



Ministério da Saúde  
FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto Oswaldo Cruz  
Curso de Especialização em Biociências e Saúde

## **Proposição de Sequência Didática Sobre a Formação de Biofilme Bacteriano e sua Interferência na Saúde Humana**

Mariana Ramos Bastos

Orientador (es)  
Valéria da Silva Trajano & Carlos Alberto Vasconcelos Freitas

Rio de Janeiro  
2017

**MARIANA RAMOS BASTOS**

“Proposição de Sequência Didática Sobre a Formação de Biofilme Bacteriano e sua Interferência na Saúde Humana”.

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de especialista em Ensino em Biociências e Saúde, Curso de Especialização em Ensino em Biociências e Saúde, pelo Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ.

Local(is) onde o projeto será desenvolvido

2º ano do ensino médio

Data: 23/05/2017

---

Assinatura do Aluno

---

Assinatura do Orientador

---

Assinatura do 2º Orientador

Bastos, Mariana Ramos

Proposição de Sequência Didática sobre a Formação de Biofilme Bacteriano e sua Interferência na Saúde Humana / Mariana Ramos Bastos. - Rio de Janeiro, 2017.  
72 f.; il.

Monografia (Especialização) – Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, 2017.

Orientadora: Valéria da Silva Trajano.  
Co-orientador: Carlos Alberto Vasconcelos Freitas.

Bibliografia: Inclui Bibliografias.

1. Sequência Didática. 2. Biofilmes Bacterianos. 3. Ciência. 4. Arte. 5. Cultura. I. Título.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus por ter me ajudado chegar até a esta etapa tão importante da minha vida.

Ao meu avô que nunca negou esforços em relação a minha vida acadêmica, sempre me ajudando no que eu precisei.

A minha mãe que mesmo não estando fisicamente aqui comigo, tudo que eu faço é pra ela.

Aos meus orientadores,

Professora Valéria: Obrigada pela sua dedicação, pela sua paciência, por acreditar em mim e no meu trabalho, por este trabalho ter crescido e ter ido ao Enpec! Gratidão eterna e a senhora se tornou um exemplo de superação e de garra na minha vida!

Professor Carlos: Obrigada por conduzir minhas ideias, por trazer mais ideias ao meu trabalho, serei sempre grata!

## RESUMO DO PROJETO

O biofilme é formado por um conjunto de microrganismos ligados a uma superfície plana ou sólida, unida uma as outras, revestidas por uma matriz exopolissacarídica. Ele pode ser encontrado em diferentes ambientes, como nas indústrias de alimentos, causando prejuízos e colocando em risco a segurança alimentar, em tubulações de água e no organismo dos seres humanos, como na cavidade oral, trato urogenital, trato respiratório, entre outros ambientes. O tema biofilme é muito complexo e abarca vários conteúdos que fazem parte do cotidiano da população brasileira. Esses assuntos estão relacionados a segunda série do ensino médio, da educação básica. Neste contexto, este estudo levantou a hipótese de que a construção de Sequência Didática sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana, poderia se configurar como um bom método para ministrar de forma contextualizada conteúdos relevantes do currículo mínimo, para estudantes de 2º ano do ensino médio, da educação básica. Foi realizada uma revisão integrativa sobre artigos relacionados à Sequência Didática na educação básica, no período de 2000 a 2016. Nesta revisão, foi constatada que a maioria das sequências didáticas apresentava um referencial teórico, uma atividade lúdica, e /ou de artes. Além disso, todos os autores declararam a boa receptividade das sequências didáticas pelos estudantes. Elas foram capazes de despertar o interesse dos estudantes sobre o assunto, estimulando o processo ensino-aprendizagem, bem como o trabalho coletivo. Com base nesse conhecimento, foi elaborada uma proposta de sequências didáticas sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana, utilizando como referencial Ciência, Arte e Cultura. A proposta apresenta como tema central biofilme, sendo composta por quatro oficinas de três horas cada, com subtemas e objetivos específicos, voltados para a discussão de conteúdos que fazem parte do currículo mínimo do estado do Rio de Janeiro. Os conhecimentos prévios e a apreensão dos conteúdos serão avaliados por questionários aplicados antes e depois no encerramento da proposta.

**Palavras-chave:** Biofilmes Bacterianos, Sequência Didática, Ciência, Arte, Cultura.

## ABSTRACT

The biofilm is formed by a set of microorganisms attached to a flat or solid surface, joined to each other, coated by an exopolysaccharide matrix. It can be found in different environments, such as in the food industry, causing harm and endangering food safety, in water pipes and in the body of humans, as in the oral cavity, urogenital tract, respiratory tract, among other environments. The biofilm theme is very complex and encompasses several contents that are part of the daily life of the Brazilian population. These subjects are related to second grade of high school, basic education. In this context, this study raised the hypothesis that the construction of Didactic Sequence on the formation of bacterial biofilm and its interference in human health, could be configured as a good method to contextualize relevant contents of the minimum curriculum for students of 2 Year of high school, basic education. An integrative review was carried out on articles related to the Didactic Sequence in basic education, from 2000 to 2016. In this review, it was verified that most of the didactic sequences presented a theoretical reference, a play activity, and / or arts. In addition, all the authors declared the students' receptivity to the didactic sequences. They were able to arouse students' interest in the subject, stimulating the teaching-learning process as well as the collective work. Based on this knowledge, a proposal was made of didactic sequences on the formation of bacterial biofilms and their interference in human health, using as reference Science, Art and Culture. The proposal presents as a central biofilm theme, being composed of four workshops of three hours each, with subtopics and specific objectives, focused on the discussion of contents that are part of the minimum curriculum of the state of Rio de Janeiro. Prior knowledge and seizure of contents will be evaluated by questionnaires applied before and after the proposal ends.

Keywords: Bacterial Biofilms, Didactic Sequence, Science, Art, Culture.

## **SUMÁRIO**

<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>8</b>
1.1.1. Currículo Escolar.....	8
1.1.2. Proposta curricular para a disciplina biologia do ensino médio do Estado do Rio de Janeiro.....	10
1.1.3. Sequência Didática.....	12
1.1.4. Morfologia e Fisiologia das Bactérias.....	13
1.1.5. Microbiota do corpo humano.....	15
1.1.5.1. Microbiota oral e das vias respiratórias.....	17
1.1.5.2. Trato Gastrointestinal.....	18
1.1.5.3. Uretra e Vagina.....	18
1.1.5.4. Vantagens de encontrar bactérias na flora normal.....	19
1.1.6. Biofilme Bacteriano.....	19
1.1.6.1. Formação dos Biofilmes.....	22
1.1.6.2. Microrganismos de Biofilmes na indústria de alimentos.....	24
<b>2. HIPÓTESE.....</b>	<b>27</b>
2.1. Objetivos Gerais.....	27
2.2. Objetivos Específicos.....	27
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
3.1. Etapas da revisão integrativa da literatura.....	28
3.2. Proposta da sequência didática.....	29
<b>4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>5. PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>47</b>
5.1. Introdução.....	47
5.2. Referencial da Sequência Didática.....	47
5.3. Sequência Didática.....	48
5.4. Desenvolvimento da Sequência Didática.....	49

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	53
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	54
<b>APÊNDICE</b> - A utilização de seqüências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016.....	62



## 1. INTRODUÇÃO:

As bactérias são encontradas no ambiente sob diferentes formas, podendo estar em suspensão na forma planctônica ou agregada a superfícies ou na forma séssil (CAPELLETTI, 2006). São encontradas em vários ambientes como: solo, ar, água e poeira (OLIVEIRA, 2003). Podendo assumir várias formas como: cocos, bacilos e espirais, entre outras (TORTORA et al, 2012). As bactérias fazem parte da nossa microbiota, assim como os vírus, fungos e protozoários (MIMS et al, 2004).

O ser humano convive com esses microrganismos desde o seu nascimento, os quais são transmitidos pela mãe no momento do parto (TRABULSI et al, 2008). O termo microbiota se refere a uma população de microrganismos que habitam a pele e a mucosa de indivíduos (JANWETZ et al, 2012). Encontramos especificamente bactérias na cavidade oral (JANWETZ et al, 2012), no intestino grosso (MIMS et al, 2004), na uretra e na vagina (MIMS et al, 2004). Dentre as vantagens de todas essas bactérias estarem no nosso corpo é que grande parte delas ajudam a prevenir o crescimento de outros microrganismos (MIMS et al, 2004).

As bactérias estão adaptadas a condições extracelulares e o que permite sobreviver em praticamente quase todos os habitats da biosfera, incluindo os seres humanos, e para sobreviverem a essa diversidade de ambientes, as células desenvolveram mecanismos de ligação a superfícies, formando comunidades como os biofilmes (RENNER; WEIBEL, 2011). O biofilme é um conjunto de bactérias ligadas a uma superfície plana ou sólida, unida uma as outras, revestidas por uma matriz exopolissacarídica (JAWETZ et al, 2012). Os biofilmes podem ser encontrados nas indústrias de alimentos, causando prejuízos e colocando em risco a saúde do indivíduo (ARAUJO et al, 2013), em tubulações de água (MACÊDO, 2008), assim como no organismo dos seres humanos, como na cavidade oral (dentes e gengiva), trato urogenital, trato respiratório (BARBOSA, 2015).

Os estudos sobre biofilmes até 2013 eram considerados recentes (35 anos na área científica) (TRETIN et al, 2013) e grande parte dos estudantes não conhece essas comunidades de bactérias. Desta forma, este estudo tem como objetivo construir uma proposta contextualizada de sequência didática sobre biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana através de uma revisão integrativa acerca da utilização de sequências didáticas no ensino médio, a fim de contribuir com o processo ensino-

aprendizagem de biologia e saúde. A sequência didática propõe atividades ordenadas e articuladas para certos objetivos educacionais (ZABALA, 1998). Para identificar os métodos utilizados pelos autores no desenvolvimento dessas sequências e os resultados obtidos na construção de novos conhecimentos.

## **1.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **1.1.1. Currículo Escolar**

O termo currículo expressa atualmente uma grande diversidade de sentidos e, por conseguinte, uma grande versatilidade de uso. O currículo escolar não deve ser entendido somente como um mero planejamento organizacional (estrutural/funcionalista) do ambiente escolar como a elaboração da grade curricular (relação de disciplinas, carga horária, período letivo), delimitação de conteúdo (procedimentos, modalidades, atividades), planos de curso/ensino/aula ou qualquer outra forma de padronização/normatização das atividades escolares (MENEGOLLA e SANT'ANNA, 2009).

Moreira e Silva (2001) definem currículo como um artefato social e cultural, cuja elaboração obedece à lógica das determinações sociais e históricas no qual está contextualizado. Para além desse entendimento funcional/estruturalista o currículo escolar deve ser entendido como um planejamento/plano teórico/cultural/metodológico no qual o participante possa desenvolver a capacidade intelectual de interagir (reflexão/argumentação) com o mundo das ideias (conceitos/símbolos/signos) e da autoeducação; deve, portanto, proporcionar aos estudantes a sistematização lógica de uma base teórica no discernimento e na condução das finalidades práticas (FREITAS, 2011).

Considerando a instituição “escola” como um espaço privilegiado de (re)construção do conhecimento escolar e, portanto, de construção do conhecimento científico é imprescindível ter no docente o agente condutor desse processo de ensino. O planejamento da transposição didático/pedagógico do conhecimento científico na (re)construção do saber escolar deve ter por embasamento de que a linguagem científica representa a evolução histórica das ideias que particularizam cada ramo do conhecimento humano. Este arcabouço de conhecimentos herméticos ao ‘deixarem seus âmbitos específicos’ tem de passar por um processo didático/pedagógico de recontextualização seja para serem utilizados na formação dos conteúdos escolares ou

para serem divulgados ao público em geral. O conhecimento produzido com fins de educação escolar deve ser elaborado a partir de um referencial teórico de recontextualização didático/pedagógico proporcionando o entendimento de que no processo de (re)construção sócio/histórico do saber escolar o conhecimento científico é apenas um dos integrantes. Ou seja, outros conhecimentos integram a formação do saber escolar já que este possui objetivo diferenciado do conhecimento produzido no âmbito da ciência. Nesse sentido a educação escolar tem por princípio fundamental a socialização dos vários saberes produzidos pela sociedade. O planejamento dos currículos escolares deve, portanto, incorporar aspectos sociais e científicos, tais como questões ambientais, tecnológicas, econômicas, éticas, entre outras. (LOPES, 2000). Nesse sentido Freitas (2011) expõe o seguinte pensamento:

[...] a construção do conhecimento escolar, ou seja, o conjunto de conteúdo de uma disciplina, não pode ser uma mera reprodução das disciplinas de cursos universitários transformados em matérias no ensino básico, cuja complexidade e especificidade do conhecimento em si situam-se além da capacidade de compreensão dos estudantes desse ciclo de estudo. O tratamento da informação biológica, no âmbito escolar, é imprescindível na aprendizagem de conceitos básicos, na análise do processo de investigação científica e na crítica das implicações sociais da ciência e da tecnologia.

No entanto, o contexto político estabelece o planejamento do currículo escolar nos moldes de raciocínio das redes políticas e sociais hegemônicas. Nesse sentido Busnardo e Lopes (2007) ressaltam a dimensão contextual das políticas que influenciam no planejamento e elaboração do currículo escolar: o contexto de influência, o contexto da produção de textos e o contexto da prática.

O contexto de influência é caracterizado pelos discursos formulados e propagados pelas redes político/sociais (partidos políticos, segmentos doutrinários, setores econômicos, comunidade acadêmica, entre outros) buscando moldar ideologicamente os sistemas educacionais. O contexto da produção de textos são as diretrizes curriculares elaboradas sob a influência das redes política/sociais, como de Estado, e das quais participam especialistas de governo e pesquisadores, lideranças de comunidades disciplinares de diversas áreas de ensino, entre outros. O contexto da prática são as reinterpretações e ressignificações de textos e discursos oficiais pelos professores de ensino básico que inseridos em contextos socioeconômico específicos, exercendo a função de “planejador intermediário entre as diretrizes curriculares, às quais têm de se adequar ou tem de interpretar, e as condições de sua prática concreta” (SACRISTÁN e GOMES, 1998). Obviamente que o docente com preparo e consciência

profissional se esforçará para fazê-lo, buscando replanejar de forma crítica os documentos oficiais a ele/a imposto sob a falácia de proposta curricular flexível.

### **1.1.2. Proposta curricular para a disciplina Biologia do ensino médio do Estado do Rio de Janeiro**

A proposta curricular elaborada pela Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro para o Ensino Básico, esta detalhada no documento denominado de “Currículo Mínimo”. Este documento aponta determinados conteúdos como importantes ao processo de ensino-aprendizagem de cada disciplina e, nesse sentido, busca estabelecer uma orientação didático/pedagógica comum a para o ensino básico estadual. Sua implantação ocorreu inicialmente para os anos finais do Ensino Fundamental e para os seguintes componentes curriculares do Ensino Médio Regular: Matemática, Língua Portuguesa/Literatura, História, Geografia, Filosofia e Sociologia. Posteriormente foi implementado para as demais disciplinas do Ensino Médio: Biologia, Química, Física, Língua Estrangeira, Educação Física e Artes (SEEDUC, 2012).

No documento básico estão delineados os focos temáticos e seus respectivos objetivos específicos que devem ser desenvolvidos por meio de subtemas/conteúdos considerados estruturantes para o entendimento geral de determinada disciplina. Nesse sentido estabeleceu-se uma seleção de tópicos (subtemas/conteúdos) que devem ser desenvolvidos/ministrados pelo docente, no período bimestral. Ocorreu, por conta desse planejamento, a redução de conteúdos que eram considerados obrigatórios (SEEDUC, 2012).

Cada objetivo específico corresponde a habilidades e competências que os estudantes devem adquirir por meio do processo ensino/aprendizagem e, portanto, devem nortear a elaboração dos planos de ensino/aula de cada disciplina. Para o desenvolvimento do plano de aula está disponível ao professor na “conexão escola” - em área reservada – material de apoio didático/pedagógico que, na verdade, funciona como um manual do professor de orientação a consecução do tema. Nesse manual os focos temáticos estão divididos em unidade(s). E para o desenvolvimento de cada unidade são propostos assuntos (subtemas) que podem ser desenvolvidos por conteúdos propostos ou por aqueles que o docente julgar pertinente a compreensão do foco temático e, por conseguinte, a aquisição da habilidade e competência propostas no currículo mínimo (SEEDUC, 2012).

Em 2011 a Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro elaborou uma proposta curricular para a Educação Básica denominada “Currículo Mínimo”. Este documento distribui os conteúdos por meio de temáticas específicas responsáveis pelo desenvolvimento de habilidades e competências que os estudantes devem adquirir durante o processo ensino/aprendizagem. O Currículo Mínimo busca estabelecer uma orientação didático/pedagógica comum a toda rede de ensino estadual (SEEDUC, 2012). O planejamento de habilidades e competências para a disciplina Biologia busca desenvolver/realçar por meio de conceitos, teorias, experimentos, fatos, entre outros, valores, comportamentos e atitudes assertivas quanto ao contínuo processo de aprendizagem que o indivíduo, enquanto cidadão deve desenvolver para o exercício de sua contemporaneidade e cidadania (SEEDUC, 2012).

No Quadro 1 estão delineados os focos temáticos e seus respectivos objetivos específicos para o segundo ano do ensino médio, evidenciando a dimensão relacional no qual todos os elementos bióticos e abióticos se comunicam dentro de um espectro de interdependência que é vital à existência dos seres vivos. Nesse sentido propomos a realização de nosso projeto nessa série do ensino médio.

