agrupadas respostas que a Geografia foi apenas mencionada e também respostas nas quais foi comentada a relação entre a vegetação e as características geográficas de um ambiente.

“Sustentabilidade” foi mencionada apenas uma vez e sem maiores detalhamentos,

portanto foi considerada como uma categoria individualmente.

Na categoria “Matemática” foram incluídas duas respostas nas quais o termo “matemática” foi apenas mencionado e uma terceira resposta, que exemplificou a correlação entre Botânica e Matemática como podendo ser feita por meio de modelagens de crescimento e outras análises quantitativas.

Em “Saúde” foram agrupadas respostas que citaram como exemplo o estudo de propriedades medicinais das plantas.

Na categoria “Sociologia” foram agrupadas respostas que citaram como exemplo sobre ética e estudos socioculturais.

A categoria “Biologia” foi utilizada para agrupar respostas nas quais foi dito que a Botânica pode ser correlacionada com a Biologia, não a considerando como uma área de estudo que está inserida nas Ciências Biológicas.

A tabela a seguir apresenta os resultados das questões 2, 3 e 5 para cada participante (P):

Tabela 4: Relações entre as respostas às questões 2, 3 e 5 para cada participante (P).

P	Questão 2	Questão 3	Questão 5
1	Lic. Em Biologia	Evolução; Ecologia	Evolução; Ecologia; Saúde
2	Lic. Em Biologia	Genética; Geografia	Saúde; História; Alimentação
3	Bach. Em Biologia	Não sei	Não foram feitas
4	Eng. da Computação	Não sei	Não me lembro
5	Automação	Não sei	Não me lembro
6	Eng. Física	Biologia	Não me lembro
7	Física	Física; Química	Não tive Botânica
8	Física	Não sei	Não tive Botânica
9	Eng. Física	Saúde; Alimentação	Não foram feitas
10	Física	Química	Não me lembro
11	Eng. Física	Biologia	Não me lembro
12	Não cursei	Não sei	Não me lembro
13	Eng. Física	Biologia	Não me lembro
14	Eng. Física	Química	Não me lembro

15	Eng. Florestal	Matemática; Física; Química; Biologia	Geografia
16	Não cursei	Saúde; Ecologia; Sociologia	Não me lembro
17	Eng. Florestal	Ecologia	Não me lembro
18	Psicologia	Química	Não foram feitas
19	Arquitetura e urbanismo	Sustentabilidade	Formação de biomas
20	Tecnologia em alimentos	Não sei	Não me lembro
21	Eng. Florestal	Não sei	Biologia; Geografia
22	Publicidade e propaganda	Não sei	Não me lembro
23	Bach. Em Biologia	Geografia	Não me lembro
24	Eng. Civil	Não sei	Não me lembro
25	Bach. Em Biologia	Saúde	Não me lembro
26	Lic. Em Biologia	Não sei	Não me lembro
27	Lic. Em Biologia	Saúde; Química	Não me lembro
28	Bach. Em Biologia	Ecologia	Não me lembro
29	Eng. Florestal	Biologia	Não me lembro
30	Bach. Em Biologia	Ecologia	Polinização
31	Eng. Florestal	História; Matemática	Alimentação
32	Eng. Florestal	Física; Química; Biologia	Não foram feitas
33	Bach. Em Biologia	Genética; Evolução	Não tive Botânica
34	Bach. Em Biologia	Ecologia	Polinização
35	Lic. Em Matemática	Matemática	Não me lembro
36	Matemática	Não sei	Não me lembro
37	Relações Internacionais	Saúde	Não me lembro
38	Publicidade e propaganda	Biologia	Não foram feitas
39	Psicologia	Saúde	Não me lembro
40	Lic. Em Biologia	Não sei	Não me lembro
41	Não cursei	Não sei	Não me lembro
42	Bach. Em Turismo	Ecologia; Biologia	Polinização
43	Eng. Florestal	Biologia	Não foram feitas

44	Eng. Mecatrônica	Não sei	Não foram feitas
45	Ciência da Computação	Não sei	Não me lembro
46	Enfermagem	Saúde	Não me lembro
47	Administração	Não sei	Poluição
48	Eng. Mecatrônica	Não sei	Não foram feitas
49	Ciência da Computação	Não sei	Não me lembro
50	Ciência da Computação	Não sei	Não me lembro

1. Em que ano você concluiu o Ensino Médio?

De acordo com as respostas obtidas na pesquisa, dos 50 participantes, 10 concluíram o Ensino Médio em 2015, 9 em 2016, 8 em 2017, 15 em 2018 e 8 em 2019, como mostra o gráfico a seguir baseado nestes números.