<b>1º Bimestre</b>	
Foco	<b>Transformações essenciais à vida</b>
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Analisar os processos de obtenção de energia dos seres vivos, relacionando-os aos ambientes em que vivem.</li> <li>– Reconhecer respiração aeróbia, anaeróbia, fermentação, fotossíntese e quimiossíntese como processos do metabolismo celular energético.</li> <li>– Identificar a ocorrência de transformações de energia no metabolismo celular.</li> </ul>
<b>2º Bimestre</b>	
Foco	<b>Manutenção dos sistemas multicelulares</b>
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reconhecer a existência de diferentes tipos de células, identificando a formação, organização e funcionamento de cada uma delas, diferenciando, de modo geral, seus mecanismos bioquímicos e biofísicos.</li> <li>– Relacionar a fisiologia dos organismos à produção de hormônio</li> </ul>
<b>3º Bimestre</b>	
Foco	<b>Manutenção dos sistemas multicelulares</b>
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reconhecer a interdependência dos sistemas que asseguram e regulam o funcionamento dos organismos e o papel dos mecanismos de controle e manutenção no equilíbrio dinâmico desses organismos.</li> <li>– Caracterizar as funções vitais dos animais e plantas, identificando seus princípios básicos nos diferentes ambientes.</li> <li>– Reconhecer a atuação dos diferentes mecanismos de defesa do organismo.</li> <li>– Correlacionar o bom funcionamento do organismo à microbiota, assim como os problemas que podem ser acarretados por esses seres.</li> </ul>

4º Bimestre	
Foco	Doenças e promoção da saúde
Habilidades e Competências	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Distinguir, entre as principais doenças, as infectocontagiosas e parasitárias, as degenerativas, as ocupacionais, as carenciais, as sexualmente transmissíveis (DST) e as provocadas por toxinas ambientais.</li> <li>– Reconhecer, através de análise de dados, as principais doenças que atingem a população brasileira, correlacionando-as ao ambiente e à qualidade de vida, indicando suas medidas profiláticas.</li> <li>– Elaborar propostas com vistas à melhoria das condições sociais, diferenciando as de responsabilidade individual das de cunho coletivo, destacando a importância do desenvolvimento de hábitos saudáveis e de segurança, numa perspectiva biológica e social.</li> </ul>

Quadro 1- Currículo mínimo do segundo ano do ensino médio da Secretaria do Estado do Rio de Janeiro

### 1.1.3. Sequência Didática

Segundo Bronckart (2006), as sequências didáticas foram construídas, inicialmente, pela Commission Pédagogie Du Texte, em 1985 e 1988. Entretanto, o conceito de sequência didática apenas surge em 1996, na França, sendo inicialmente, aplicado no campo do ensino de gêneros da linguagem escrita. No Brasil, este conceito aparece após a promulgação dos PCN da língua portuguesa, que reconhece esse tipo de estudo e de atividades (BRASIL, 1998).

Sequência Didática (SD), segundo Zabala (1998), é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com princípio e fim determinados, tanto pelo docente, quanto pelo estudante. Este tipo de recurso didático ajuda o docente a problematizar conhecimentos científicos em poucas aulas, o estudante estudará e discutirá um determinado tema de forma aprofundada. O uso de SD, como uma nova modalidade didática que propicia a organização curricular e permite a utilização de situações reais do cotidiano, pois parte da problematização, levando o estudante a observar e confrontar o seu conhecimento prévio como as novas informações que lhe são apresentadas (KOBASHIGAWA, 2008; SILVA e BEJARANO, 2013; MAROQUIO et al, 2015).

As SD possibilitam a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes e a transposição didática de matéria escolar, independente da área de conhecimento (ALMOULOUUD et al, 2008; LEAL, 2013). O docente atua como um mediador que pode elaborar uma nova proposta, quando necessário, relacionando sempre com os conhecimentos prévios, para que ela seja transformadora, comprometida com o presente

e com o futuro da sociedade (SACRISTAN, 2000). Além disso, pode ser um excelente caminho para vencer algumas barreiras do ensino tradicional como aulas quase ou 100% discursivas, com explicações orais, cheia de conceitos, fenômenos, nomenclaturas, fórmulas e teorias cobradas em formas de testes e provas (LIMA, TEIXEIRA, 2012; MOTOKANE, 2015).

Além disso, a SD está baseada na construção de conhecimento não linear, nem cumulativa. Segundo Zabala (1998, p. 19-20) as SD apresentam as seguintes características: (i) cada sequência é voltada para objetivos específicos; (ii) elas esquematizam as variáveis da complexa prática educativa; (iii) os tipos de atividade, sobretudo a maneira de articulá-las, são traços diferenciais e determinantes à especificidade da proposta didática; (iv) indicam a função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos; (v) avaliam a funcionalidade das atividades, sua ausência ou a ênfase que se lhes deve atribuir.

A SD é um conjunto de atividades com estratégias e planejamento desenvolvido pelo docente para o entendimento do conteúdo ou tema proposto para ser alcançado. É mais amplo que um plano de aula, pois aborda várias estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma atividade realizada por vários dias sobre o mesmo tema ou conteúdo (KOBASHIGAWA, 2008).

A SD tem como objetivo (i) auxiliar os discentes a uma reflexão sobre o ensino proposto; (ii) fazer com que os conhecimentos adquiridos extrapolem a sala de aula (LEAL, 2013). No entanto, para a realização da sequência didática é necessário que ocorram atividades práticas e lúdicas, com material concreto e inovador que estimulem aos estudantes a construir novos conhecimentos.

Com base no que foi exposto, estamos propondo uma sequência didática, cujo tema principal é o biofilme bacteriano (comunidades de bactérias) onde podemos abordar seus aspectos morfológicos, fisiológicos, suas vantagens e desvantagens no cotidiano dos seres humanos, como será exposto a seguir.

#### **1.1.4. Morfologia e Fisiologia das Bactérias**

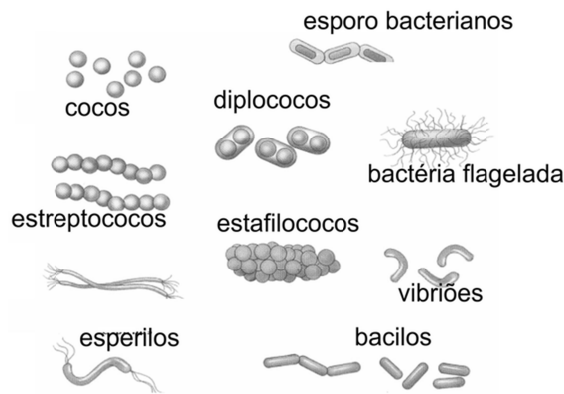
As bactérias são procariontes representantes do Reino Monera (MURRAY et al, 2014). Elas são consideradas os seres mais antigos no Planeta Terra e os mais numerosos, sendo encontradas em todas as partes do planeta: no solo, água, ar. A

grande maioria das bactérias não causa enfermidades, porém existe um pequeno grupo que gera doenças como: hanseníase, pneumonia, cólera, tuberculose, dentre outras (OLIVEIRA, 2003).

Estruturalmente são seres procariotos, pois não possuem sistema de endomembranas. Seu material genético não está envolvido por uma membrana nuclear especial. A maioria apresenta parede celular, composta por um complexo de carboidrato chamado peptidoglicano. Sua estrutura é composta por: membrana citoplasmática, citoplasma, nucleóide (DNA circular único), ribossomos. Ademais, pode apresentar material extra cromossômico denominado plasmídeo cuja função é conferir resistência às bactérias a determinadas substâncias e atuar na síntese de toxinas e enzimas (MURRAY et al, 2014).

As bactérias crescem em colônias e as suas características determinam a sua cor, tamanho (0.2 a 2.0  $\mu\text{m}$  de diâmetro e o seu comprimento pode variar de 2 a 8  $\mu\text{m}$ .), forma e odor. Quanto às formas elas podem se apresentar em formato de (i) cocos, que podem ser redondos, ovais, alongados ou achatados. Os cocos que permanecem em pares após a divisão são chamados de diplococos; aquelas que se dividem e permanecem ligados em forma de cadeia são chamadas de estreptococos. Existem cocos que se dividem em múltiplos planos e formam cachos e são chamados de estafilococos. Como exemplo temos a bactéria *Neisseria gonorrhoea*, causadora da DIP e da gonorreia; (ii) Bacilos, que se dividem ao longo do seu eixo. A maioria se apresentam isolado, mas os diplobacilos aparecem em pares após a divisão e os estreptobacilos em cadeias. Como exemplo temos a *Haemophilus ducreyi*, causadora do cancro mole; (iii) espirais, que são formas alongadas e espiraladas com uma ou mais curvaturas; (iv) vibríões, que se apresentam em forma de vírgula; (v) espiroquetas, que possuem forma helicoidal e flexível (JAWETZ, et al, 2012; TORTORA et al, 2012; MURRAY et al, 2014). A sua forma é determinada pela sua hereditariedade. A grande maioria das bactérias é do tipo monomórfica, isto é, mantém uma única forma. Só que em alguns casos por conta das condições ambientais podem ser influenciadas, mudando assim a sua forma, que quando alterada dificulta a sua identificação. Algumas bactérias do tipo *Rhizobium* são chamadas de pleomórficas, pois podem ter várias formas (TORTORA et al, 2012).





<http://educacao.globo.com/biologia/assunto/microbiologia/bacterias.html>

Sobre a coloração de Gram é o nome dado ao estudo de bactérias que utiliza corantes para distinguir os mais variados tipos de bactérias. A coloração de Gram negativa são aquelas que recebem uma coloração próxima do vermelho ou rosa e estas bactérias possuem uma parede celular complexa. Essas bactérias apresentam em suas camadas uma membrana de lipopolissacarídeos que não permitem a fixação do corante na camada de peptidoglicana. Ex: Salmonella. A coloração de Gram positiva a parede celular é simples com apenas uma camada de lipídeos associados aos polissacarídeos. Possuem a cor mais intensa como roxo. Ex: Bacilos. A coloração de Gram é um método que permite a identificação de antibióticos. Gram negativo é mais resistente a certos antibióticos e Gram positivo são mais sensíveis a antibióticos como a penicilina (FELIX, 2012).

As bactérias são encontradas em todos os lugares, revestem a pele, mucosas e cobrem o trato intestinal dos seres humanos e dos animais. Muitas são inofensivas. Algumas são benéficas, tem curto tempo de geração – minutos ou horas – podendo responder rapidamente as mudanças do ambiente (SANTOS, 2004).

### 1.1.5. Microbiota do corpo humano

A palavra flora/microbiota é utilizada porque a grande maioria dos microrganismos é composta por bactérias. Mas o termo inclui todos os microrganismos como vírus, fungos e protozoários também são encontrados em indivíduos saudáveis, só que em pequenas quantidades (MIMS et al, 2004).

As bactérias estão presentes em nosso ambiente e no corpo humano, algumas vivendo de modo transitório, outros como parasitas permanentes. Estão presentes no ar que respiramos, na água que bebemos, na comida que comemos. Sendo que muitas

bactérias não são causadoras de doenças e outras causam doenças que ameaçam a vida (MURRAY et al, 2014).

O homem convive por toda a vida com microbiotas. No seu nascimento que ao passar pelo canal do parto, recebe os primeiros componentes de sua microbiota da sua mãe (TRABULSI et al, 2008), pois o feto humano vive em um ambiente estéril, isto é, protegido. Os recém-nascidos estão expostos aos micróbios que a mãe passa e ao próprio ambiente que o cerca.

Ao longo dos anos, essa população microbiota tende a se modificar. Alterações na saúde podem vir a mudar drasticamente os microrganismos que existiam no interior do corpo humano. Pessoas hospitalizadas podem ter a substituição de organismos não virulentos na orofaringe por bacilos Gram – negativos como *Klebsiella*, *Pseudomonas* que podem invadir os pulmões e causar pneumonia (MURRAY et al, 2014).

A “microbiota normal” refere-se à população de microrganismos que habitam a pele e as mucosas dos indivíduos normais e saudáveis. Pesquisas têm mostrado que a microbiota normal é a primeira linha de defesa contra patógenos microbianos e ajudam na digestão, na degradação de toxinas e auxiliam na maturação do sistema imunológico (JANWETZ et al, 2012). A população comensal normal de microrganismos facilita o metabolismo de produtos alimentares, que são fatores essenciais de crescimento, protege contra infecções de microrganismos altamente virulentos e auxilia na resposta imunológica. Sem esses microrganismos, a vida como conhecemos seria impossível (MURRAY et al, 2014).

A microbiota intestinal de crianças em países em desenvolvimento é um pouco diferente das crianças em países desenvolvidos, as crianças que são amamentadas no peito apresentam estreptococos do ácido lático e lactobacilos em seus intestinos, o que difere em crianças que se alimentam através do uso da mamadeira que mostram uma variedade bem maior de organismos (MIMS et al, 2004).

A microbiota normal está espalhada por várias partes do corpo que estão em contato com o meio externo, ou seja, pele e mucosas. Cada região do corpo possui uma microbiota com suas próprias características e está presente na pele, cavidade oral, vias aéreas superiores, vagina (TRABULSI et al, 2008) e é no intestino que grande parte das bactérias está localizada (MIMS et al, 2004).

A pele e as membranas mucosas abrigam vários tipos de microrganismos. Quando o indivíduo tem o contato com um microrganismo pode ocorrer: (i) formação

de colônias temporária/ transitórias dentro do corpo do indivíduo, (ii) colônias permanentes dentro do corpo do indivíduo, ou (iii) desenvolver a doença. A flora transitória coloniza a pele ou as mucosas dos seres humanos em curtos períodos, sejam em horas ou dias e não interferem nas funções normais do corpo, não são patogênicos.

A flora residente consiste em tipos fixos de microrganismos encontrados em determinadas áreas do corpo e em certa idade, que quando perturbada, recompõe-se prontamente, como nas axilas do nosso corpo. Na parte superior do folículo piloso e nas glândulas sebáceas em um ponto profundo e de difícil eliminação. Entre os gêneros bacterianos, são encontrados no local: *Staphylococcus coagulase* negativa e o *Micrococcus*, responsáveis pelo odor axilar. Encontramos também microbiotas, sob forma cutânea em que há um pequeno número de microrganismos presentes. A microbiota transitória é composta por bactérias Gram-negativas que estão presentes no trato gastrointestinal e podem ser passadas das mãos para as axilas por falta de higiene (JANWETZ et al, 2012; MURRAY et al, 2014).

#### **1.1.5.1. Microbiota oral e das vias respiratórias**

As mucosas da boca e da faringe são estéreis antes do nascimento, mas podem ser contaminadas durante a passagem pelo canal do parto. No decorrer de 4 a 12 horas após o nascimento, os estreptococos *viridans* ficam como membros da flora residente e permanecem assim por toda a vida. Talvez tenham se originado das vias respiratórias da mãe. No início da vida surgem estafilococos aeróbicos e anaeróbicos, diplococos e lactobacilos ocasionais (JANWETZ et al, 2012).

As vias aéreas superiores, são as principais portas de entrada de microrganismos (MIYAKE et al, 2003), existem de 10 a 100 bactérias anaeróbias para cada bactéria aeróbia (MURRAY et al, 2014) que tem como receptor as fossas nasais e as principais bactérias predominante são as *Staphylococcus* e *Corynebacterium* (TRABULSI et al, 2008). As vias respiratórias são recobertas por mucosas se tornando uma importante barreira física contra agentes agressores do organismo e vários tipos imunológicos atingem o local como: agentes infecciosos, carcinógenos, e alérgicos e entre outros (MIYAKE et al, 2003). O aparelho respiratório desenvolveu ao longo do tempo, mecanismos específicos para conter a entrada de microrganismos.

De acordo com Janwetz et al (2012) a flora do nariz consiste em corinebactérias proeminentes, estafilococos (*S. epidermidis*, *S. aureus*) e estreptococos. As bactérias presentes na boca como *S.pneumonie*, *S. aureus*, membros da família Entebacteriaceae

como *Klebsiella* que causam doenças agudas nas vias superiores (MURRAY et al, 2014) segundo Mims et al (2004) as bactérias encontradas no nariz e na boca são anaeróbias como: *S.aureus*, *Streptococcus pneumonia*, entre outros.

Na faringe e na traqueia, apresentam flora semelhante ao do nascimento e poucas bactérias são encontradas nos brônquios normais (JANWETZ et al, 2012) entre os tipos que são encontrados temos: estreptococos  $\alpha$  e  $\beta$ -hemolíticos, como anaeróbios, estafilococos (*S.aureus*) (MIMS, 2004). Os bronquíolos e alvéolos são normalmente estéreis. Nas vias respiratórias superiores em particular a faringe os microrganismos presentes são estreptococos, estafilococos, pneumococos, *Haemophilus*. A tosse ajuda a proteger as vias aéreas de substâncias nocivas e também a drenar as secreções retidas (MIYAKE et al, 2003; JANWETZ et al, 2012).

#### **1.1.5.2. Trato Gastrointestinal**

No estômago é encontrado apenas organismos de transição, pois como o pH é ácido fornece uma barreira efetiva. Porém a mucosa gástrica pode ser colonizada por lactobacilos e estreptococos ácidos-tolerantes. A quantidade de microrganismos aumenta na área do íleo, onde são encontrados estreptococos, lactobacilos e o número aumenta no intestino grosso ( $10^{11}/g$ ) onde são encontradas. A grande maioria (95 a 99%) é anaeróbia, sendo encontrados também bacteroides no bolo fecal (MIMS et al, 2004).

#### **1.1.5.3. Uretra e Vagina**

A uretra é levemente colonizada em ambos os sexos, porém a vagina possui uma flora com grande quantidade de bactérias e fungos (MIMS et al, 2004), microrganismos do tipo: *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, por exemplo, podem ser encontrados nessa localidade (MIMS et al, 2004).

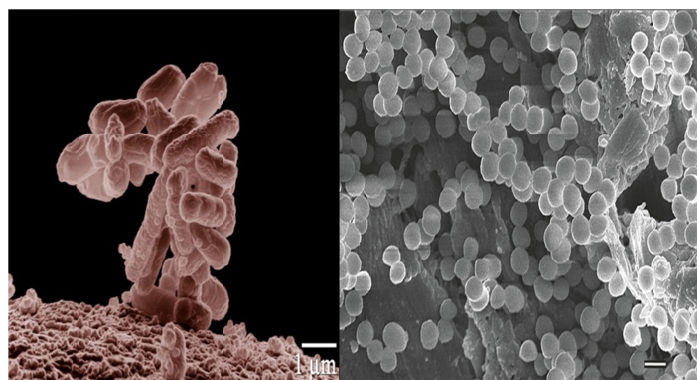
Na vagina tanto a flora bacteriana, quanto a fúngica, são modificadas pela idade, pois antes da puberdade os organismos que predominam são: estafilococos, *Escherichia coli*, e estreptococos. O *Lactobacillus aerophilus*, está presente e a sua fermentação de glicogênio é responsável pela manutenção do pH ácido, que ajuda a evitar o crescimento excessivo de outros organismos que estão presentes na vagina. Existem também alguns fungos como a cândida que causa infecção e se prolifera caso a quantidade de bactérias competidoras diminuam (MIMS et al, 2004).