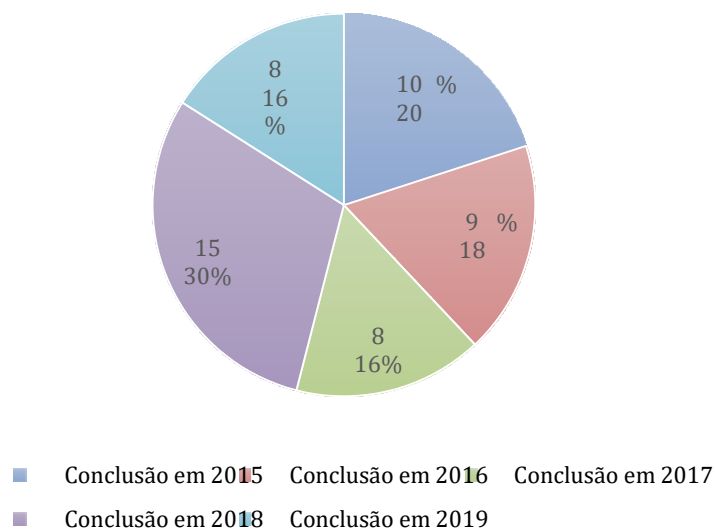


Gráfico 1: Ano de conclusão do Ensino Médio dos participantes da pesquisa em porcentagem.

2. Você cursou/está cursando Ensino Superior? Se sim, qual curso?

Tabela 5: Número de participantes para cada resposta.

Resposta	Nº de respostas
Não cursei/Não estou cursando	3
Ciências Biológicas (Licenciatura)	5
Ciências Biológicas (Bacharelado)	6
Engenharia da Computação	1
Engenharia de Automação	1
Engenharia Física	5
Física (Bacharelado)	3
Engenharia Florestal	7
Psicologia	2
Arquitetura e urbanismo	1
Tecnologia em alimentos	1
Publicidade e propaganda	2
Engenharia Civil	1
Matemática (Licenciatura)	2
Relações Internacionais	1
Turismo	1
Engenharia Mecatrônica	2
Ciência da Computação	3
Enfermagem	1
Administração	1

A tabela 5 mostra que 3 participantes não cursaram e não estão cursando nenhum curso superior, 11 participantes cursaram ou estão cursando Ciências Biológicas, sendo 5 na modalidade Licenciatura e 6 em Bacharelado, 5 Engenharia Física, 3 Bacharelado em Física, 7 participantes cursaram ou estão cursando Engenharia Florestal, 2 Psicologia, 2 Publicidade e Propaganda, 2 estão cursando ou cursaram Matemática na modalidade Licenciatura, 2 Engenharia Mecatrônica, 3 Ciência da computação e, Engenharia da Computação, Engenharia de Automação, Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia em alimentos, Engenharia Civil, Relações Internacionais, Turismo, Enfermagem e Administração, foram ou estão sendo cursados por 1 participante em cada um dos cursos.

Os resultados exibidos nesta tabela demonstram que houve uma variedade interessante nas respostas, com diversos cursos, de diferentes áreas, possibilitando assim serem desenvolvidas discussões pertinentes ao objetivo do trabalho.

3. Como você imagina que a Botânica pode estar relacionada com outros temas?

Tabela 6: Número de respostas para cada categoria na questão 3.

Categoria	Nº de respostas
Não sei	19
Biologia	9
Ecologia	7
Saúde	7
Química	5
Matemática	3
Física	2
Evolução	2
Geografia	2
Genética	2
Sustentabilidade	1
Sociologia	1

A tabela acima mostra a frequência de cada categoria encontrada nas respostas, sendo 19 respostas para a categoria “Não sei”, 9 em “Biologia”, 7 em “Ecologia”, 7 em “Saúde”, 5 em “Química” 3 em “Matemática”, 2 em “Física”, 2 em “Evolução”, 2 em “Geografia”, 2 em “Genética”, 1 em “Sustentabilidade” e 1 na categoria “Sociologia”.

A partir dos resultados apresentados (tabelas 4 e 6) é possível observar o resultado da especialização (MORIN, 2015) sobre o olhar dos participantes que cursam o Ensino Superior, notando-se um direcionamento da observação de correlações da Botânica com áreas com as quais o participante possui proximidade.

Alguns exemplos desse direcionamento ficaram mais claros, como o participante 7, que está cursando ou cursou bacharelado em Física e exemplificou correlações com a Botânica por meio de processos físico-químicos, o participante 46, que respondeu estar cursando Enfermagem e correlacionou a Botânica com a área da saúde por meio de estudos para a

obtenção de fármacos e a frequência das categorias “Evolução”, “Ecologia” e “Genética” ser predominante em respostas de participantes que cursam ou cursaram Ciências Biológicas na modalidade licenciatura ou bacharelado.

Também é notável a influência da especialização na resposta do participante número 15, cujo um dos exemplos de correlações observadas com a Botânica foi incluída na categoria “Matemática”, em suas palavras “[...] matemática simples com modelagens de crescimento e outras análises quantitativas [...]”, ou seja, o participante, assim como outros, não somente citou uma área que pode ser correlacionada, e sim explicou como pode ser feita essa correlação, sendo uma área com a qual ele tem proximidade em seu curso. O mesmo pode ser observado pelo fato de os participantes que cursam ou cursaram Ciências Biológicas relacionarem a Botânica com outras áreas da Biologia e 12 dos 19 participantes que responderam “Não sei” estarem em cursos de áreas consideradas distantes das Ciências Biológicas, tais como Engenharia Civil, Engenharia Mecatrônica e Ciência da Computação, entre outras.

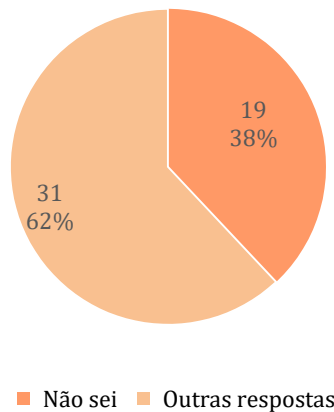


Gráfico 2: Relação entre número de participantes que responderam uma ou mais correlações e participantes que responderam não imaginar uma correlação entre a Botânica e outros temas.

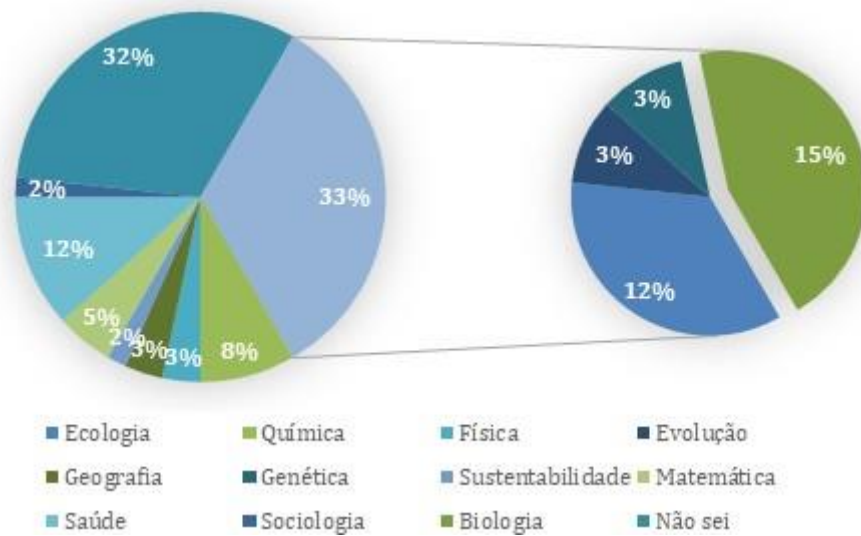


Gráfico 3: Relação entre correlações feitas entre Botânica e outras áreas dentro das Ciências Biológicas ou mesmo com a Biologia e correlações feitas com outras áreas das ciências.

O gráfico 3 mostra a frequência de cada categoria em porcentagem, considerando que em algumas respostas estão presentes mais de uma categoria e é, portanto, baseado nos dados apresentados na tabela 7, que mostra que a soma da frequência de cada categoria é igual a 60 respostas ao todo pelos 50 participantes.

Destas 60 respostas, 18% são áreas das ciências biológicas (Evolução, Genética e Ecologia) e estas respostas partem majoritariamente de participantes que cursam ciências biológicas (tabela 5) e 15% são “Biologia”, ou seja, dos 50 participantes, 9 demonstram enxergar a Biologia como uma área separada da Botânica (tabela 7), e não como uma área da qual a Botânica faz parte.