#### 1.1.5.4. Vantagens de encontrar bactérias na flora normal

As bactérias que compõem a flora normal dos indivíduos impedem a ação de outros microrganismos dificultando a invasão de outras espécies: na pele, no trato gastrointestinal ocorrendo a liberação de bacteriocinas com produtos de metabolismo que colaboram para o não estabelecimento de outras espécies e na vagina que ajuda a manter o ambiente ácido e previnem o crescimento de outros microrganismos (MIMS et al, 2004).

#### 1.1.6. Biofilme Bacteriano

Como citado anteriormente, as bactérias apresentam uma grande diversidade, se adaptam em todos os habitats na biosfera, incluindo os seres humanos. Para sobreviverem às variações ambientais, as células desenvolvem mecanismos de fixação nas superfícies e formam comunidades, incluindo os biofilmes. Os biofilmes são estudados por várias áreas do conhecimento científico. Contudo, ainda, há muito que entender sobre os biofilmes bacterianos, desde como se formam, todo o mecanismo envolvido, sua fisiologia, dentre outros (RENNER e WEIBEL, 2011; TRETIN et al, 2013). Na parte histórica da microbiologia, os microrganismos foram descritos como células planctônicas suspensas livremente. Entretanto, Van Leeuwenhoek utilizando um microscópico simples observou microrganismos na superfície dentária, mostrando que os microrganismos são capazes de se agregar e se desenvolverem em superfícies expostas e, que, essas populações aderentes são encontradas em maior quantidade do que as populações planctônicas, provando assim a existência dos biofilmes (DONLAN, 2002; MAGALHÃES, 2011). A suposição é que os biofilmes foram às primeiras formas de vida e que grande quantidade de microrganismos esteja organizada em biofilmes (SALDANHA, 2013).



Biofilme *Escherichia coli*  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/E\\_coli\\_at\\_10000x.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/E_coli_at_10000x.jpg)

<http://archophyt.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=422017&resultclick=1>

Os biofilmes servem como estratégia para que os microrganismos consigam sobreviver em várias condições. Eles são formados por comunidades organizadas que se aderem à superfície abiótica ou biótica, formando assim relações simbióticas, permitindo viverem e sobreviverem em ambientes hostis, como dispositivos médicos, tubulações de sistema de água industrial ou potável e tecido vivo e a maioria é encontrada na água, sendo 15% bactérias e 85% em volume a substâncias poliméricas extracelulares (EPS), formando assim a matriz (DONLAN, 2002; IST, 2008; OLIVEIRA, et al, 2010; MAGALHÃES, 2011). De acordo com Jawetz et al (2012) uma ou várias espécies de bactérias podem estar envolvidas se unindo e formando um biofilme.

O biofilme bacteriano é um agregado de bactérias interativas ligadas a uma superfície plana ou sólida ou uma as outras, revestidas por uma matriz exopolissacarídica, constituído por uma rede gelatinosa que protege as células, contendo partículas de carboidratos, sais minerais, lipídeos, fosfolipídios, vitaminas entre outros que formam uma crosta que é a matriz exopolissacarídica das bactérias pode ser produzida nos mecanismos do hospedeiro e funciona como uma barreira. Sob essa matriz os microrganismos continuam a crescer, formando uma colônia ou ficam heterogêneos. Eles podem ser compostos por duas ou mais espécies e essa heterogeneidade é uma importante estratégia de sobrevivência, pois aumenta a chance de sobreviver a agressões externas, podendo os produtos do metabolismo de uma espécie auxiliar o crescimento de outras, bem como sua fixação ou adesão promovendo a ligação de outra. A vida em comunidade dentro de um biofilme oferece a eles ótimas vantagens em comparação a bactérias de vida livre. Como biofilme, essas bactérias possuem um ambiente propício e favorável à disponibilidade de nutrientes, cooperatividade metabólica, pH, proteção contra stress ambiental (radiação ultravioleta, mudança de temperatura, vento e umidade). Além de proteção contra microrganismos predadores, dificultando, assim, a sua erradicação (NUNES et al, 2007; BEHLAU e GILMORE, 2008; IST, 2008; KASNOWSKI et al, 2010; OLIVEIRA et al, 2010; JAWETZ et al, 2012).

Os biofilmes podem se formar dentro ou sobre os equipamentos médicos, sendo uma grande ameaça à saúde pública (ESPER, 2011). Além disso, eles podem ser encontrados em áreas de processamento de alimentos (OLIVEIRA et al, 2010).

Existem dois estados de vida das bactérias: Planctônicas (possuem vida livre) e de vida sésil. As de vida sésil são caracterizadas de acordo com a cronicidade, ou seja, ocorre em determinados tempos. A maioria dos biofilmes é encontrada desta forma e alguns estudos mostram que as bactérias não crescem individualmente, mas em comunidades bem estruturadas como é o caso dos biofilmes (TRETIN, 2013). As planctônicas como é o caso de algumas bactérias que vivem no interior de biofilme, mostram resistência aos antimicrobianos em contraste com a cepa bacteriana que cresce em meio de cultura, o que ajuda a explicar por que é tão difícil tratar infecções relacionadas a biofilmes (JAWETZ et al, 2012). As células em biofilmes são de 500 a 1000 vezes mais resistentes se comparadas às células planctônicas. E nos biofilmes são as únicas que conseguem viver juntas no mesmo local, sendo alguns tipos aeróbicos e anaeróbicos à distância de micrômetros um do outro (ESPER, 2011).

Bactérias Planctônicas	Bactérias em Biofilmes
Células suspensas e isoladas	Agregados de células; várias células em uma interface.
Ligeira matriz capsular	Rodeadas de matriz de EPS
Fisiologicamente homogêneas e ativas	Fisiologicamente heterogêneas
Células individuais reconhecidas e bem orientadas pela resposta imune do hospedeiro.	Células inclusas na matriz são inacessíveis para a resposta do hospedeiro e resistentes aos agentes antimicrobianos
Células ativas fisiologicamente suscetíveis a antibióticos.	10-1000 vezes mais resistentes a antibióticos.

Quadro 1: Diferenças entre bactérias planctônicas e biofilmes (adaptado de Behlau e Gilmore, 2008).

Um dos tipos de biofilmes em infecções humanas é composto pela *Pseudomonas aeruginosa* em pacientes com fibrose cística (JAWETZ et al, 2012), que se apresenta também em placas dentárias, por exemplo, (TRETIN et al, 2013), se acumulando na superfície dentária, provocando cáries e gengivite. Os biofilmes se formam a partir de macromoléculas da saliva nas superfícies do dente, que fornecem os receptores para os primeiros colonizadores bacterianos. As bactérias são atraídas por nutrientes orgânicos que se concentram em superfícies molhadas. Exemplos de bactérias encontradas na boca: *Porphyromonas gingivalis*, *Streptococcus salivarius* (NUNES et al, 2007).



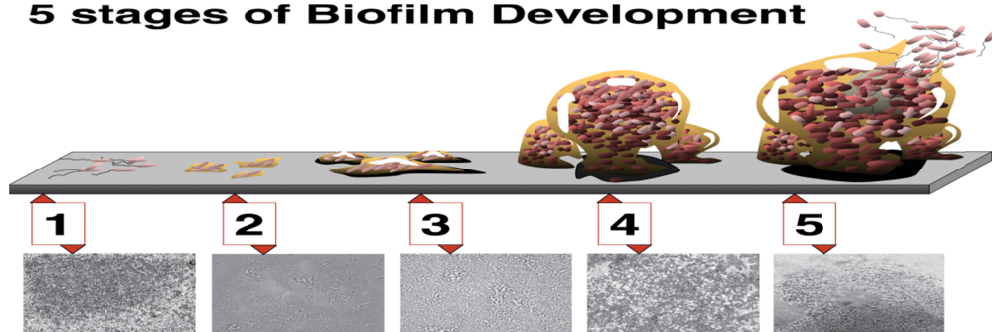
[http://profissaodentista.com/wp-content/uploads/2017/03/placa\\_bacteriana.jpg](http://profissaodentista.com/wp-content/uploads/2017/03/placa_bacteriana.jpg)

Entretanto, existem algumas vantagens sobre a existência dos biofilmes, já que eles ajudam na produção de vinagres e vinhos, por exemplo (TRETIN et al, 2013).

### 1.1.6.1. Formação dos Biofilmes

Os biofilmes são formados por uma sequência de acontecimentos desde a etapa de adesão e adaptação dos microrganismos ao suporte (CAPELLETTI, 2006). Ocorrem vários processos moleculares bem coordenados que são: adesão, fixação, desenvolvimento precoce da arquitetura do biofilme, maturação e dispersão.

#### 5 stages of Biofilm Development



[http://www.icb.usp.br/bmm/ext/index.php?option=com\\_content&view=article&id=158%3Abiofilmes&catid=12%3Ageral&lang=br](http://www.icb.usp.br/bmm/ext/index.php?option=com_content&view=article&id=158%3Abiofilmes&catid=12%3Ageral&lang=br)

#### 1ª Etapa- Adesão

Os microrganismos que são responsáveis pelo começo da adesão, são chamados de colonizadores primários. A adesão a uma superfície é considerada um evento aleatório em que as células se aderem, se multiplicam e se acumulam produzindo uma película de junção, podendo ocorrer o acúmulo de células (ARAUJO et al, 2013). Essa adesão é controlada por interações negativas e positivas entre a parede celular dos microrganismos e as macromoléculas do filme condicionador que se forma pelos resíduos do próprio ambiente. Existem alguns apêndices celulares externos que auxiliam no processo de adesão inicial como os flagelos e fímbrias, além de fornecerem



pontes entre as células e a superfície (CAPELLETTI, 2006). A adesão bacteriana pode ser em uma superfície abiótica ou biótica. A adesão da superfície biótica acompanha as interações moleculares mediadas por interações específicas com receptores que se ligam. Já a adesão de bactérias em locais de superfície abiótica ocorre através das interações físico-químicas não específicas. A atração inicial em superfícies abióticas por células bacterianas planctônicas ocorre de modo aleatório por movimento browniano (TRETIN et al, 2013) que são corpos em suspensão em um líquido que executa movimentos térmicos moleculares (SALINAS, 2005) e pela força gravitacional através dos flagelos.

### 2º Etapa: Fixação/ Adesão: Irreversível e Reversível

Adesão Irreversível: A adesão irreversível tem como mediador, na maioria das vezes polímeros extracelulares (CASALINI, 2008). A fixação ocorre na superfície e se torna irreversível quando acontecem modificações de uma fraca interação das bactérias com a superfície para uma ligação permanente com a presença de EPS. Apenas se torna fraca quando há quebra química por enzimas, detergentes, desinfetantes ou calor e assim ocorre a remoção dos biofilmes (IMMING, 2013).

Adesão Reversível: O estágio de adesão reversível é decorrente de interações físico-químicas não específicas de longo alcance entre a bactéria e o material que inclui forças hidrodinâmicas, interações eletrostáticas, força de van de Waals e interações hidrofóbicas (TRETIN et al, 2013). Ocorre uma interação célula-superfície e a colonização se inicia. O processo desse tipo de adesão depende de alguns fatores como o aparato celular do microrganismo e as características da superfície da bactéria e do substrato. Não são observadas alterações fenotípicas neste processo, assim como na transição dos genes, porém os genes para a produção de exopolissacarídeos entram em atividade após 15 minutos de contato entre a superfície e a células. Este tipo de adesão se torna reversível, pois é possível observar o retorno de células aderidas ao estado planctônico (CASALINI, 2008).

### 3º Etapa: Desenvolvimento precoce da arquitetura do biofilme

Nesta etapa ocorre a produção de EPS (essa rede tem a função de ser uma barreira física e não permitir agentes sanitizantes chegarem ao sítio de ação, protegem também contra radiações UV e alterações no pH), que ajuda a reforçar a ligação entre

as bactérias e o substrato, estabilizando assim a colônia a qualquer tensão ambiental, iniciando o desenvolvimento da arquitetura do biofilme (IMMING, 2013).

#### 4º Etapa: Maturação

A maturação garante maior segurança/ estabilidade ao biofilme que está sendo formado. Este processo ocorre de 3 a 6 dias após a adesão inicial, podendo chegar a 10 dias. Os biofilmes ficam de forma organizada e podem ter o formato plano ou em forma de cogumelo. Essa maturidade acontece por meio de um aumento populacional e também pela produção e deposição de EPS, aumentando assim a espessura do biofilme e dando estabilidade na colônia, impedindo que os microrganismos flutuem no ambiente. Os biofilmes maduros representam um aumento de EPS e tem como características algumas propriedades importantes como: uma arquitetura complexa com canais e poros, uma quantidade de bactérias um pouco mais distante do substrato. O desenvolvimento acontece na maioria das vezes com divisão binária de células ligadas (BEHLAU e GILMORE, 2008).

#### 5º Etapa: Dispersão

Nessa etapa as células voltam a sua forma planctônica (IMMING, 2013). Isso acontece entre 9 a 12 dias após o processo inicial (CASALINI, 2008). Essa dispersão é dividida em dois processos: (i) erosão, que tem como característica o desprendimento de uma única célula ou pequenas porções do biofilme (MAGALHÃES, 2011); (ii) descamação, que tem como característica uma perda rápida do biofilme (MAGALHÃES, 2011). Isso acontece pela necessidade de procurarem um ambiente que tenha mais nutrientes, por exemplo (IMMING, 2013). As células se apresentam móveis e parecem com as células planctônicas, podendo contaminar o alimento ou formar um novo biofilme (CASALINI, 2008).

### **1.1.6.2. Microrganismos de Biofilmes na Indústria de Alimentos**

Nas indústrias de alimentos é comum a formação de biofilmes, prejudicando a qualidade dos produtos e colocando em risco a segurança alimentar por conta das transmissões de doenças (ARAUJO et al, 2013). A sua remoção é difícil, aumentando assim o risco ao consumidor e prejuízo financeiro a indústria (KASNOWSKI et al, 2010). A contaminação ocorre principalmente no momento da pasteurização e

esterilização do produto. Há vários tipos de microrganismos encontrados no processo de adesão no ramo dos alimentos como: *Pseudomonas fragi*, *L. monocytogenes*, *Salmonella thyphimurium*, *Escherichia coli O157:H7*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*. O tipo *L. monocytogenes* é a bactéria mais comum na área alimentícia, pois possui grande facilidade para formar os biofilmes sobre várias superfícies como: PET, PVC, aço inox, vidro. Além disso, se desenvolve facilmente sob baixas temperaturas, no pH ácido e em meio salino, podendo ser encontradas nos produtos lácteos como leite pasteurizado, sorvetes, queijo, produtos cárneos crus ou termo processados de origem: bovina, suína, ovina, aves e peixes crus (KASNOWSKI et al, 2010). Algumas falhas no procedimento de higienização podem gerar resíduos que ficam aderidos nos equipamentos e em superfícies e contaminam na maioria dos casos.

Os microrganismos que se formam no local, se aderem e iniciam o crescimento celular, ocorrendo à multiplicação, originando colônias e darão origem ao biofilme (MACÊDO, 2008). Na tentativa diminuir ou até eliminar os microrganismos com o alimento os processadores de alimentos utilizam métodos físicos como: lavagem manual ou com jatos de alta pressão, métodos químicos como hipocloritos e compostos de amônia quaternária. Essas técnicas retiram, e ainda, inativam os microrganismos que podem estar presentes na parte superior dos equipamentos, podendo até entrar em contato com alimentos crus ou processados (KASNOWSKI et al, 2010).

Em tubulações de água pode ocorrer a presença de várias bactérias do tipo cocos e bastões em cadeias (MACÊDO, 2008). A bactéria do tipo *Pseudomas aeruginosa* é o tipo que mais coloniza rede de águas. Geralmente, em sistema de circulação de água 99% das bactérias estão protegidas em biofilmes, aderidas a superfícies internas, configurando um grande problema a indústria alimentícia. A água potável mesmo com baixas concentrações de matéria orgânica já apresenta condições suficientes para permitir o crescimento e a reprodução das bactérias (KASNOWSKI et al, 2010). Apesar de muito cuidado essas bactérias, ainda, poderão entrar em contatos na superfície dos equipamentos, por isso é bom escolher materiais resistentes a limpeza mecânica e a agentes químicos (ARAUJO et al, 2013).



<http://www.farmaceuticas.com.br/ecaw>

Existem alguns métodos usados para avaliar a presença de biofilmes, entre eles temos: microscopia de contraste, e de epifluorescência. A microscopia de contraste é recomendada para acompanhar o biofilme em tempo real em uma superfície transparente. Já a microscopia de epifluorescência (EPF) serve para verificar a quantidade de células aderidas na superfície. Para esse tipo de visualização são utilizadas substâncias fluorescentes como o alaranjado de acridina para a coloração direta das células, ou anticorpos fluorescentes que se ligam as células (MACÊDO, 2008).

Apesar de o assunto ser complexo, ele faz parte do cotidiano da população tanto em nível pessoal, pois está presente no corpo de todos os indivíduos, como coletivo porque pode estar presente na água, nos alimentos, dentre outros ambientes bióticos ou abióticos. Além disso, se configura como um excelente tema para discutir conteúdos que integram o currículo mínimo do 2º ano de ensino médio. Por conseguinte, construir uma SD sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana, voltado para esse público, nos parece um bom caminho. Como a SD é uma modalidade didática recente, estamos propondo uma revisão integrativa sobre o assunto para adquirir conhecimentos para a elaboração dessa proposta didática.

## **2. HIPÓTESE**

A construção de uma Sequência Didática contextualizada sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana pode configurar como um bom método para ministrar conteúdos relevantes do currículo mínimo para estudantes de 2º ano do ensino médio, da educação básica.

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Elaborar uma proposta de sequência didática contextualizada sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana baseado numa revisão integrativa acerca da utilização de sequências didáticas no ensino de biologia, na educação básica, contribuindo no processo ensino/aprendizagem de biologia e saúde.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar uma revisão integrativa sobre sequência didática na educação básica, no período de 2000 a 2016, pesquisando a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana.
- Elaborar uma proposta de sequência didática sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana com base nas experiências de outros autores que utilizaram essa modalidade didática, buscando a construção de conhecimentos pelo alunado de forma contextualizada.

### **3. METODOLOGIA**

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa realizou-se uma revisão integrativa da literatura sobre SD aplicadas como recurso didático/pedagógico na disciplina da educação básica. A revisão integrativa é um método de revisão de literatura que busca a elaboração de uma síntese sistemática e ordenada do conhecimento produzido sobre um determinado tema ou questão, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado. Essa síntese, elaborada a partir da análise da literatura, procura evidenciar a aplicabilidade e a teorização do tema de pesquisa. Nesse sentido abre espaço para discussões e reflexões em relação ao fenômeno analisado viabilizando estudos futuros (MENDES et al, 2008; SOUZA et al, 2010).

Segundo Mendes et al (2008), o processo de elaboração de revisão integrativa inicia-se pela delimitação de um tema, a determinação de parâmetros de busca na literatura, caracterização dos artigos encontrados no processo de revisão, avaliação crítica dos estudos selecionados, análise e interpretação dos resultados e elaboração da revisão.

#### **3.1 ETAPAS DA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA**

Nesta pesquisa foi realizada uma revisão integrativa sobre SD, nos idiomas: português, inglês e espanhol, indexadas nas bases de dados 1. Google, 2. Google Acadêmico, 3. Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), 4. SciELO, utilizando os seguintes descritores: Sequência Didática, Ensino Médio, Educação, Biologia, Ciências e Saúde, nos anos de 2000 a 2016.

No primeiro momento a busca não se limitou a área de biologia e ou ciências, para um maior aprofundamento de informações sobre o tema. Identificou-se as bases de dados provenientes, os tipos de publicações que utilizavam SD, as áreas do conhecimento que aderiram a essa modalidade didática.

Num segundo momento a pesquisa utilizou como critérios para a análise final: (i) publicações sobre SD da área de Ciências Biológicas, (ii) desenvolvidas com o público da Educação Básica (ensino fundamental e médio). Como critério de exclusão optou-se por não utilizar para a análise final, textos incompletos e artigos que não estivessem disponíveis na íntegra on-line. As publicações selecionadas foram

analisadas, segundo a sua construção, a avaliação da SD pelos autores das mesmas, e os resultados obtidos, após a sua aplicação.

### **3.2. PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Após a análise dos artigos referentes à utilização de sequências didáticas em biologia foi construída uma SD sobre “Biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana”, visando à construção de novos conhecimentos sobre o assunto, voltado para estudantes do segundo ano do ensino médio, tendo como base os conteúdos propostos pelo currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro para esse nível escolar. Dessa forma, a sequência didática abordará as características gerais das bactérias, as microbiotas do corpo humano, biofilmes bacterianos encontrados no trato respiratório, assim como biofilmes e sua resistência bacteriana. O tempo necessário para o desenvolvimento da proposta é de 3:00 h que compreende 4 encontros de 60 minutos cada, ou seja, um encontro por semana durante um mês.

### **4. RESULTADOS / DISCUSSÃO**

Nessa pesquisa foram selecionadas 64 publicações no período de janeiro de 2000 a novembro de 2016, que se referiam a SD. As publicações foram analisadas de acordo com a base de dados onde foram localizados, área de conhecimento, ano, título, tema abordado e formato de publicação.

Os resultados demonstram que o número de publicações SD oscilou bastante entre os anos de 2000 a 2012, apresentado um crescimento vertiginoso no ano de 2013. Além disso, torna a oscilar entre 2014 e 2016. Nenhuma publicação sobre o referido tema ocorreu nos anos de 2004 e 2006 e no período de 2005 a 2008 há pelo menos uma publicação no período, como pode ser visualizada no (Gráfico 1). Esse resultado pode ser devido ao pouco conhecimento sobre o assunto na área acadêmica, por ser uma temática relativamente nova, introduzida no meio acadêmico no final da década de oitenta do século XX. Ou, ainda, porque a maioria dos estudiosos da área de saúde deve considerar que esse tipo de modalidade didática seja pouco atrativo.

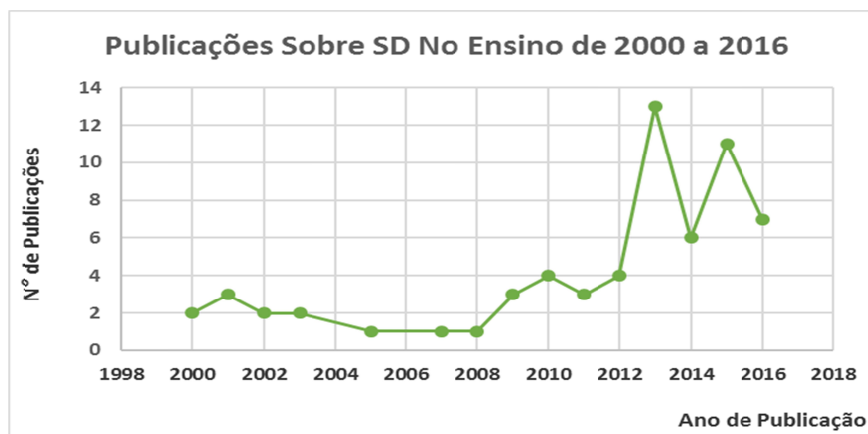


Gráfico 1: Número de publicações por ano selecionada nas bases de dados (Google, Google Acadêmico, SciELO e BVS), nos anos de 2000 a 2016.

A busca nas bases de dados selecionou 64 publicações relacionadas com SD. O maior número de publicações foi evidenciado no Google Acadêmico e o menor na BVS, como representado no Gráfico 2.

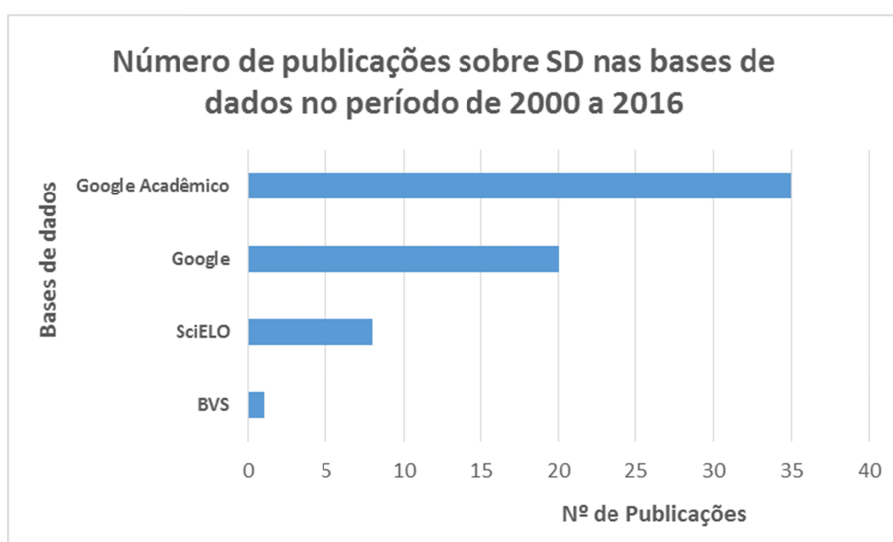


Gráfico 2. Número de publicações sobre SD no ensino identificadas nas bases de dados entre 2000 a 2016.

O auto índice de publicações identificadas no Google Acadêmico, se justifica porque apesar de ser uma base de pesquisa desenvolvida recentemente em 2004, o seu acesso vem aumentando gradativamente no meio acadêmico. Visto que essa fonte de dados permite o acesso da literatura científica de forma abrangente como artigos revisados por especialistas, teses, livros, resumos e artigos de editoras acadêmicas, organizações profissionais, bibliotecas de pré-publicações, universidades e outras entidades acadêmicas. Além disso, auxilia na identificação de pesquisas mais



pertinentes do mundo acadêmico, e favorece a busca de diversas fontes que não são tradicionalmente recuperáveis em outras bases de dados no contexto acadêmico (MARTINS, 2011). Segundo Kousha e Thelwall (2007) o Google Acadêmico indexa conteúdos que estão fora de bases como Scopus e Web of Science, contribuindo, assim, para a avaliação do impacto da produção científica, especificamente fora do âmbito das ciências duras. Quanto ao SciELO (Scientific Electronic Library Online: <http://www.scielo.org>) é uma base de dados criada em 1997 para promoção de publicação eletrônica cooperativa e gratuita de revistas científicas de países em desenvolvimento. Apresenta uma grande coletânea de periódicos indexados de acesso aberto, sendo a maior provedora de periódicos de acesso aberto neste ramo. Seus periódicos têm um bom padrão de qualidade, sendo conceituados no meio científico (PACKER et al, 2014).

A baixa detecção de literatura referente à SD na BVS era esperada, dado que a referida base de dados está voltada para publicações da área de saúde e o conceito de SD é proveniente da área de ensino. Ademais, a SD é um assunto novo, o que justifica uma baixa adesão no campo da educação em saúde.

As 64 produções científicas sobre SD identificadas nas bases de dados citadas, anteriormente, eram de diferentes modalidades, como resumos expandidos, trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações de mestrado, tese de doutorado e artigos publicados em anais de congressos da área. A maior parte das publicações se concentra em artigos publicados em periódicos e em Anais de congresso. Ademais, os congressos para os quais foram submetidos os artigos analisados são em sua maioria classificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) como “Qualis” A na área de Ensino. O número considerável de dissertações é compatível com o aumento da produção de dissertações e teses que vem ocorrendo desde o final da primeira década deste século (OLIVEIRA et al, 2012). Adicionalmente, três artigos não foram redigidos na língua portuguesa, sendo um em inglês e dois em espanhol. O quantitativo dessa produção pode ser verificado no Gráfico 3, abaixo.

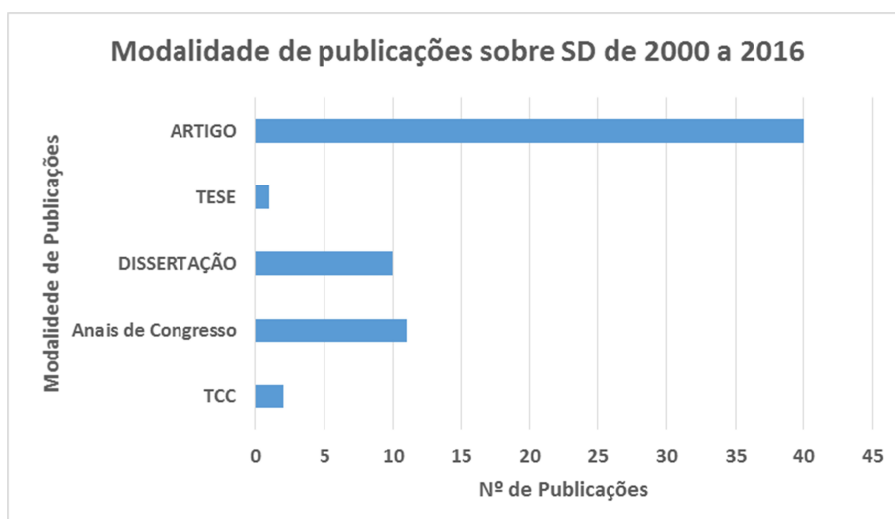


Gráfico 3: Modalidades de publicações sobre SD identificadas nas bases de dados: Google, Google Acadêmico, Scielo e BVS, nos anos de 2000 a 2016.

As áreas de conhecimento que mais exploraram essa modalidade didática nesse período foram: a biologia (23), a matemática (12), a física (10) e a química (8). Entretanto, foi verificado que diversas áreas do conhecimento também têm utilizado essa modalidade didática nas últimas décadas, como consta no Gráfico 4, apresentado a seguir.

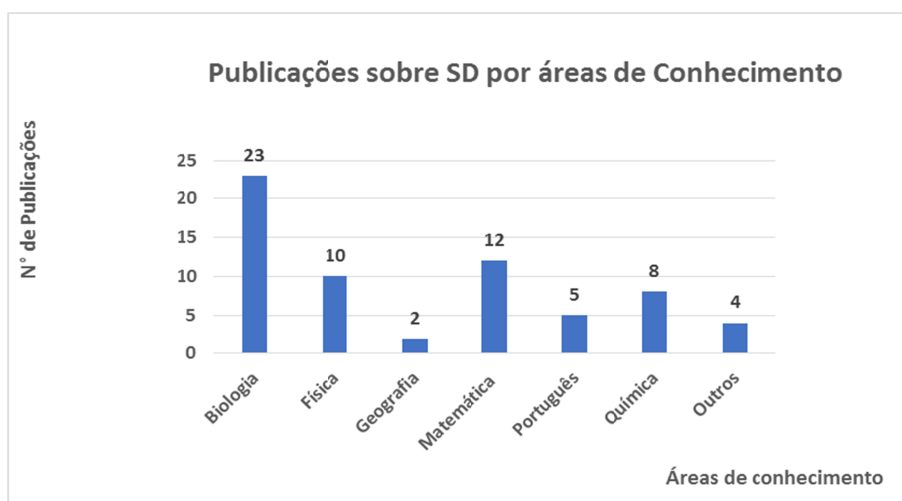


Gráfico 4: Número de publicações sobre SD no ensino de diferentes áreas de conhecimento, identificadas nas bases de dados: Google, Google Acadêmico, Scielo e BVS, nos anos de 2000 a 2016.

A demanda da biologia, da matemática, da física e da química por essa modalidade didática em detrimento da área da linguagem é interessante, pois a SD teve origem no ensino de gêneros da linguagem escrita, como descrito anteriormente.

Adicionalmente, as áreas de demandas estão concentradas no campo das ciências e da matemática. Esse campo vem crescendo na linha de pesquisa qualitativa e quantitativa após a criação da área 46 da CAPES/MEC – Ensino de Ciências e Matemática. A busca por assuntos novos que possam auxiliar na melhoria do processo ensino/aprendizagem pode ser uma das alternativas dessa demanda.

As vinte e três publicações da área de biologia eram sobre diferentes temáticas. Algumas temáticas se destacam em relação ao total das publicações, como meio ambiente (6), evolução (5), genética (4) e botânica (2), mas 23% das publicações apresentam um perfil bem diversificado, como podemos visualizar no gráfico 5. Os temas que se destacam estão diretamente relacionados com problemas sociais, políticos, filosóficos, econômicos e éticos. Essas temáticas possibilitam discussões mais contextualizadas, permitindo relacionar saberes populares e acadêmicos. Dessa forma, o alunado adquire uma compreensão maior da importância de ciência, do contexto político, do seu papel na sociedade, e do seu protagonismo nas tomadas de decisões.

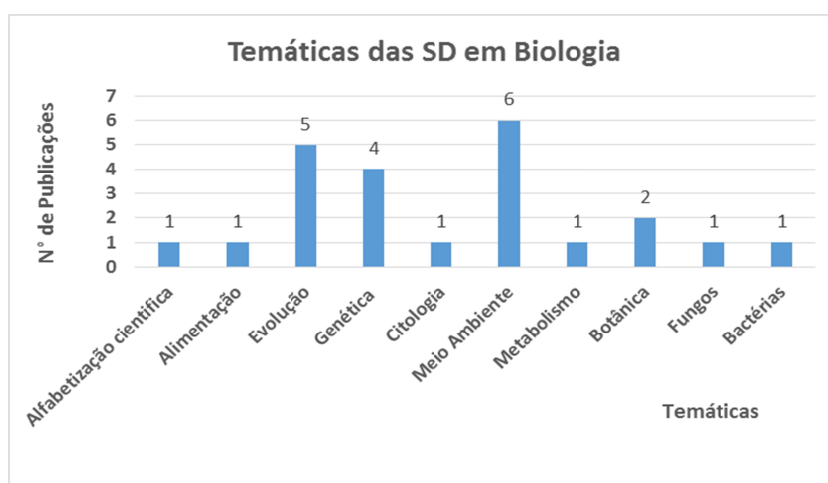


Gráfico 5: Temáticas das SD em biologia identificadas na revisão integrativa, nos anos de 2000 a 2016.

As 23 publicações cujos temas estavam relacionados com SD no ensino de biologia foram encontradas no Google ou Google Acadêmico. Os títulos, temas e modalidades de publicações estão discriminadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Publicações sobre SD relacionadas com o ensino de biologia identificadas na revisão integrativa, nos anos de 2000 a 2016.

#	Base de dados	Ano	Título	Tema	Modalidade de Publicação
1	Google Acadêmico	2001	Alfabetização científica e argumentação escrita: proposições reflexivas	Alfabetização Científica	Anais de congresso
2	Google Acadêmico	2009	Proposta de uma estratégia didática para o ensino de evolução biológica no ensino médio	Evolução	Anais de congresso
3	Google Acadêmico	2009	Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio histórica	Evolução	Anais de congresso
4	Google Acadêmico	2010	Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética	Genética	Periódico
5	Google Acadêmico	2010	Análise dos temas clonagem, transgênicos e células-tronco em livros didáticos de biologia do ensino médio e proposição de uma sequência didática complementar	Genética	Periódico
6	Google	2010	Análise de uma sequência didática de citologia baseada no movimento CTS	Citologia	Anais de congresso
7	Google Acadêmico	2010	Desenvolvimento sustentável no ensino de biologia: Uma sequência didática de estratégias pedagógicas	Meio Ambiente	Periódico
8	Google Acadêmico	2011	Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin	Evolução	Periódico
9	Google Acadêmico	2011	Utilização do lúdico no ensino de educação ambiental: Proposta de uma sequência didática	Meio Ambiente	Periódico
10	Google Acadêmico	2012	Revolução Genômica: Uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental dentro de uma perspectiva CTSA	Genética	Periódico
11	Google Acadêmico	2012	Sequência Didática para o ensino de classificação e evolução biológica	Evolução	Anais de congresso
12	Google Acadêmico	2013	Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético	Metabolismo	Periódico
13	Google Acadêmico	2013	A botânica no Ensino Médio: Análise de uma proposta didática vinculada ao enfoque de CTS	Botânica	Dissertação
14	Google	2013	Sequência Didática para ensinar biologia: Compreendendo os Fungos	Fungos	Periódico
15	Google Acadêmico	2013	Meio Ambiente em Ciências: Relato de uma sequência didática	Meio Ambiente	Periódico
16	Google	2014	Proposta de sequência didática para a gestão das águas no ensino de biologia	Meio Ambiente	Periódico
17	Google	2014	Guia Prático- as TIC como instrumentos mediadores na educação ambiental	Meio Ambiente	Dissertação
18	Google	2014	Sequência Didática Inclusiva: Percepção Tátil e Sistema Braille mediando conteúdos na construção de Heredogramas	Genética	Periódico
19	Google Acadêmico	2014	Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia: Desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal	Botânica	Dissertação
20	Google	2015	O ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no ensino médio: Análise de uma sequência didática inspirada na epistemologia de Humberto Maturana	Evolução	Anais de congresso
21	Google Acadêmico	2015	Processo colaborativo de construção e aplicação de uma sequência didática com abordagem social e biológica sobre as bactérias	Bactérias	Anais de congresso
22	Google Acadêmico	2015	Nossa alimentação: Análise de uma sequência didática estruturada segundo referenciais do movimento CTS	Alimentação	Periódico
23	Google Acadêmico	2016	Sequência didática interativa trabalhada como proposta CTS com a temática aquecimento global para a Educação básica	Meio Ambiente	Periódico

As vinte e três publicações eram compostas de SD de dez temáticas. Meio Ambiente (6), Evolução (5), Genética (4), Botânica (2), Alfabetização Científica (1), Metabolismo (1), Citologia (1), Alimentos (1), Fungos (1), Bactérias (1). Como pode ser constatado os temas relacionados com meio ambiente, evolução e genética foram os mais explorados por essa modalidade. Geralmente esses temas são polêmicos e já foi relatado na literatura a dificuldade dos estudantes em relação à interpretação de

fenômenos biológicos, principalmente no âmbito da evolução. Dentre essas dificuldades estão (i) a incompreensão da teoria darwinista da evolução, (ii) a concepção de natureza é rejeitada devido aos seus aspectos metafísicos; (iii) e as visões de mundo desses estudantes sobre a natureza da ciência (SINATRA et al, 2003; DAGHER e BOUJAOUDE, 2005). Ademais, o ensino na educação básica é pautado no livro didático que, normalmente, apresenta o conteúdo de forma fragmentada, tanto em evolução, ecologia e genética, em capítulos específicos (DIEGUES, 2012). A SD favorece o estudo destes e de outros temas porque ela está baseada no estudo ativo, que utiliza tarefas para auxiliar no desenvolvimento de atividades mentais dos estudantes como conversação, observação, discussão, trabalho em equipe, dentre outras (LIBÂNEO, 1994).