É interessante observar que estudantes de outros cursos, possivelmente devido a este direcionamento do olhar, conseguiram ver correlações com outras ciências principalmente estudantes de ciências biológicas demonstraram observar correlações com a Botânica mais frequentemente com outras áreas de estudo das ciências biológicas, apesar de ter contato com a Botânica no ensino ser uma nova possibilidade para que estas correlações com outras ciências, como a matemática, geografia e química serem demonstradas de maneira mais clara, o que pode-se supor que muitas vezes não ocorre, havendo na verdade uma intensificação desta especialização e da fragmentação do conhecimento construída desde o ensino básico.

4. Como você imagina que a Botânica pode estar relacionada com o ser humano?

Tabela 7: Respostas à questão 4 escritas pelos 19 participantes cuja resposta à questão 3 foi “Não sei”.

Participantes que responderam “Não sei” na questão 3	Respostas à questão 4
3	Alimentação; Saúde; Controle climático; Bem-estar
4	Bem-estar
5, 12 e 22	Saúde
8, 24 e 49	Manutenção da vida
20, 26, 36, 41, 44, 48	Não sei
21, 47 e 50	Produção de O ₂
40	Alimentação; Cultura; Saúde; Controle climático
45	Produção de O ₂ ; Alimentação

A tabela acima mostra que, entre os 19 participantes que responderam “Não sei” na questão 3, apenas 6 também disseram não saber na questão 4, enquanto os outros 13 responderam uma ou mais entre as categorias “Manutenção da vida”, presente em 3 respostas das 19 respostas, “Produção de O₂”, em 4 respostas, “Saúde”, presente em 5 respostas, “Controle climático”, em 2 destas respostas, “Bem-estar”, em 2 respostas, “Cultura”, em uma resposta, e “Alimentação”, presente em 3 destas 19 respostas.

Nota-se que há uma maior facilidade em compreender relações entre a Botânica e o ser humano do que com outros temas. A correlação com o ser humano por meio da categoria “Saúde”, feita por meio da produção de fármacos ou pela própria resposta “Saúde”, está também correlacionada com a Química, “Produção de O₂” e “Controle climático” estão correlacionados entre si e também podem ser compreendidos como correlações entre a Botânica e a Química, Bioquímica, Fisiologia vegetal e mesmo Ecologia.

A partir disso é possível observar que estas correlações estão possivelmente sendo feitas com o ser humano como uma finalidade e então possibilitando que o participante resgate um conhecimento com o qual teve contato em algum momento de sua vida. É mais “fácil” portanto resgatar e organizar conhecimentos a partir do momento em que se sabe que existe uma correlação, mesmo que isso seja feito de maneira superficial, do que compreender que conhecimentos científicos que foram um dia apresentados podem ser o caminho para uma

conexão com algum tema.

Na questão 3 nenhum participante respondeu “Ser humano” ou algo semelhante, mas ao ser afirmado na questão 3 que a Botânica está correlacionada com o ser humano, os participantes foram capazes de resgatar e organizar conhecimentos que o permitiram demonstrar de que maneira isso pode ocorrer.

5. Caso se lembre, com quais temas o professor/professora fazia correlações nas aulas sobre Botânica no Ensino Médio? Se não se recordar, pode escrever "não me lembro".

Tabela 8: Número de respostas para cada categoria na questão 5.

Categoria	Nº de respostas
Não me lembro	29
Não eram feitas correlações	8
Não tive Botânica	3
Polinização	3
Saúde	2
Alimentação	1
Formação de biomas	1
Evolução	1
Geografia	2
Poluição	1
Ecologia	1
História	1
Biologia	1