Dessas vinte e três publicações de SD com temas relacionados à biologia, cinco eram apenas propostas de SD, não foram testadas com o público da educação básica. Portanto, essas publicações foram excluídas da análise final. Na tabela 2 estão representados os objetivos das 18 publicações analisadas e seus respectivos autores.

**Tabela 2:** Resumo das dezoito publicações sobre SD, com temas da área de Biologia analisadas na revisão integrativa, nos anos de 2000 a 2016.

AUTORES	RESUMO DAS PUBLICAÇÕES
LIRA E TEIXEIRA, 2001	A SD desenvolvida visava desencadear uma discussão sobre a morfologia e a metamorfose da borboleta, além de abordar a temática extinção de espécies a partir dos animais que vivem na Mata Atlântica. A atividade constou da leitura e discussão oral de uma história em quadrinhos. Os estudantes também deveriam assumir o papel de agente do IBAMA e desenvolver uma carta convencendo os insetos da floresta, personagens da história lida, de que eles não deviam matar a lagarta. A produção escrita foi analisada quanto ao seu teor argumentativo e o funcionamento cognitivo característico do processo de alfabetização científica.
SILVA, LAVAGNINI, OLIVEIRA, 2009	A SD tinha como objetivo promover a apreensão por parte dos estudantes de conceitos referentes à evolução a partir das perspectivas ausubeliana e vygostkyana. As atividades propostas foram aulas expositivas-dialógicas, trabalho em equipe e oficina, e atividades lúdicas.
SEPÚLVEDA et al, 2009	Os autores buscaram introduzir o tema “Evolução” (seleção natural) através de debates de textos, jogo, aulas expositivas e dialógicas, que foram avaliadas sob uma perspectiva sócio histórica da aprendizagem, fundamentada nas ideias de Vygotsky e Bakhtin.
FALA et al, 2010	A SD foi construída com o objetivo de apresentar a 1ª Lei de Mendel por meio de aulas práticas e discussão de textos. O desempenho dos alunos foi avaliado através de um questionário aplicado antes e após as atividades.
LIMA E TEIXEIRA, 2010	Os autores propõem uma SD de citologia fundamentada nas perspectivas do movimento Ciência, Trabalho e Sociedade (CTS). Nessa proposta foram destacados temas como: câncer, clonagem, células-tronco. A SD foi organizada com leitura de textos provenientes de livros e revistas de divulgação científica com posterior exposição e discussão dos assuntos. Além disso, foram aplicadas aulas expositivas e interativas com o uso de PowerPoint, discorrendo sobre citologia, e aulas práticas com o uso de microscópio. Os encontros possibilitaram o desenvolvimento de reflexões, análise de problemáticas de natureza contraditória, definindo posicionamentos em relação aos aspectos sociocientíficos, articulando, assim, o conteúdo com o cotidiano.
SILVA E FRENEDOZO, 2010	O tema do trabalho foi o desenvolvimento sustentável, e as estratégias pedagógicas aplicadas foram: pesquisa dirigida, debate em sala de aula sobre o tema da pesquisa, trabalho de campo, oficina de reutilização e seminário. Os estudantes avaliaram o processo por meio de questionários e foram avaliados por meio de observação quanto a participação e desempenho durante os trabalhos.
LEONOR et al, 2012	A SD foi organizada tendo como problematização reportagens de jornais e a exibição de um filme. A organização do conhecimento ocorreu através de aula expositiva dialogada, aula prática, pesquisas na internet, entrevistas a oncologistas e geneticistas. No final das atividades os alunos tiveram que produzir relatórios e textos.
ALENCAR et al, 2012	O objetivo dos autores é a elaboração de uma SD eficaz para a abordagem da temática: evolução e classificação dos seres vivos. As atividades foram pesquisa/leitura, aulas expositivas e dialogadas sobre o conteúdo, e atividade prática em grupo (construção de cladograma). A apreensão do conteúdo pelos estudantes foi positiva, sendo avaliada pela comparação entre as respostas antes e após as atividades. A análise do conteúdo foi realizada segundo o método de Bardin.
SARMENTO et al, 2013	O tema metabolismo energético foi trabalhado a partir de aulas expositivas, leitura em grupo de textos de divulgação científica, discussão coletiva, dissolução dos grupos originais e formação de novos grupos, finalizando com a elaboração de textos. A pesquisa apresentou pré e pós testes para avaliar a apreensão de conteúdos pelos estudantes.
BITENCOURT, 2013	A SD constou de aulas de botânica envolvendo temas sociocientíficos, cujos conteúdos foram abordados numa perspectiva relacional, de maneira a contemplar os elementos da tríade CTS. As atividades desenvolvidas foram: aula expositiva dialogada e aula prática, exibição de vídeos e slides, leitura de textos, discussões, confecção de cartazes, apresentações orais, pesquisa na internet, questionários, entre outras. As avaliações ocorreram por meio dos depoimentos apresentados pelos estudantes.
FERNANDES et al, 2013	A SD foi organizada com atividades práticas de experimentação sobre “reprodução de fungos”, observação e registro de atividades por meio de relatório de aula prática, aula expositiva-participativa com exemplares de fungos (orelha de pau, líquens e limão em decomposição). Após as atividades os estudantes foram avaliados por meio de questionário com questões fechadas e abertas.
STOLF E DALLABONA, 2013	O artigo apresenta uma SD com a intenção de aprofundar o conhecimento sobre alguns conceitos, como: meio ambiente, solo, água, ar, plantas, animais e ecossistema, entre outros. As atividades desenvolvidas na SD foram de observação do ambiente, leitura, registros escritos e na forma de desenhos (história em quadrinhos), saídas de campo (mini trilha), experiências, pesquisas no laboratório de informática, horta, debates em sala de aula. O processo avaliativo levou em consideração os saberes relatados no início e no final das atividades.

GONÇALVES, 2014	Guia Prático com várias SD sobre meio ambiente com atividades como projeção e produção de vídeos, criação de jornais, tabulação de dados, pesquisa na internet, dentre outros.
SILVA E VESTENA, 2014	Foi desenvolvida uma SD inclusiva que valoriza a percepção tátil e o sistema Braille mediando conteúdos na construção de heredogramas. A SD foi organizada para oito aulas, onde foram desenvolvidas as seguintes atividades: identificação de objetos através do tato; comunicação e construção do alfabeto por meio de sistema Braille; leitura e discussão de um poema; apresentação dos símbolos utilizados na construção dos heredogramas, com os nomes de cada símbolo escrito através do sistema Braille; construção de heredogramas. Segundo os autores, a SD possibilitou o acesso simultâneo dos estudantes aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. A grande maioria dos estudantes conseguiu analisar os heredogramas geração a geração, evocando novos e diferentes conhecimentos. Além de permitir acesso e valorização dos videntes ao sistema Braille e percepção tátil.
PAIVA, 2014	A SD foi construída a partir de estudos de campo em Ilha de Maré com os moradores e os estudantes sobre questões relacionadas às plantas locais. O seu conteúdo versou sobre aula expositiva, discussões em grupo, por meio de promoção de diálogos interculturais, apresentação de slides com fotografias e falas locais, um vídeo curto sobre especificidade da reprodução da bananeira por semente, uso de Material Impresso Contextual, trabalhos em equipe que envolveram habilidades criativas, além de atividades dissertativas e com desenhos. A autora considerou que o desenvolvimento da sequência didática apontou aspectos relevantes, como: o desenvolvimento de habilidades críticas argumentativas; ampliaram conhecimentos da ciência escolar.
MIANUTTI E CASADO, 2015	Os autores desenvolveram uma SD para o ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no ensino médio, inspirada nas ideias epistemológicas de Humberto Maturana. A SD ocorreu em 3 encontros. No primeiro encontro houve o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes e o contato dos estudantes com o livro “A Origem das Espécies” (capítulos 1 e 2). No segundo encontro foi exibido um documentário, seguido de debate. No terceiro encontro foi projetado um filme sobre Charles Darwin e os estudantes foram avaliados quanto a apreensão das informações adquiridas nesse período.
FIGUEIREDO, et al, 2015	A SD apresentava uma abordagem social e biológica sobre bactérias. A SD foi organizada dentro de quatro encontros semanais e utilizou os seguintes recursos: júri simulado, degustação de alguns produtos derivados do leite, uso de artigos antibacterianos, leitura de textos, exibição de vídeo, e um jogo de perguntas e respostas. Os autores realizaram pré e pós testes para avaliarem o processo.
SANTANA et al, 2015	A SD foi organizada segundo os referenciais do Movimento CTS. A SD constou de atividades como dinâmica de grupo, projeção de vídeo e discussão, Exposição dialogada (projeção de slides) e discussão coletiva, leitura de textos por grupo, seguida de discussão coletiva, trabalho em grupo com fichas e montagem de mapa conceitual, simulação de júri: pesquisa e consumo de alimentos transgênicos, análise de embalagens de produtos alimentícios. No final do processo os estudantes foram avaliados por meio de dinâmicas e alguns foram entrevistados, a fim de avaliarem as atividades, segundo o olhar do participante.

As 18 publicações foram agrupadas por região para facilitar a leitura dos dados. As publicações contemplam as regiões do nordeste, centro-oeste, sudeste e sul. Sendo que o maior número de publicações foi identificado na região nordeste, num total de 9 publicações, no período de 2001 a 2015. As temáticas foram variadas, sendo: (1) publicação sobre alfabetização científica, (2) evolução, (1) citologia, (1) metabolismo energético, (2) botânica, (1) bactérias e (1) sobre alimentação. Os sujeitos da pesquisa na maioria das publicações foram estudantes do ensino médio da Educação Básica e as séries mais contempladas foram 2º e 3º anos. O estado do Nordeste onde as SD foram mais exploradas como modalidade didática foi na Bahia (BA), com 7 publicações, enquanto em Pernambuco (PE) e Paraíba (PB) tiveram, apenas, 1 publicação, cada. Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 3 a seguir.

**Tabela 3:** Publicações sobre SD relacionadas a Biologia, da Região Nordeste do Brasil identificadas nas bases de dados Google e Google Acadêmico, nos anos de 2001 a 2016.

<b>Autores</b>	<b>Temática</b>	<b>SUJEITOS DA PESQUISA</b>	<b>REGIÃO</b>	<b>RESULTADOS</b>
LIRA e TEIXEIRA, 2001	Alfabetização científica e argumentação escrita	16 estudantes do 2º ano do EF- Privado	Recife/PE	A argumentação escrita, por meio de uma reorganização e melhor sistematização das ideias, contribui substancialmente no processo de alfabetização científica.
SEPÚLVEDA et al, 2009	Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio histórica	Estudantes da 3º ano do EM - Público	Feira de Santana/BA	Os resultados sugerem algumas diretrizes para o ensino de evolução por seleção natural, pois foram detectadas falhas no emprego do conceito de seleção natural.
LIMA e TEIXEIRA, 2011	Análise de uma sequência didática de citologia baseada no movimento CTS	24 estudantes do 3º ano do EM- Público	Jequié/BA.	Os resultados sugerem algumas diretrizes para o ensino de evolução por seleção natural, pois foram detectadas falhas no emprego do conceito de seleção natural.
SARMENTO et al, 2011	Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético	370 estudantes do 1º ano do EM – Militar	Salvador/BA	A intervenção mostrou efeitos positivos quanto ao design, a motivação dos estudantes e à aprendizagem de conteúdos sobre transformações de energia, fermentação e biotecnologia. Contudo, algumas concepções alternativas resistiram a mudanças, como as relativas à fotossíntese e respiração celular, fornecendo indicações para o aprimoramento dos princípios de design e de sua implementação em sala.
ALENCAR et al, 2012	Sequência Didática para o ensino de classificação e evolução biológica	Estudantes do 3º ano do EM -Público	Campina Grande/PB	O resultado da atividade prática foi satisfatório, complementou as aulas teóricas, proporcionou aos alunos e professores uma melhor interação, incentivou o trabalho em grupo e mudou e ampliou as concepções que estes tinham sobre Classificação e Evolução.
BITENCOURT, 2013	A botânica no Ensino Médio: Análise de uma proposta didática vinculada ao enfoque de CTS	41 estudantes do 2º ano do EM – Militar	Jequié/BA	Melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Botânica, auxiliando também na formação cidadã dos alunos, proporcionando além de uma formação conceitual, uma formação integral destes estudantes.
PAIVA, 2014	Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia: Desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal	Estudantes do 2ºano do EM - Público	Salvador/BA	Possibilitou o desenvolvimento de habilidades crítico-argumentativas e favoreceu a compreensão de conceitos, ampliação do conhecimento da ciência escolar alcançada, embora não plenamente; a abordagem multicultural crítica não foi capaz de favorecer o olhar em todos os alunos sobre as possibilidades de risco ao se usar remédios e também os chás, alguns termos científicos foram relatados como de difícil compreensão, evidenciando os desafios ao cruzamento de fronteiras.
FIGUEIREDO, et al, 2015	Processo colaborativo de construção e aplicação de uma sequência didática com abordagem social e biológica sobre as bactérias	Estudantes do 7ºano do EF- Público	Itapetinga/B A	Os estudantes apresentaram uma visão mais ampla sobre as bactérias, destacando sua presença em diferentes contextos e a importância de sua descoberta pela ciência.
	Nossa alimentação: Análise de uma	15 estudantes do 3º ano		A SD proporcionou a construção de conhecimentos científicos e a participação dos



SANTANA et al, 2015	sequência didática estruturada segundo referenciais do movimento CTS	do EM- público	Jequié/BA.	estudantes em diversas discussões, além de gerar maior interesse pelas temáticas estudadas num ambiente de sala de aula que potencializou a interação entre os alunos.
---------------------	--	----------------	------------	--

A maioria das publicações da região nordeste apresentava um referencial teórico. O referencial teórico norteia o estudo do objeto, se constituindo como instrumentos lógico-categoriais que conduzem o trabalho investigativo e o raciocínio (SEVERINO, 2013). Entretanto, uma das publicações não explicita esse referencial. As demais publicações tinham um referencial teórico pertinente aos objetos de estudo. Uma publicação utilizou uma abordagem baseada na fenomenologia. Nesse tipo de pesquisa se considera a complexidade dos seres humanos, sua dimensão biossociocultural, que envolve a mente, o corpo, e o grupo cultural dos sujeitos, atentando para as construções socioculturais dinâmicas. Enfim, reconhece que a produção do conhecimento é um processo humano complexo e contextual (PAIVA, 2014).

Uma das publicações se baseou na perspectiva sócio - histórica da aprendizagem, fundamentada nas ideias de Vygotsky e Bakhtin. As ideias de Bakhtin serviram de base também para a publicação sobre alfabetização científica e argumentação (LIRA e TEIXEIRA, 2001; SEPÚLVEDA et al, 2009).

Três publicações apresentaram como referencial teórico CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que procura articular ciência/tecnologia com a sociedade, discutindo situações que envolvem aspectos, biológicos, culturais, econômicos, éticos, na perspectiva de formar cidadãos aptos a opinarem e produzirem mudanças na sociedade em que vivem. Esses princípios têm se ampliado em toda sociedade brasileira, principalmente na área educacional. Os Parâmetros Curriculares Nacional do ensino Médio, da educação básica enfatiza a importância do ensino trabalhar essa vertente em todas as dimensões da sociedade, oportunizando aos estudantes uma concepção ampla do contexto científico e tecnológico da sociedade em que vivem. Os estudantes precisam compreender que os avanços da ciência, assim como da tecnologia têm uma influência direta na economia (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007) na política e na organização social e que não há neutralidade nesse processo. A ciência deve ser vista como criação do homem e que está relacionada com o seu processo evolutivo, sendo produto da ação reflexiva de alguns. Entretanto, não é exclusiva de uma determinada classe social (ZUIN et al, 2008).

Duas publicações se basearam no Design Research, que se caracteriza como uma metodologia de estudo sistemático de planejamento, implementação, avaliação, com intervenções educacionais para soluções de problemas complexos na prática escolar (PLOMP; NIEVEEN, 2009).

Três dessas publicações estavam baseadas também no processo de construção colaborativa.

O processo colaborativo diminuir as distâncias construídas historicamente, garantindo contribuições de outros setores capazes de auxiliar no processo educativo, assim como em transformações sociais (PASSOS, 2007).

A maioria dos sujeitos que participaram dos diferentes estudos foi de estudantes do ensino médio da educação básica. Apenas duas publicações da região nordeste foram direcionadas para ensino fundamental. A nosso ver, o interesse pelo ensino médio se deve a idade dos indivíduos, pois a maioria dos temas identificados, no campo da biologia, tem um caráter polêmico, político e social. Esses temas são ideais para estudos ativos, dado que possibilitam discussões, incentivam a participação, o trabalho em equipe, principalmente quando o tema é pertinente ao contexto dos participantes. De fato, a participação ativa dos estudantes foi declarada em todos os resultados dessas publicações.