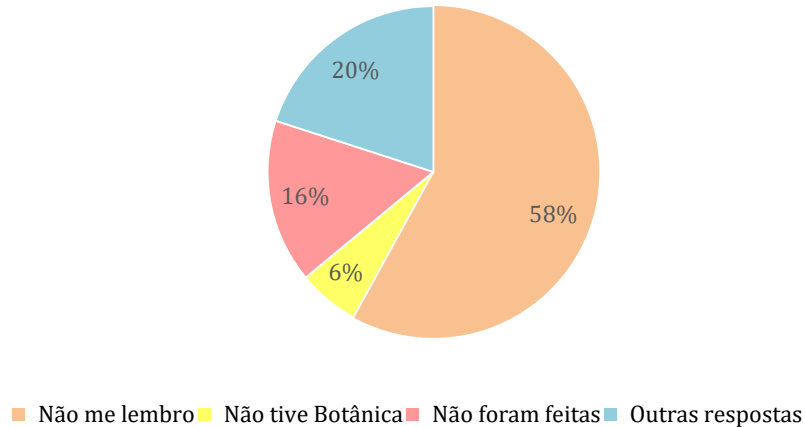


Gráfico 4: Porcentagem de respostas de participantes que não se lembram de terem sido feitas correlações em sala de aula, não tiveram Botânica ou que afirmam não terem sido feitas correlações pelo docente, em relação à porcentagem de participantes que responderam alguma correlação feita pelo docente em sala de aula.

Morin em sua obra *Ciência com consciência* (2005) trabalha a epistemologia de Popper (POPPER, 2003) e assim exemplifica: “[...] nós constatamos, nós vemos os cisnes e percebemos que todos os cisnes são brancos. Então, pensamos ter verificado a lei segundo a qual todos os cisnes são brancos. Mas, basta que apareça um só cisne negro para que essa lei seja considerada falsa”. Sob esse olhar, os resultados apresentados na tabela 7 e no gráfico 4 demonstram que 29 dos 50 participantes, ou seja, 58%, não se lembram de terem sido feitas correlações entre quaisquer temas com a Botânica pelo docente no Ensino Médio, porém estes dados não permitem afirmar que de fato majoritariamente são ou não desenvolvidas correlações em sala de aula.

Ao analisar novamente os dados demonstrados na tabela 5, porém neste momento com maior atenção às respostas da questão 5 relacionadas às respostas da questão 3, podem ser feitas observações interessantes. Nem todos os participantes que responderam não se lembrar de terem sido feitas correlações pelo docente no Ensino Médio ou que não foram feitas disseram não saber correlacionar a Botânica com outros temas na questão 3, mas tem-se então a relação entre as repostas às questões 2 e 3, que como dito anteriormente demonstram o resultado de uma especialização a partir do ensino superior (MORIN, 2015). Há então casos nos quais o participante pode de fato não se lembrar ou não terem sido feitas correlações pelo docente, mas cujo olhar desse estudante foi então direcionado pela área com a qual possui afinidade possibilitando que fosse encontrada uma correlação com a Botânica a partir desta.

Além deste primeiro ponto colocado, é de grande importância considerar que a visão do ser humano não é exclusivamente construída pela educação escolar, o ser humano é formado por sua cultura, pela sociedade no qual está inserido, por tudo o que vivencia. Um indivíduo

pode nunca ter estudado Botânica no ensino formal e não cursar o ensino superior ou cursar áreas tradicionalmente consideradas distantes desta, mas ter contato com a Botânica por outro meio, seja pela cultura, por meio do uso de determinadas espécies por suas propriedades medicinais, pelo interesse pelo cultivo de plantas específicas ou mesmo por informações encontradas em sites ou redes sociais. Uma pessoa pode até mesmo nunca ter concluído o Ensino Médio e trabalhando com agricultura familiar ter conhecimentos botânicos aprofundados, sem a necessidade de conhecer termos científicos.

Mas então qual a necessidade de buscar trabalhar a Botânica em sala de aula sob uma perspectiva diferente se as pessoas são capazes de encontrar correlações sem que isso tenha sido feito? A resposta está no fato de que saber que a Botânica pode estar relacionada com a saúde, com a alimentação, geografia ou com Ecologia (estes são apenas exemplos, poderiam ser substituídos por qualquer uma das categorias utilizadas e outras) não significa que há uma visão Complexa, mas sim a observação de que a Botânica não é uma área isolada. Trabalhar a Botânica em sala de aula sob uma abordagem sistêmica seria então uma ferramenta para levar o indivíduo à sua compreensão como parte de um todo, não apenas relacionada à outras disciplinas escolares, mas também com o ser humano, observador, também parte de um ecossistema.