Ademais, esse tipo de metodologia (SD) permite o diagnóstico de pontos falhos, sejam conceituais ou de concepções alternativas no processo ensino-aprendizagem das temáticas. Para as questões conceituais, diretrizes podem ser traçadas para corrigi-las. Contudo as concepções alternativas são de caráter pessoal, com uma estrutura e coerência interna, frágil, mas resistente a mudanças e que persiste além da aprendizagem. Essas concepções podem advir das experiências cotidianas, da visão de mundo dos estudantes ou, ainda, serem formadas pelo entendimento que os estudantes fazem de conceitos anteriormente estudados (MORTIMER, 1996; TABER, 2001). Essas concepções dificilmente modificam com saber instituído, muito das vezes os indivíduos convivem com elas por toda vida, utilizando-as quando necessário, dependendo do contexto.

Os autores que utilizaram o referencial teórico de CTS, de perspectiva sócio histórica e de fenomenologia apontam que as SD permitiram uma formação integral e cidadã, pois fomentou habilidades crítico-argumentativas. Todavia, o estudo baseado na fenomenologia – abordagem multicultural crítica- frisa a dificuldade dos estudantes a respeito de riscos ao se usar remédios e chás, aleatoriamente. Essa dificuldade pode estar associada às concepções alternativas adquiridas anteriormente, no contexto social do educando. A barreira da linguagem científica percebida nesse estudo já foi diagnosticado há anos no ensino de ciências e se apresenta como um problema complexo no processo ensino-aprendizagem, pois está

intimamente ligada à elaboração de conceitos pelos estudantes e muitas das vezes têm se constituído num entrave para a construção ou (re)construção do conhecimento no meio escolar (MICHINEL & BURNHAM, 2007).

A palavra, a imagem, o gesto e a ideologia, são fenômenos criados pelo homem e seus sentidos dependem da organização social dos indivíduos, formando uma unidade social. Nesse sentido, Bakhtin (2003) reconhece que a linguagem é própria de um determinado grupo e isso pode ser evidenciado na nossa estratificação social, bem como, no interior de grupos especializados, como arquitetos, advogados, físicos, biólogos, engenheiros, dentre outros. Como as palavras são polissêmicas, elas podem ter sentidos diferenciados a depender do contexto. Cabe ressaltar, que cada comunidade, seja ela, científica, religiosa, tecnológica ou artística apresenta padrões temáticos específicos, dificultando assim a comunicação entre elas. O campo da biologia apresenta um vocabulário, com muitas palavras originárias do latim, já descritas como barreiras para a apreensão do conhecimento na área biológica.

Adicionalmente, o conhecimento é uma linguagem, para apreender os conteúdos de Biologia, Matemática, Física, Literatura, assim como de outras áreas de conhecimentos, se faz necessário conhecer a sua linguagem (TRAJANO, 2008).

As atividades propostas nas SD das publicações da Região Nordeste foram bem variadas e visavam alcançar os objetivos propostos. Alguns autores exploraram o lúdico e as artes utilizando histórias em quadrinhos, contos através de histórias, representações teatrais. Outros se basearam no método científico, com experimentação. As atividades propostas estavam bem delineadas nas publicações, podendo ser facilmente reproduzidas por outros docentes dentro dos temas propostos.

Na tabela 4 estão representadas as três publicações de SD produzidas na região Centro-Oeste. Duas delas foram produzidas no Estado de Goiás e uma no Estado Mato Grosso do Sul. Os temas explorados nas SD foram: fungos, educação ambiental e as teorias de evolução de Charles Darwin. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do ensino médio da Educação Básica e as séries contempladas foram 2º e 3º anos. Acreditamos que os motivos podem ser os mesmos da Região Nordeste, relatados anteriormente. O guia prático de sequência didática sobre a água se trata de um produto de dissertação de Mestrado. O guia explora as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como instrumentos mediadores na educação ambiental. Várias SD foram criadas e testadas, com estudantes de ensino médio, durante o mestrado. Todas as atividades propostas se basearam no tema água- sua utilização e reutilização pelos indivíduos. As atividades das SD possibilitou aos estudantes também uma inclusão ao

mundo digital, como pode ser verificado: (i) projeção de vídeos educativos, de imagens utilizando o software Open Office Impress; (ii) elaboração e apresentação de dados Open Office Impress; (iii) elaboração de e-mail; (iv) criação e resolução de fichas formativas digitais utilizando o processador de texto: LibreOffice Writer do software Open Office Writer; (v) pesquisa na Internet; (vi) utilização do General Image Manipulation Program (GIMP) para trabalhar imagens; (vii) tabulação de dados utilizando o software Open Office Calc; (viii) produção de questionários; (ix) construção de gráficos utilizando o software Open Office Calc para apresentação de dados; (x) criação de um vídeo - documentário utilizando o OpenShot; (xi) criação e de um jornal/folhetim utilizando Open Office Writer. O guia está disponibilizado na internet e pode ser utilizado por outros docentes, para explorarem o mesmo tema ou de forma interdisciplinar.

**Tabela 4:** Publicações sobre SD relacionadas a Biologia, da Região Centro-Oeste do Brasil identificadas nas bases de dados Google e Google Acadêmico, nos anos de 2001 a 2016.

<b>Autores</b>	<b>Temática</b>	<b>SUJEITOS DA PESQUISA</b>	<b>REGIÃO</b>	<b>RESULTADOS</b>
FERNANDES et al, 2013	Sequência Didática para ensinar biologia: Compreendendo os Fungos.	36 estudantes - 2º ano do EM - Público	Catalão /GO	Comparado à aula teórica, a atividade prática desenvolvida com as turmas, evidenciou maior participação e interesse dos mesmos.
GONÇALVES, 2014	Guia Prático- as TIC como instrumentos mediadores na educação ambiental.	30 estudantes - 3º ano do EM- Público	Jataí/GO	Guia prático de sequência didática sobre a água
MIANUTTI e CASADO, 2015	O ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no ensino médio: Análise de uma sequência didática inspirada na epistemologia de Humberto Maturana.	Estudantes do 3ºano – EM- Público	Dourados/ MS	As atividades desenvolvidas, em decorrência do envolvimento dos estudantes e das dificuldades para uso dos recursos selecionados, não foram suficientes para saturar de concretude os conceitos básicos de biologia evolutiva que são oriundos, sobretudo, do pensamento darwiniano.

Diferente de Alencar et al (2012), Mianutti e Casado (2015) que trabalha com teorias evolutivas de Charles Darwin encontrou dificuldades na realização das atividades por da falta de estrutura escolar. Entretanto, o trabalho realizado com base no referencial e epistemologia de Humberto Maturana auxiliou a refletir sobre as variáveis que interferem na prática educativa e devem ser consideradas na organização de qualquer atividade inovadora. A análise das respostas dos estudantes evidenciou a força do pensamento teleológico e do pensamento intuitivo, poucos se aproximavam do modelo Darwiniano. Literalmente, o termo teleologia significa: razão de algo em função de seus fins. As teorias de Darwin vão contra esse

princípio, pois as variações de características hereditárias e a seleção natural são condicionantes para a adaptação dos organismos ao ambiente. Entretanto, o pensamento teleológico é filosófico e controverso na biologia contemporânea (FERREIRA, 2003).

As cinco publicações da Região Sudeste estão representadas na tabela 5, abaixo. A maior parte das publicações foi desenvolvida no estado de São Paulo (3). Uma das publicações foi do Estado de Minas Gerais e a outra do Estado do Espírito Santo. O tema mais recorrente foi sobre genética com três publicações. Os outros foram sobre meio ambiente e evolução. Apenas uma das publicações teve como sujeitos da pesquisa estudantes do ensino fundamental. Apenas duas das publicações explicitam o seu referencial teórico. Silva et al (2009), desenvolve suas atividades nas perspectivas ausubeliana e vygostkyana. Leonor et al (2012), baseiam as SD no referencial do CTS. Silva et al (2009), assim como os demais que trabalharam com o tema evolução encontraram dificuldades na construção do conceito de evolução biológica pelos estudantes.

**Tabela 5:** Publicações sobre SD relacionadas a Biologia, da Região Sudeste do Brasil identificadas nas bases de dados Google e Google Acadêmico, nos anos de 2001 a 2016.

<b>Autores</b>	<b>Temática</b>	<b>SUJEITOS DA PESQUISA</b>	<b>REGIÃO</b>	<b>RESULTADOS</b>
SILVA, LAVAGNINI, OLIVEIRA, 2009	Proposta de uma estratégia didática para o ensino de evolução biológica no Ensino Médio.	32 estudantes da 3ª série do EM - Público	Jaboticabal/SP	Os resultados pontaram a integração dos estudantes e os entraves e fragilidades do ensino de Evolução Biológica evidenciando que a construção deste conceito deve permear todo o ensino de Ciências e Biologia.
FALA et al, 2010	Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética.	10 estudantes de 2º do EM - Público	São Carlos/SP	Os resultados indicam que a atividade prática auxiliou na promoção da integração dos alunos e na evolução do entendimento sobre os conteúdos estudados.
SILVA e FRENEDOZO, 2010	Desenvolvimento sustentável no ensino de biologia: Uma sequência didática de estratégias pedagógicas.	Estudantes do 3º ano do EM - Público	Pirapora/MG	Os resultados obtidos evidenciam a necessidade de voltarmos à atenção para algumas providências a serem tomadas como fazer a seleção de atividades mediadoras.
LEONOR et al, 2012	Revolução Genômica: Uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental dentro de uma perspectiva CTSA.	33 estudantes do 8º ano do EF - Público	Vitória/ ES	A SD "Revolução Genômica" foi bem aceita pelos alunos e se mostrou eficiente em promover a motivação e a busca pelo conhecimento, tornando o processo de ensino aprendizagem agradável e promovendo alfabetização científica.
SILVA e VESTENA, 2014	Sequência Didática Inclusiva: Percepção Tátil e Sistema Braille mediando conteúdos na construção de Heredogramas.	40 estudantes do 3º ano -EM - Público	São Paulo/ SP	A grande maioria dos estudantes conseguiu analisar os heredogramas geração a geração, evocando novos e diferentes conhecimentos.

Três publicações abordaram o tema genética em diferentes perspectivas e declararam êxito em suas atividades. Fala et al (2010), realizaram atividades práticas laboratoriais sobre cruzamento monohíbrido com a mosca *Drosophila melanogaster*, assim como leitura de textos exercícios de

probabilidade, debate sobre a importância da ética no uso das aplicações da genética e fases do ciclo de vida do inseto. Leonor et al (2012), utilizaram como referencial o CTS, que como já foi descrito anteriormente e quando bem contextualizado favorece a motivação e a apreensão dos conteúdos abordados. Silva e Vestana (2014), diferentes dos demais apresentaram uma proposta de SD inclusiva. A proposta foi desenvolvida com uma turma de estudantes do ensino médio que possuía uma estudante com deficiência visual. As atividades desenvolvidas possibilitaram aos estudantes videntes perceberem as dificuldades enfrentadas pelos portadores de deficiência visual, facilitando o processo de inclusão, assim como permitiu a transmissão dos conteúdos sobre e informações sobre o assunto de maneira prazerosa.

Como pode ser visualizado na tabela 6, apenas uma publicação (STOLF e DALLABONA, 2012) foi identificada na Região Sul do Brasil, proveniente do Estado de Santa Catarina. Essa publicação foi desenvolvida com estudantes do ensino fundamental. As atividades foram muito variadas abarcando: observação do ambiente que o cerca, leitura, escrita, desenhos, saídas de campo, experiências no laboratório de ciências e a campo, pesquisas no laboratório de informática, debates em sala de aula. O referencial teórico utilizado estava baseado no letramento científico e em Vygotsky a partir de conceitos como mediação, mediação simbólica, processos de internalização e zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Os autores se mostraram satisfeitos com o trabalho realizado.

**Tabela 6:** Publicação sobre SD relacionadas a Biologia, da Região Sul do Brasil identificadas nas bases de dados Google e Google Acadêmico, nos anos de 2001 a 2016.

<b>Autores</b>	<b>Temática</b>	<b>SUJEITOS DA PESQUISA</b>	<b>REGIÃO</b>	<b>RESULTADOS</b>
STOLF e DALLABONA, 2012	Meio Ambiente em Ciências: Relato de uma sequência didática.	23 estudantes - 6º ano do EF-Público	Timbó / SC	Os alunos transcenderam o conhecimento espontâneo para o conhecimento científico. Foi notável a participação, a curiosidade e o espírito investigativo e colaborativo nas aulas, à medida que o processo de ensino-aprendizagem ia se desenvolvendo.

Numa visão geral, todos os autores declararam que as aulas foram dinâmicas, bem participativas, os estudantes estavam motivados e interessados nas temáticas trabalhadas durante as intervenções. Eles demonstram curiosidade, espírito investigativo e colaborativo. Ademais, houve interação entre os estudantes, bem como entre discentes e docentes.

Todas as SD apresentaram atividades pertinentes ao estudo ativo, como conversação, observação, discussão, trabalho em equipe, aulas práticas, contação de histórias, desenhos, encenações teatrais, leitura de textos complementares ao assunto em questão, dentre outras. Além disso, a maioria das publicações apresentava em sua SD no mínimo uma atividade lúdica, voltada para as artes e ou cultura, exceto as SD que eram baseadas no método investigativo. A nosso ver, os resultados positivos obtidos pelos autores devem advir, uma boa parte, desse modelo de estudo ativo e com associação do lúdico. Essa combinação deve ter atuado como um estímulo, motivando e promovendo a interação. O lúdico vem ganhando cada vez mais espaço no processo educativo, assim como as artes, tanto no ensino formal como no ensino não- formal (RUHENA, 2013; AQUINO et al, 2015). A atividade lúdica tem sido considerada como um facilitador da aprendizagem, por meio dela os estudantes pode apreender informações e construir conceitos de forma prazerosa. Além disso, esse tipo de proposta possibilita que os estudantes atuem como sujeitos ativos na construção de conhecimentos.

Um ponto forte também das SD como modalidade didática é a possibilidade contextualização da realidade dos educandos. A contextualização facilita a consolidação dos conhecimentos, pois está relacionada com os significados das experiências do alunado na família, no meio social e no trabalho (LIBÂNEO, 1994).

No processo ensino- aprendizagem é muito importante às relações afetivas e sociais, pois delas advém à motivação. Elas geram atitudes positivas e podem estimular a curiosidade como ocorreu nas experiências das publicações analisadas. A valorização dessas relações, assim como a incorporação das artes no ensino se constituem em exigências da educação para o futuro proposta pela UNESCO (DELORS, 2010).

Assim como o lúdico o papel as artes na educação vêm ficando mais evidente, nessas últimas décadas. Ela tem contribuído no processo ensino aprendizagem no fornecimento de subsídios para a reflexão sobre comportamentos éticos, se constituindo também como um exercício de liberdade, ampliando o poder criador do observador, que aprecia a obra com suas próprias referencias. Além disso, pode facilitar abordagem de temas tabus (NASCIMENTO, 2012; VILLAÇA, 2014; BOOG, 2013).

Na revisão integrativa sobre SD foi visto que a maioria das publicações estudadas se encontrava no Google e no Google Acadêmico. A modalidade de SD se configurou como um bom recurso didático para ser utilizado com temas abrangentes, complexos e que envolvam discussões de tomada de decisão e cidadania, como ambiente, evolução e genética. Inclusive, autores que trabalharam com o referencial de CTS relatam que há um interesse muito grande quando se trata de temas que fazem parte do cotidiano desses indivíduos.

A maioria das publicações estava apoiada em um referencial teórico, sendo que alguns apresentam esse referencial de forma difusa. A área de conhecimento que mais utilizou esse tipo de modalidade é a de ciências e matemática. Todas as publicações estavam voltadas para educação básica, ou seja, ensino fundamental e médio. As SD foram desenvolvidas tanto em instituições públicas como privadas. O nordeste vem a frente de outras regiões nessa área de publicações, com trabalhos bem delineados metodologicamente.

Os resultados alcançados pelos autores nas diferentes SD demonstram que elas podem tornar as aulas mais dinâmicas e motivadoras, uma vez que aumenta a participação e o interesse dos estudantes. Além disso, os resultados de todas as publicações ressaltam mais os pontos positivos do que os negativos. Dentre os pontos negativos destacados estão: erro no cálculo do tempo para desenvolver determinada atividade, escolas com recursos inapropriados, concepções alternativas que os estudantes apresentavam sobre determinado assunto e sua persistência após as atividades das SD. Acreditamos que a revisão integrativa sobre SD se configurou como um bom método de estudo para a construção da sequência didática sobre biofilmes e sua interferência na saúde humana.

Baseado nessa análise na revisão integrativa foi elaborado uma SD contextualizada sobre a formação de biofilme bacteriano e sua interferência na saúde humana, que apresenta como referencial teórico Ciência, Arte, Cultura, para o ensino de biologia, no ensino médio da educação básica, contribuindo no processo ensino-aprendizagem de biologia e saúde.



## **5. PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

### **5.1. INTRODUÇÃO**

As bactérias são consideradas como os seres mais antigos e numerosos do planeta Terra, são procariontes representantes do Reino Monera. Elas podem ser encontradas em todas as partes do planeta, em ambientes bióticos e abióticos. A grande maioria das bactérias não causa enfermidades, porém existe um pequeno grupo que gera doenças como hanseníase, pneumonia, cólera, tuberculose, entre outras. Contudo, algumas bactérias compõem a flora normal dos indivíduos e são importantes porque acarretam inúmeras vantagens, entre elas, produzem ácidos graxos, dificultando a invasão de outras espécies. Algumas estão presentes na produção de produtos derivados de leite.

As bactérias podem formar biofilmes que são um agregado de bactérias interativas ligadas a uma superfície plana ou sólida, ou uma as outras, revestidas por uma matriz exopolissacarídica, constituído por uma rede gelatinosa que protege as células, contendo partículas de carboidratos, sais minerais, lipídeos, fosfolipídios, vitaminas. Esses biofilmes podem afetar diretamente a saúde da população.

Nesse sentido, a construção de uma sequência didática tendo “Biofilme e saúde humana” como tema integrador, pode abarcar vários conteúdos pertinentes a grade curricular do 2º ano do ensino médio, bem como, conteúdos lecionados em séries anteriores.

### **5.2. REFERENCIAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A SD está baseada no referencial teórico de Ciência, Arte e Cultura. A relação entre Ciência e Arte e seu potencial para o avanço do conhecimento, bem como para o entendimento das motivações, atitudes e emoções humanas, tem sido ao mesmo tempo um desafio e o foco de debate na atualidade (ROOT-BERNSTEIN; ROOT-BERNSTEIN, 2001). A religação desses saberes vai ao encontro da proposta dos quatro pilares para a educação do futuro, segundo a UNESCO (DELORS, 2010). De acordo com Brandão (1985): “Para saber, para fazer, para ser ou para conviver, todos os dias misturamos a vida com a educação”. Segundo a antropologia, a diferença cultural entre populações não é consequência de determinismos biológicos e geográficos, nem tão pouco pode ser definida pelo temperamento ou inteligência, é, na verdade, resultado da

história de cada grupo (LARAIA, 2001). Nesse sentido, conhecer o contexto histórico, político e social, assim como as idiossincrasias da população, é mister para qualquer processo ensino-aprendizagem, porque é impossível dissociar processos educativos do meio cultural dos sujeitos envolvidos.

O referencial teórico desta proposta é inspirado na obra de Robert e Michèle Root-Bernstein, intitulada “Centelhas de Gênios”. O livro trabalha o pensamento criativo antes da lógica ou da linguística se estabelecerem. Segundo os autores: “Aprender a pensar criativamente numa área abre a porta para compreender o pensamento criativo em todas as outras”. Esse pensamento é compartilhado também nos quatro pilares da UNESCO (DELORS, 2010) que ressalta a importância das Artes no processo educativo.

Nessa proposta de ensino, as aulas ocorrem em formato de oficinas, que são uma modalidade didática onde os conhecimentos prévios dos sujeitos são valorizados, que permitem a construção de novos conhecimentos, num processo ativo e reflexivo, com uma base teórica clara. Adicionalmente, nesse espaço podem ser vivenciadas situações significativas, atuando o sentir, o pensar e o agir em detrimento do ensino tradicional, focado no processo cognitivo (PAVIANI e FONTANA, 2009). A metodologia empregada possibilita a execução de tarefas em equipe, estimulando a construção compartilhada de saberes.

### **5.3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

A SD proposta está direcionada para estudantes do 2º ano do ensino médio. A SD compreende um total de quatro aulas sobre biofilmes bacterianos e sua interferência na saúde humana.

As atividades serão baseadas em quatro oficinas com os seguintes temas: I- Características gerais das bactérias/ II- Microbiota do corpo humano/ III- Biofilmes bacterianos/ IV- Biofilmes que afetam a nossa saúde e a indústria alimentícia. A sequência didática será composta de 4 oficinas, com 3 horas cada oficina sendo realizado uma vez por semana.

## 5.4. DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### 1ª OFICINA: BACTERARTE

**OBJETIVOS DA OFICINA:** (i) Conceituar células eucarióticas e procarióticas; (ii) identificar as diferenças morfológicas de célula vegetal e animal; (iii) identificar cloroplasto e sua função na célula vegetal.

1º etapa: Haverá uma dinâmica com a turma em que será distribuído um “cronômetro de areia” em que enquanto a areia escorre o estudante se identificará dizendo: o nome, a idade, pretensões em termos de continuidade dos estudos e expectativas em relação às oficinas.

2º etapa: O docente que ministrará a oficina apresentará a proposta e o conteúdo das oficinas, explicando qual é o objetivo a ser alcançado nessas oficinas.

3º etapa: Será distribuído um questionário com perguntas sobre microbiologia de conhecimento geral.

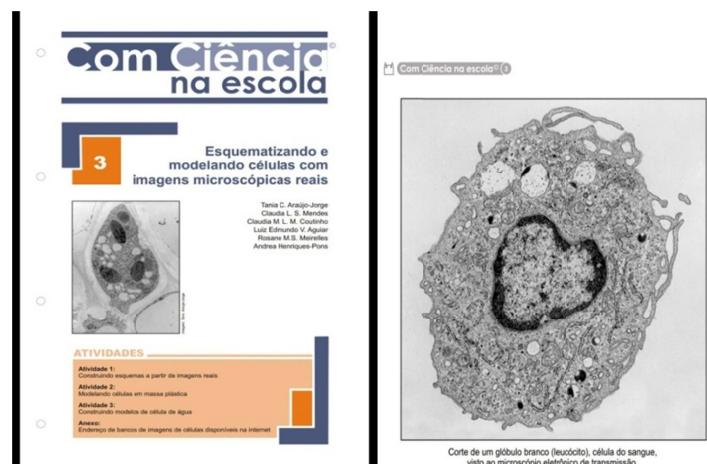
4º etapa: O docente apresentará o microscópio aos estudantes, explicando a função dele na área científica. Em seguida, os estudantes desenvolverão atividades do fascículo de Com Ciência na Escola nº 2 ([http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_02.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_02.pdf)), intitulado: Experimentando com o Microscópio. Eles visualizarão células vegetais da planta aquática Elodea; o efeito da luz sobre o movimento de cloroplastos e montarão um quebra-cabeça de célula vegetal.



[http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_02.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_02.pdf)

5º etapa: os estudantes desenvolverão atividades do fascículo Com Ciência na Escola nº 3 ([http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_03.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_03.pdf)), intitulado: Esquematizando e

modelando células com imagens microscópicas reais. As atividades serão: construir esquemas a partir de imagens reais; modelar células em massa plástica;



[http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia\\_03.pdf](http://www.fiocruz.br/ioc/media/comciencia_03.pdf)

6º etapa: Os estudantes serão divididos em grupos e cada grupo irá elaborar células eucarióticas (vegetal ou animal) ou procarióticas com os seguintes materiais: papel, lápis de cor, giz de cera, tintas de diversas cores, argila, isopor, cola de isopor, massa de modelar, palito de dente, nomeando em seguida cada estrutura.

Essas atividades permitem a discussão e a avaliação dos conhecimentos prévios, facilita a compreensão e apreensão dos conteúdos, nos casos de maior dificuldade de aprendizagem de alguns estudantes.

## 2ª OFICINA: CORPARTE

**OBJETIVO:** (i) conceituar microbiotas; (ii) identificar os locais onde as microbiotas podem se estabelecer no corpo humano; (iii) diferenciar bactérias, vírus e protozoários e fungos.

1º etapa: Os estudantes assistirão a uma sessão de fotos de microscopia óptica, de varredura e de transmissão de diversos microrganismos, bem como de diferentes organelas. Durante a sessão de fotos eles serão desafiados a escrever numa folha o que eles imaginam que sejam as imagens que visualizaram. Após a sessão, as respostas serão confrontadas e discutidas uma a uma.

2º etapa: Os estudantes desenharam um corpo humano fictício no papelão e em separado irão desenhar todos os órgãos e tentarão identificar sua localização no “corpo de papelão”. Nessa atividade os estudantes só terão o auxílio uns dos outros e dos conhecimentos prévios sobre o corpo humano, adquiridos anteriormente nas aulas de

Biologia para colar as peças nos lugares corretos, como se fosse um jogo da memória. No momento em que o corpo humano estiver ‘pronto’ será colado papel vermelho nos locais em que as bactérias mais colonizam no corpo, como forma de sinalização. Essa etapa será realizada mediante questionamentos acerca dos conhecimentos dos estudantes sobre o assunto. Antes do término da oficina serão coletadas amostras de saliva dos estudantes, passando um cotonete entre os dentes, e esse material será semeado em duas placas de Petri com o meio de cultura e identificadas com o nome de cada estudante. Na última oficina eles observarão os resultados.

### **3ª OFICINA: BIOARTE**

**OBJETIVO:** (i) caracterizar as etapas de um biofilme bacteriano; (ii) Conceituar biofilme bacteriano.

1ª etapa: Nesta etapa ocorrerá a observação de um vídeo de animação no site: <https://www.youtube.com/watch?v=ojitENvLCsc>; que relata o que é o biofilme e como eles se formam e onde são encontrados.

2ª etapa: A partir desse conhecimento os estudantes serão desafiados a confeccionar as etapas do biofilme bacteriano a partir de alguns materiais que serão disponibilizados como: papel, lápis de cor, giz de cera, tintas de diversas cores, argila, isopor, cola de isopor, massa de modelar. Todo processo de construção será acompanhado pelo docente.

### **4ª OFICINA: FILMARTE**

**OBJETIVO:** (i) compreender a importância de alguns biofilmes para a saúde humana; (ii) compreender a importância dos biofilmes para a indústria; (iii) compreender o papel do biofilme na natureza.

1ª etapa: Na quarta oficina e última os estudantes assistirão animações sobre o biofilme na saúde e na indústria, encontrados em diferentes sites, que mostram como os biofilmes atuam sobre diversos locais e os seus prejuízos para os seres humanos.

-<https://www.youtube.com/watch?v=Ge2BaUJ0SHY>;

-<https://clinicaodontologicapioxii.blogspot.com.br/2011/12/video-educativo-sobre-o-biofilme.html>;

-<https://www.youtube.com/watch?v=K1kO6FOzavk>.

2ª etapa: Em seguida os estudantes farão observações do material encontrado nas placas de Petri, que foram extraídos em oficina anterior. Os resultados serão discutidos baseados no conhecimento adquirido até o presente momento.

3ª etapa: A oficina será encerrada com a aplicação do questionário para a verificação da apreensão dos conhecimentos adquiridos nesta sequência didática. Serão adicionadas algumas questões relativas aos biofilmes, como os biofilmes interferem na nossa vida, e também perguntas sobre as oficinas, verificando se conseguimos atingir aos objetivos propostos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A modalidade de SD tem se apresentado como um facilitador no processo ensino/aprendizagem, em especial, no ensino de Ciências. Nessa modalidade o tema é trabalhado com diversos recursos didáticos para discutir um tema, como o uso de multimídia (filmes, PowerPoint, uso da *internet*), não se configurando como um método ‘fechado’, como ocorre no ensino baseado em livro didático ou no quadro e giz. Nessa proposta o tema integrador é dividido em várias etapas, com objetivos específicos para cada uma, possibilitando que vários conteúdos possam ser estudados ao mesmo tempo.

Adicionalmente, essa modalidade permite o desenvolvimento de várias atividades para se trabalhar com um tema, utilizando diferentes recursos pedagógicos como o uso de multimídia (filmes, Power Point, internet).

Além disso, estimula o trabalho em equipe, o senso crítico, o debate e amplia o conhecimento, facilitando a construção de novos conhecimentos, se caracterizando como um estudo ativo, no entanto algumas dificuldades podem surgir ao se trabalhar com essa modalidade didática como o espaço físico (a escola), a falta de recursos didáticos necessários para o desenvolvimento das atividades propostas, limitando, assim sua diversificação. No entanto assim como os autores das publicações estudadas nessa revisão acreditamos que o processo ensino-aprendizagem pode ser enriquecido com o trabalho baseado em SD, se tornando mais objetivo.

Almejamos alcançar êxito nessa proposta de sequência didática, baseada no referencial de Ciência, Arte e Cultura, motivando a criatividade, aumentando o conhecimento e despertando o interesse dos estudantes para o tema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOULOU, S. A.; COUTINHO, C. Q. S. C. “Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19 / ANPEd”. **REVEMAT – Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Vol. 3, p. 62-77, UFSC, 2008.

ALENCAR, E.J. **Sequência didática para o ensino de classificação e evolução biológica**. V Encontro de iniciação a docência da UEPB, 2012.

AQUINO, F.F; et al. Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma HQ Sobre Conteúdo de História dos Modelos Atômicos para o Ensino de Química. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, Vol. 7, nº 1, p. 53-58, 2015.

ARAÚJO, L.V. et al;. Biossurfactantes: propriedades anticorrosivas, antibiofilmes e antimicrobianas. **Quím. Nova**, São Paulo, Vol. 36, nº 6, p. 848-858, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422013000600019&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000600019&lng=en&nrm=iso), acesso: 02/06/16.

BARBOSA, Á.C. **Biofilmes e Resistência Antibiótica nas Infecções do Trato Respiratório Superior**. 2015. 176f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)- Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde, Porto, 2015.

BEHLAU, I.; GILMORE, M.S. Microbial Biofilms In Ophthalmology and Infectious Disease. **Archives of Ophthalmology**, 2008, disponível em: <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=422017&resultclick=1>, acesso: 11/07/2016.

BITENCOURT, I.M. **A Botânica no ensino médio: Análise de uma proposta didática baseada na abordagem CTS**. 2013. 152f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Universitário de Jequié/BA, 2013.

BOOG, M.C.F. **Educação em nutrição: Integrando experiências**. 1ª Ed., Campinas: Komedi Editora. 2013.

BRANDÃO.C.R. **O que é educação**. São Paulo. Abril Cultura: Brasiliense, 1985.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LDB 9.394, de 20 de dezembro de 1998.

BRONCKART, J. P. **Atividade de linguagem, discurso e desenvolvimento humano**. Campinas: Mercado de Letras, 2006.

BUSNARDO, F.M.G; LOPES. A.C. Currículo Integrado no Ensino de Biologia. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais**, Florianópolis: Abrapec. 2007.



CAPELLETTI, R.V. **Avaliação da atividade de biocidas em biofilmes formados a partir de fluido de corte utilizado na usinagem de metais.** 2006. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CASALINI, J. **Biofilmes microbianos na indústria de alimentos.** 2008. 47f. Dissertação (Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

DIEGUES, G.A. **Evolução biológica no ensino médio: Quais conteúdos estão sendo abordados pelos professores de biologia?** 2012. 51f. (Trabalho de Conclusão)- Licenciatura de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DAGHER, Z.R; BOUJAOUDE, U. Students' Perceptions of the Nature of Evolutionary Theory. **Science Education** Vol. 89, nº 378- 391, 2005.

DELORS, J.et al. **Educação: Um tesouro a descobrir.** Relatório da Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, MEC- Ministério da Educação e Desporto, 2010.

DONLAN, R. M. **Biofilms: microbial life on surfaces.** *Emerg Infect Dis*, Vol. 8, nº 9, 2002, disponível em: <Http://dx.doi.org/10.3201/eid0809.020063>, acesso: 10/07/2016.

ESPER, L.M. R. **Formação de Biofilmes Microbianos.** In: V Simpósio Brasileiro de Microbiologia Aplicada. Universidade Federal Fluminense- UFF, 2011, disponível em: <http://www.ufrgs.br/simposiomicro/esper.pdf> , acesso: 20/07/2016.

FALA, A.M. et al. Atividades práticas no Ensino Médio: Uma abordagem experimental para aulas de Genética. **Ciências & Cognição**, Vol.15 (1), p.137-154, 2010.

FELIX, E. **Bactérias Gram positivas e Gram negativas, diferenças na parede celular.** *Revista Nutri*, 2012.

FERNANDES. M.C et al. **Sequência didática para ensinar biologia – compreendendo os fungos.** *Enciclopédia Biosfera*, Vol. 9, nº.16, Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2013.

FERREIRA, M.A. A teleologia na biologia contemporânea. **Scientia e Studia**, Vol.1, Nº 2, p. 183-193, 2003.

FREITAS, C.A.V. **Doença: decifrando este enigma – desenvolvimento de um tema complementar a disciplina Biologia no ensino médio.** 2011. 124f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde)- Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 2011.

FIGUEIREDO. P.S et al. **Processo colaborativo de construção e aplicação de uma sequência didática com abordagem social e biológica acerca das bactérias.** In: X

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP, 2015.

GONÇALVES, R.A.I. **Guia Prático- as TIC como instrumentos mediadores na educação ambiental.** Guia Prático- Proposta de Sequência Didática- Dezembro, 2014.

IMMING, J.O. **Higienização na indústria de alimentos.** 2013. 50f. Trabalho de Conclusão-(Graduação em Medicina Veterinária)- Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013, disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/95136/000917784.pdf?sequence=1>, acesso: 12/05/2016.

IST. **Crescimento microbiano em biofilmes.** Grupo de Ciências Biológicas do Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Publicado em 18/11/2005, Revisto em 03/04/2008, 2008. Disponível em: <http://www.e-escola.pt/topico.asp?id=354>.

JAWETZ, E.; MELNICK, J.L. ; ADELBERG, E. **Microbiologia Médica**, 25º Ed. Editora: Mc Graw Hil, 2012.

KASNOWSKI, M. et al. Formação de biofilme na indústria de alimentos e métodos de validação de superfícies, **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, RJ, Ano VIII, nº 15, Julho, Periódicos Semestral, UFF, 2010, disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/fxPTiYWerLkT9Si\\_2013-6-25-16-32-0.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/fxPTiYWerLkT9Si_2013-6-25-16-32-0.pdf) , acesso: 31/05/16.

KOBASHIGAWA, A.H. et al. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.** IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica, São Paulo, p. 212-217, 2008.

KOUSHA, K.; THELWAL, M. Google Scholar Citations and Google Web/URL Citations: A Multi-Discipline Exploratory Analysis. **Journal Scientometrics**, Vol. 74, nº 2, p. 273-294, 2007.

LARAIA, R.B. **Cultura: Um conceito antropológico.** 14ª Ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

LEAL, C. **Sequência Didática- Brincando em sala de aula: Uso de jogos cooperativos no ensino de ciências.** 2013. 18 f. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências – PROPEC. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Nilópolis, RJ, 2013.

LEONOR, P.B et al. **Revolução Genômica: Uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental dentro de uma perspectiva CTSA.** Sequência Didática para o Ensino de Genética. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória, ES, 2012.

LIBÂNEO, J.C. **Didática**. São Paulo: Ed. Cortez, 1994.

LIMA, G. P. S.; TEIXEIRA, P. M. M. **Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no movimento CTS**, In: VIII ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ABRAPEC, Campinas, 2011.

LIRA, M., TEIXEIRA, F.M. Alfabetização científica e argumentação escrita: proposições reflexivas. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de Las Ciencias**. Campinas, 2001. Disponível em: <http://adaltech.com.br/testes/abrapec/resumos/R1387-1.pdf>, acesso: 28/11/2016.

LOPES, A. R. C. **Organização do conhecimento escolar: analisando a disciplinaridade e a integração**. In: CANDAU, V. M. (Org.). Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

MACÊDO, J. A. B. Biofilmes bacterianos, uma preocupação da indústria farmacêutica. **Revista Fármacos & Medicamentos**. Vol.2, nº 7, Nov-Dez, 2008.

MAGALHÃES, J. **Importância da formação de biofilmes nas infecções associadas a próteses ortopédicas**. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)- Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa Porto, 2011.

MAROQUIO, V. S.; PAIVA, M. A. V.; FONSECA, C.O. Sequências Didáticas como Recurso Pedagógico na Formação Continuada de Professores. Encontro Capixaba de Educação Matemática, **Anais**. Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Espírito Santo, Vitória, ES, 2015.