Análise dos conceitos abordados nos PCNEM, PCN+ e na BNCC

Partindo destes resultados foram procuradas possíveis relações entre o ano de conclusão do Ensino Médio dos participantes (gráfico 1) e as respostas às demais questões, com enfoque na questão 5 (tabela 8), partindo do pressuposto de que talvez respostas como “não tive Botânica” e “Não foram feitas” (tabela 8) poderiam ter relação com a proposta utilizada pelo docente (PCN+ OU BNCC), porém não foram encontradas tais relações a partir dos dados obtidos neste trabalho. Novamente enfatiza-se que o fato de isso não ser observado nesta amostragem não significa que não seria em uma amostragem diferente, portanto não se pode afirmar que as conclusões aqui feitas representam um todo, e sim o grupo analisado (POPPER, 2003).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas discussões feitas ao longo deste trabalho, observa-se que a fragmentação dos conceitos de Botânica no Ensino Médio não se deve fundamentalmente às propostas feitas por meio dos Parâmetros Nacionais Curriculares ou da Base Nacional Comum Curricular do

Ensino Médio. A desconsideração da Botânica observada na BNCC demonstra a intensificação da Cegueira Botânica.

Nos cursos de Ciências Biológicas é comum que os conceitos teóricos de Biologia sejam desenvolvidos sob uma perspectiva simples, o que, tratando-se da formação de professores, poderá ser refletido em sala de aula quando estes estudantes de Licenciaturas ocuparem a posição de educadores.

O uso de uma perspectiva simples em sala de aula pode estar diretamente relacionado com a cegueira botânica, de modo que os problemas reforçam um ao outro. Ainda que um documento oficial apresente uma proposta interessante para a abordagem dos conteúdos de Botânica, como é o caso dos PCN+, se a Botânica não tiver sido apresentada de uma forma sistematizada ao educador ou este não tiver sido estimulado a utilizar uma abordagem sistêmica em sala de aula, isso poderá ser reproduzido por ele enquanto docente. É um ciclo que se repete e não termina nas aulas de Biologia, e sim exerce um impacto sobre as percepções dos indivíduos sobre a Botânica e sobre si, como ser biológico e social.

A superação da cegueira botânica e da visão simples acerca do ser humano e dos ecossistemas não será feita a partir da alteração de documentos como a BNCC e os PCNEM. Estes problemas estão intensamente aderidos à educação formal e ao cotidiano, mas pode ser gradualmente superado levando discussões sobre este tema ao ambiente acadêmico, apresentando e estimulando novas perspectivas aos discentes e docentes, mas também apresentando a Botânica sob a perspectiva do Pensamento Complexo para o público em geral por diferentes meios com intuito de superar possíveis defasagens produzidas na educação escolar e fora dela neste ciclo de cegueira e fragmentação.

Tem-se no pensamento de Paulo Freire o resgate dos conhecimentos prévios do educando, da sabedoria popular, também valorizada no Pensamento Complexo de Edgar Morin e, trabalhando estes conhecimentos de Botânica construídos ao longo da vida do discente, há a possibilidade de demonstrar como a Botânica está presente em sua vida e discutir as diversas correlações possíveis com o observador, a sociedade, o ecossistema, a cultura etc. Ao desenvolver um diálogo entre a Pedagogia Crítica, já trabalhada na formação de professores, e o pensamento complexo, tem-se ferramentas que se complementam e se apoiam e que, em conjunto, podem auxiliar na superação do pensamento simples e da neutralidade do educando no processo de ensino-aprendizagem.

Cada turma e cada discente está inserido dentro de uma realidade social e cultural, o que torna desafiadora a buscar uma nova perspectiva para o processo educativo, assim como aplicar

uma abordagem educacional já existe. Não é possível afirmar que fazer o uso de uma abordagem sob a perspectiva da Complexidade seria viável em todas as escolas e os desafios vão além das diferentes construções sociais e culturais que formam os indivíduos, havendo também as diferentes limitações à liberdade do docente nas escolas, que podem interferir na abordagem a ser utilizada. Contudo, este trabalho não tem por intenção apresentar um novo molde para o processo de ensino-aprendizado, e sim demonstrar que, assim como em diferentes abordagens disciplinares, é possível utilizar-se de pontos do Pensamento Complexo sem que a abordagem utilizada deixe de ser adequada à realidade da escola, como pode ser considerado pelos três critérios da virtude descritos por Edgar Morin (2003). Deste modo, considera-se alcançado o objetivo deste trabalho, concluindo-se que sim, é possível utilizar-se da Complexidade dentro do ensino de Botânica, somando-a, de acordo com as possibilidades, à prática educativa por meio da Teoria sistêmica.

É importante também considerar que no presente trabalho, os problemas apresentados são considerados um ciclo, de modo que a responsabilidade não é vista fundamentalmente como do docente na formação de professores, do professor de Biologia nas escolas ou do aluno, e sim considera-se que uma maneira viável de trabalhar pela superação destes problemas é por novas práticas nas disciplinas acadêmicas direcionadas à formação de professores, por tratar-se de um momento no qual os discentes, então futuros professores, bem como os docentes, estão voltados ao estudo de práticas educativas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, N., **Transdisciplinaridade e Saúde Coletiva**. Ciência e Saúde Coletiva. [S.L.] V. 2. 1997.
- ASSAD, E. D. et al., **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. [S.L]. V. 39. 2004.
- ATKIN, O. K.; TJOELKER, M. G. **Thermal acclimation and the dynamic response of plant respiration to temperature**. Trends in Plant. [S.L]. V. 25. 2003.
- AZANHA, J. M. P. **Parâmetros Curriculares Nacionais e autonomia da escola**. Conselho Estadual de Educação de São Paulo. [S.D.]
- BARBOSA, F. T. N. **Diálogos entre a Epistemologia e a Educação**. Belém: CCSE-UEPA, 2013.
- BEGON, M. et al. **Ecologia: De Indivíduos a Ecosistemas**. Artmed. [S.L.]. 4ª Ed. 2007.
- BIBEAU, G. **Séminaire sur l'Interdisciplinarité et l'Application**. Departamento de Antropologia, Universidade de Montreal. 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018.
- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília:MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. MEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC. V. 2. 2002.
- BURGESS, J. **An introduction to plant cell development**. Cambridge: Cambridge University Press. 1985.
- CARTA DE BELGRADO**, 1975.
- CASTRO, M. A. de. **Arte: o humano e o destino**. Tempo Brasileiro. Rio de Janeiro. 2011.

DAFT, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. Thomson/Fronteira. São Paulo. 2002.

COSTA, E. A. et al. **A GAMIFICAÇÃO DA BOTÂNICA: UMA ESTRATÉGIA PARA A CURA DA “CEGUEIRA BOTÂNICA”**. Revista Insignare Scintia [S.L.] V. 2. N. 4. P. 79-99. 2019.

Declaração da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental. Tbilisi. Georgia. 1977.

ONU – Declaração da **Conferência da ONU** sobre o Ambiente Humano; Estocolmo, 1972.

DELIZOICOV, D. et al. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. Cortez. São Paulo. 2002.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. Oficina de textos. São Paulo – SP. 2015.

FLEMING, J. **Historical Perspectives on Climate Change**. New York: Oxford University Press. 1998.

FLÓRIO, V. et al. **Via Láctea: Ilha isolada?** A Via Láctea e as nebulosas espirais numa reportagem da Popular Science, 1922. [S.L.], Cadernos de Astronomia, V. 2. N. 1. P. 79-92. 2021.

FREIRE, P. 1996, **PEDAGOGIA DA AUTONOMIA** - Saberes necessários à prática educativa. Editora Paz e Terra - Coleção Leitura. [S.L.]. 25ª Ed. 2002.

GONDIN, T. M. S. et al. **AQUECIMENTO GLOBAL: SALINIDADE E CONSEQUÊNCIAS NO COMPORTAMENTO VEGETAL**. Rev. bras. ol. fibros., Campina Grande. V. 14. N. 1. 2010.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO – Coordenadoria de Educação Ambiental. **Educação Ambiental e Desenvolvimento: Documentos Oficiais**. São Paulo (Estado). 1994.
HAECKEL, E. **Generelle Morphologie der Organismen**. [S.L.]. 1869.

JUNGES, A. J.; SANTOS, V. Y.; MASSONI, N. T.; SANTOS, F. A. C. **EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DA FÍSICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**. Experiências em Ensino de Ciências [S.L.] V. 13.

N. 5. 2018.

JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J., **Biologia Celular e Molecular**. Editora Guanabara Koogan. [S.L.]. 6ª Ed. 1991.

KEELING, R. F. et al. **Whorf, Increased activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO2 measurements**. Nature. [S.L.] Ed. 382. P. 146-149. 1996.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Reimp. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2ª Ed. 2013.

LEVIN, S. **Fragile Dominion: Complexity and de Commons**. [S.L.]. 1999.

LIKENS, G. E., **The Ecosystem Approach: Its Use and Abuse**. Ecology Institute. [S.L.]. 1992.

LONG, S. P., **Photoinhibition of Photosynthesis on Nature**. Rev. Anual de Fisiologia Vegetal e Biologia Molecular de Plantas. Reino Unido. V. 45. P. 633-662. 1994.

MANDELBROT, B.B. **The fractal geometry of nature**, W.H. Freeman and Co., New York. 1982.

MARENCO, R. A. & LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Atual. Apl. – Viçosa - MG. 3ª Ed. 2009.

MARTINS-da-SILVA, R. C. V.; SILVA, A. S. L.; FERNANDES, M. M.; MARGALHO, L. F. **Noções Morfológicas e Taxonômicas para Identificação Botânica**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Brasília-DF. 2014.

McGUIRE, A. D. **Carbon balance of the terrestrial biosphere in the twentieth century: Analysis of CO2, climate and land use effects with four process-based ecosystem models**. Global Biogeochemical Cycles. [S.L.] V. 15. N. 1. P. 183-206. 2001.

MICHAELIS, C. & MICHAELIS, H., **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Melhoramentos. [S.L.]. 2006.

MORIN, E. **O Método: 1. A Natureza da Natureza**. Editora Sulina. [S.L.]. 3ª Ed. 2003.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Tradução: Maria D. Alexandre & Maria Alice Sampaio Dória. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 8ª Ed. 2005.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Tradução: Eliane Lisboa. Editora Sulina. Porto Alegre. 5ª Ed. 2015.

MORIN, E. **A CABEÇA BEM-FEITA** - Repensar a reforma, reformar o pensamento. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 8ª Ed. 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Cortez. São Paulo. 4ª Ed. 2001.

NEVES, A. **Cegueira botânica**: é possível superá-la a partir da Educação? Ciênc. Educ. Bauru, V. 25. N. 3. P. 745-762. 2019.

PERONI, N. et al. **Ecologia de Populações e Comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.

PIRES, M. F. C. **Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino**. Interface – Comunicação, Saúde, Educação. UNESP. V. 2. N. 2. P. 173-182. 1998.

POPPER, K. R. **Conjecturas e refutações**. Editora Almedina Brasil., Brasília-DF. 1ª Ed. 2003.

PRIMAVESI, O. et al., **Aquecimento global e mudanças climáticas**: uma visão integrada tropical. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste. 2007.

OLIVEIRA, J. Q. **Por que a matemática interessa à biologia?** Revista Helius. Sobral. V. 3. N. 2. P. 113-137, 2020.

RAVEN, P. H. et al. **Biologia Vegetal**. Guanabara Koogan. [S.L.]. 8ª Ed. 2017.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental**. 1ª ed. São Paulo: Brasiliense. Coleção Primeiros Passos. N. 292. 1994.

RICKLEFS, R. & RELYEA, R., **A Economia da Natureza**. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro - RJ. 7ª Ed. 2016.

- RUSCHEINSKY, A. **Educação Ambiental: Abordagens múltiplas** Penso Editora LTDA., Porto Alegre. 2ª ed., rev. e ampl. 2012.
- SALATINO, A. et al. “**Mas de que te serve saber botânica?**” Estudos Avançados. [S.L.] V. 30. N. 87. P. 177-196. 2016.
- SCHEFFLER, I. **Reason and Teaching**. Routledge Revivals. Londres. 1ª Ed. 2014.
- SCHOLZE, N. T. et al. **MORIN E FREIRE: um diálogo possível na educação**. Revista Acadêmica Licencia&acturas, [S.L.], V. 2, N. 1. P. 67-74., 2014.
- SILVA, A. C. & INFANTE-MALACHIAS, M. E., **Reflexões sobre a convergência do pensamento de Paulo Freire e de Edgar Morin: contribuições para a formação docente**. Cadernos de Educação | FaE/PPGE/UFPel, Pelotas. P. 223-242. 2012.
- SOUZA, G. M. et al. **Sistemas complexos: novas formas de ver a Botânica**. Revista Brasil. Bot., [S.L.] V. 27. N. 3. P. 407-419. 2004
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia do estresse**. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed. Porto Alegre. 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MUPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Artmed. Porto Alegre. 6ª E. 2017.
- VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. Martins Fontes. São Paulo. 6ª Ed. 2003.
- WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. **Toward a theory of plant blindness**. Plant Science Bulletin. [S.L.]. V. 47. P. 2-9. 2002.
- WANG, W. X.; VINOCUR, B.; ALTMAN, A. **Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance**. Planta. [S.L.]. V. 218. 2003.