MARTINS, D. A emergência da análise de redes sociais como campo de pesquisa: perspectiva da análise da produção científica em português e espanhol a partir do Google Acadêmico. Alexandria: **Revista de Ciencias de la Información**, año V, nº 8, enero-diciembre, 2011.

MENDES, K.D.S. et. al. **Revisão Integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto Contexto Enfermagem, Florianópolis, Vol.17, nº 4, out./dez.2008.

MENEGOLLA, M; SANT'ANNA, I.M. **Por que Planejar? Como Planejar?** Currículo, Área, Aula. Petrópolis: Vozes, 2009.

MIANUTTI, J; CASADO F.V. **O ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no Ensino Médio: Análise de uma sequência didática inspirada na epistemologia de Humberto Maturana**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, Águas de Lindóia,, SP – Novembro/ 2015.

MICHINEL, J.L; BURNHAM, T.F. **A socialização do conhecimento científico: um estudo numa perspectiva discursiva**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, Vol:12,nº3,SP.,2007. Disponível em:

<[http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n3/v12\\_n3\\_a5.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n3/v12_n3_a5.htm)>. Acesso em: 23 abril, 2017.

MIMS, C. et al. **Microbiologia Médica**, 3º Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

MYAKE, M. A. M. et al. **Mecanismos Imunológicos da Mucosa das Vias Aéreas Superiores e Fisiopatologia do Anel Linfático de Waldeyer: Conceitos Atuais**. Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia, Vol. 7, p. 232, abr./jun. 2003.

MOREIRA, A. F. B e SILVA, T. T. **Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução**. In: Currículo, cultura e sociedade. 2º Ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências**, Vol. 1, nº 1, 1996.

MOTOKANE, M.T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, Vol.17, nº especial, novembro, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf>, acesso: 13/11/2016.

MURRAY, P. et.al. **Microbiologia Médica**, 7º Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

NASCIMENTO, V.S.J. **Ensino de arte: contribuições para uma aprendizagem significativa**. II Encontro Funarte- Fundação Nacional das Artes, 2012.

NUNES, M. et al. Contribuição do estudo do biofilme dentário para o tratamento das doenças periodontais. **Revista. Ins. Ciência Saúde**. Vol. 25, 2007, disponível em: <[http://www.unip.br/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2007/01\\_jan\\_mar/V25\\_N1\\_2007\\_p55-70.pdf](http://www.unip.br/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2007/01_jan_mar/V25_N1_2007_p55-70.pdf)>, acesso: 29/05/2016.

OLIVEIRA, M. **Espionando: As bactérias**. In Vivo, Fiocruz, 2003, disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=84&sid=2>, acesso: 20/06/2016.

OLIVEIRA, M. et al. Biofilmes microbianos na indústria de alimentos: uma revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)**. Vol.69, nº 3, São Paulo, 2010. disponível em: [http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-98552010000300001&lng=pt&nrm=iso](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552010000300001&lng=pt&nrm=iso), acesso: 01/06/2016.

OLIVEIRA, M.R; et al. **Panorama das tendências atuais da pesquisa em ensino de biologia: Um estudo baseado em teses e Dissertações**. In. VI Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”, 2012, Sergipe. Atas, São Cristóvão- SE, 2012.

PACKER, A.L., et al. **15 Anos de Acesso Aberto: um estudo analítico sobre Acesso Aberto e comunicação científica**. Paris: UNESCO, 2014.

PAIVA. A.S. **Conhecimentos Tradicionais e ensino de Biologia: Desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal**. 2014. 226f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

PASSOS, L.F. **A relação professor-pesquisador: conquistas, repercussões e embates da pesquisa colaborativa.** *Horizontes*, Vol. 25, nº 1, p. 55-62, 2007.

PAVIANI, N.M.S.; FONTANA, N.M. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. *Revista Conjectura*, Vol. 14, nº 2, 2009.

PCN. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências Naturais, 1998.

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.C.F.; BAZZO, A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, Vol. 13, nº 1, p. 71-84, 2007.

PLOMP, T.; NIEVEEN, N. **An Introduction to Educational Design Research.** SLO. Netherland Institute for Curriculum Development, 2009.

RENNER, L; WEIBEL, D. **Physicochemical regulation of biofilm formation,** US National Library of Medicine National Institutes of Health-PMC, 2011, disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3224470/>, acesso: 12/07/2016.

ROOT-BERNSTEIN, R. ROOT-BERNSTEIN, M. **Centelha de gênios: como pensam as pessoas mais criativas do mundo.** São Paulo: Nobel, 2001.

RUHENA, A. K. **Quando a alegria supera a dor: jogos e brinquedos na recreação hospitalar.** Atos de Pesquisa em Educação - PPGE/ME FURB ISSN 1809-0354 Vol. 8, nº 1, p.434-464, 2013.

SACRISTÁN, J. G. O. **Currículo: Uma reflexão sobre a prática.** 3º Ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SACRISTÁN, J. Gimeno. **Plano do Currículo, Plano do Ensino: o papel dos professores/as.** In: SACRISTÁN, J. Gimeno e GÓMEZ, A. I. Pérez. (Org) *Compreender e Transformar o Ensino.* 4º Ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SALDANHA, J.T. **Emprego de nanopartículas em estratégias de prevenção e tratamento de infecções relacionadas a formação de Biofilmes Bacterianos.** 2013. 34 f. Trabalho de Conclusão (Bacharel em Farmácia), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, IFRJ, 2013.

SALINAS, S.R.A. Einstein and the theory of the Brownian movement. **Revista Brasileira Ensino Física.** São Paulo, Vol 27, nº 2, junho, 2005 -Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172005000200013&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172005000200013&lng=pt&nrm=iso)>.acesso: 03/07/16.

SARMENTO, A. C. H. et al. **Investigando princípios de design de uma sequência didática para o ensino sobre metabolismo energético.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2011, Campinas. Atas. Campinas: ABRAPEC, 2011.

SANTANA, T. A. et al. Nossa alimentação: análise de uma sequência didática estruturada segundo referenciais do Movimento CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 15, n. 1, p. 105-122, 2015.

SANTOS, N.Q. **A resistência bacteriana no contexto da infecção hospitalar**. Texto contexto - enferm. Florianópolis, Vol.13, nº especial, 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-07072004000500007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072004000500007&lng=en&nrm=iso), acesso 08/05/2016.

SEEDUC. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. **Currículo Mínimo**, Ciências e Biologia, 2012.

SEPÚLVEDA, C et al. **Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio-histórica**. In: VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis, Atas.Florianópolis, 2009.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do Trabalho Científico** (livro eletrônico). 1º Ed. Cortez, 2013.

SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. **As tendências das sequências didáticas de ensino desenvolvidas por professores em formação nas disciplinas de estágio supervisionado das Universidades Federal de Sergipe e Federal da Bahia**. In: IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, nº extra, Girona, 2013.

SILVA, C.S.F; LAVAGNIN, T.C.; OLIVEIRA, R.R. **Proposta de uma estratégia didática para o ensino de evolução biológica no Ensino Médio**. In: VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2009.

SILVA, D.S.F; FRENEDOZO, R.C.; **Desenvolvimento sustentável no ensino de Biologia: Uma sequência didática de estratégias pedagógicas**. **Vivências**. Vol.6, nº 11, p.95-106, Outubro, 2010.

SILVA, E.J; VESTANA, R.F.; **Sequência didática inclusiva: Percepção tátil e sistema braille mediando conteúdos na construção de heredogramas**. **Revista da SBEnBIO**, nº 7, Outubro, 2014.

SINATRA GM, SOUTHERLAND SA, MCCONAUGHY F, DEMASTES J. **Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution**. *J Res Sci Teach*. Vol. 40:510–528, 2003.

SOUZA, M.T. et al. O que é e Como fazer. **Revista integrativa Einstein**: São Paulo, Vol 8, nº 1, jan./mar, 2010.

STOLF, J.; DALLABONA, K.G. **Meio ambiente em ciências: Relato de uma sequência didática**. In: I Colóquio Nacional: Diálogos entre linguagem e educação, Blumenau. FURB, 2012. p. 1-12, 2013.

TABER, K. S. **Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas.** University Chemistry Education, Vol 4, nº 2, p. 63-72, 2000.

TORTORA, G.J. et al. **Microbiologia**, 10º Ed. Porto Alegre: Artmed, Porto Alegre, 2012.

TRABULSI, L. R. **Microbiologia**. 5º Ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

TRAJANO, V.S. **Identificação e análise dos saberes sobre parasitoses no contexto formal e não-formal de Ensino**. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

TRETIN, D, et al. Biofilmes bacterianos patogênicos: aspectos gerais, importância clínica e estratégias de combate. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, Vol. 14, nº 22, p. 113-238, jul./dez., 2013 Artigo recebido em 29.04.2013 e aceito em 09.10.2013- 2013, disponível em: [http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista\\_SIER/v.%2014,%20n.%2022%20%282013%29%29%29.biofilmes.pdf](http://www.liberato.com.br/sites/default/files/arquivos/Revista_SIER/v.%2014,%20n.%2022%20%282013%29%29%29.biofilmes.pdf), acesso: 05/05/2016.

UNESCO- BRASIL. **Ensino de Ciências: o futuro em risco**. 2005. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>

VILLAÇA, I.C. Arte-educação: a arte como metodologia educativa. **Cairu em revista**. Jul/Ago, 2014.

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

ZUIN, V.G; et al. Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciências & Cognição**. Vol.13, nº 1, 2008.

**APÊNDICE- A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016**

**The use of didactic sequences in biology: review of published articles from 2000 to 2016**

XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC  
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017

---

**Mariana Ramos Bastos**

Instituto Oswaldo Cruz / Fiocruz  
biologia\_mari@hotmail.com

**Felipe do Espirito Santo Silva-Pires**

Instituto Oswaldo Cruz / Fiocruz  
felipesilvapires@yahoo.com.br

**Carlos Alberto Vasconcelos Freitas**

Instituto Oswaldo Cruz / Fiocruz  
cfreitas@ioc.fiocruz.br

**Valéria da Silva Trajano**

Instituto Oswaldo Cruz / Fiocruz  
trajano@ioc.fiocruz.br

**Resumo**

O currículo escolar deve proporcionar aos estudantes a sistematização lógica de uma base teórica no discernimento e na condução das finalidades práticas. Nesse sentido, o docente tem a função de adequar ou interpretar as diretrizes curriculares, e uma alternativa para o planejamento das ações pedagógicas é a utilização de sequências didáticas (SD). Então, realizamos uma revisão integrativa acerca da utilização de SD no ensino de biologia nas bases de dados Google, Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde e SciELO, nos anos de 2000 a 2016. A busca nas bases de dados identificou 23 publicações relacionadas a área de biologia. Os resultados obtidos nos mostraram o potencial da SD durante a (re)construção de significados por parte do alunado, principalmente quando são abordados temas complexos.

**Palavras chave:** Sequência Didática, Revisão Integrativa, Biologia.

**Abstract**

The school curriculum should provide students with the logical systematization of a theoretical basis in discernment and in the conduct of practical purposes. In this sense, the teacher has the function of adapting or interpreting the curricular guidelines, and an



alternative for the planning of the pedagogical actions is the use of didactic sequences (DS). We then carried out an integrative review in the database Google, Google Scholar, Virtual Health Library and SciELO, from 2000 to 2016, on the use of DS in teaching biology. The search in the databases identified 23 publications related to biology. The results showed us the potential of DS during the (re)construction of meanings by the student, especially when complex subjects are approached.

**Key words:** Didactic Sequences, Integrative Review, Biology.

## Introdução

O termo currículo expressa atualmente uma grande diversidade de sentidos e, por conseguinte, uma grande versatilidade de uso. Moreira e Tadeu (2012) definem currículo como um artefato social e cultural, cuja elaboração obedece a lógica das determinações sociais e históricas no qual está contextualizado. Para além desse entendimento funcional/estruturalista o currículo escolar deve proporcionar aos estudantes a sistematização lógica de uma base teórica no discernimento e na condução das finalidades práticas (FREITAS, 2011).

O conhecimento produzido com fins de educação escolar deve ser elaborado a partir de um referencial teórico de recontextualização didático/pedagógico proporcionando o entendimento de que no processo de (re)construção sócio/histórico do saber escolar o conhecimento científico é apenas um dos integrantes. Ou seja, outros conhecimentos integram a formação do saber escolar já que este possui objetivo diferenciado do conhecimento produzido no âmbito da ciência. Nesse sentido, a educação escolar tem por princípio fundamental a socialização dos vários saberes produzidos pela sociedade. O planejamento dos currículos escolares deve, portanto, incorporar aspectos sociais e científicos, tais como questões ambientais, tecnológicas, econômicas, éticas entre outras. (LOPES, 2000).

No entanto, o contexto político estabelece o planejamento do currículo escolar nos moldes de raciocínio das redes políticas e sociais hegemônicas (partidos políticos, segmentos doutrinários, setores econômicos, comunidade acadêmica). Nesse sentido, Busnardo e Lopes (2007), ressaltam três contextos que influenciam o planejamento e a elaboração do currículo escolar: os contextos de influência, produção de textos e prática.

O contexto de influência é caracterizado por discursos formulados e propagados pelas redes político/sociais buscando influenciar/moldar política/ideologicamente os sistemas educacionais. O contexto da produção de textos são as diretrizes curriculares elaboradas sob a influência das redes político/sociais como políticas de Estado. O contexto da prática são as reinterpretações e ressignificações de textos e discursos oficiais pelos professores da educação básica que inseridos em contextos socioeconômicas específicos conferem sentidos e significados próprios as políticas educacionais, cabendo ao professor, nesse sentido, a função de “planejador intermediário entre as diretrizes curriculares às quais têm de se adequar ou tem de interpretar, e as condições de sua prática concreta” (SACRISTÁN e GÓMEZ, 1998, p. 199). Dessa forma, destacamos a utilização da sequência didática no ensino.

Sequência Didática (SD), segundo Zabala (1998), é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, com princípio e fim determinados, tanto pelo docente, quanto pelo estudante. Este tipo de recurso didático, ajuda o docente a problematizar conhecimentos científicos em poucas aulas, nele o aluno estudará e discutirá um determinado tema de forma aprofundada. O uso da SD, como um novo mecanismo pedagógico, propicia a organização curricular e permite a utilização de situações reais do cotidiano, pois parte da problematização, levando o estudante a observar e confrontar o seu conhecimento prévio como as novas informações que lhe são apresentadas (SILVA e BEJARANO, 2013; MAROQUIO et al, 2015).

As SD apresentam as seguintes características: (i) cada sequência é voltada para objetivos específicos; (ii) elas esquematizam as variáveis da complexa prática educativa; (iii) os tipos de atividade, sobretudo a maneira de articulá-las, são traços diferenciais e determinantes à especificidade da proposta didática; (iv) indicam a função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos; (v) avaliam a funcionalidade das atividades, sua ausência ou a ênfase que se lhes deve atribuir (ZABALA, 1998).

Ao utilizar SD o docente pode elaborar uma nova proposta, quando necessário, para que ela seja transformadora, comprometida com o presente e com o futuro da sociedade (SACRISTAN, 2000). No entanto, a realização da SD necessita de atividades práticas e lúdicas que permitam aos estudantes construir novos conhecimentos. A partir do conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema o docente pode planejar suas aulas com desafios e problemas, jogos e textos, aumentando gradativamente a complexidade das atividades, permitindo assim um maior aprofundamento do tema (PERETTI e TONIN DA COSTA, 2013). Sendo assim, a SD pode ser um excelente caminho para vencer algumas barreiras do ensino tradicional como aulas praticamente ou totalmente orais, repletas de conceitos, fenômenos, nomenclaturas, fórmulas e teorias, cobradas em forma de testes e provas (LIMA e TEIXEIRA, 2012; MOTOKANE, 2015).

Nessas perspectivas, realizamos uma revisão integrativa acerca da utilização de sequências didáticas no ensino médio a fim de contribuir de forma contextualizada no processo ensino-aprendizagem de biologia e saúde.

## **Metodologia**

A revisão integrativa é um método de revisão de literatura que busca a elaboração de uma síntese sistemática e ordenada do conhecimento produzido sobre um determinado tema ou questão, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento do tema investigado. Essa síntese, elaborada a partir da análise da literatura, procura evidenciar a aplicabilidade e a teorização do tema de pesquisa. Nesse sentido abre espaço para discussões e reflexões em relação ao fenômeno analisado viabilizando estudos futuros (MENDES, SILVEIRA e GALVÃO, 2008; SOUZA, SILVA e CARVALHO, 2010).

Segundo Mendes, Silveira e Galvão (2008, p.759), o processo de revisão integrativa é composto pelas seguintes etapas: (i) delimitação de um tema, (ii) determinação de parâmetros de busca na literatura, (iii) caracterização dos artigos encontrados no processo de revisão, (iv) avaliação crítica dos estudos selecionados, (v) análise e interpretação dos resultados, (vi) elaboração da revisão.

## Revisão integrativa sobre SD

Nesta pesquisa foi realizada uma revisão integrativa sobre SD, nos idiomas: português, inglês e espanhol, indexadas nas bases de dados Google, Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SciELO, utilizando os seguintes descritores: Sequência Didática, Ensino Médio, Educação, Biologia, Ciências e Saúde, nos anos de 2000 a 2016.

Inicialmente, a busca não se limitou a área de biologia e ou ciências para um maior aprofundamento de informações sobre o tema. Esses descritores foram incluídos posteriormente buscando-se identificar os que realmente tratavam da construção e da avaliação de sequências didáticas na área de ensino de biologia. Somente os trabalhos selecionados após essa análise foram considerados para a revisão de literatura. Como critério de exclusão optou-se por não utilizar para a análise final textos incompletos e artigos que não estivessem disponíveis na íntegra on-line. Na análise dos artigos, a atenção esteve focada na construção e na avaliação da sequência didática e nos resultados obtidos.

## Resultados / Discussão

A pesquisa analisou todos os artigos sobre SD publicados no período de janeiro de 2000 a novembro de 2016, de acordo com a base de dados onde foram localizados, ano, título, tema abordado e formato de publicação. Durante esse período o número de publicações sobre SD oscilou bastante, apresentando um crescimento vertiginoso no ano de 2013. Adicionalmente, nenhuma publicação sobre o referido tema ocorreu nos anos de 2004 e 2006 (Gráfico 1). Esse resultado nos parece condizente com o pouco conhecimento sobre o assunto na área acadêmica, o que perdura até os dias atuais.

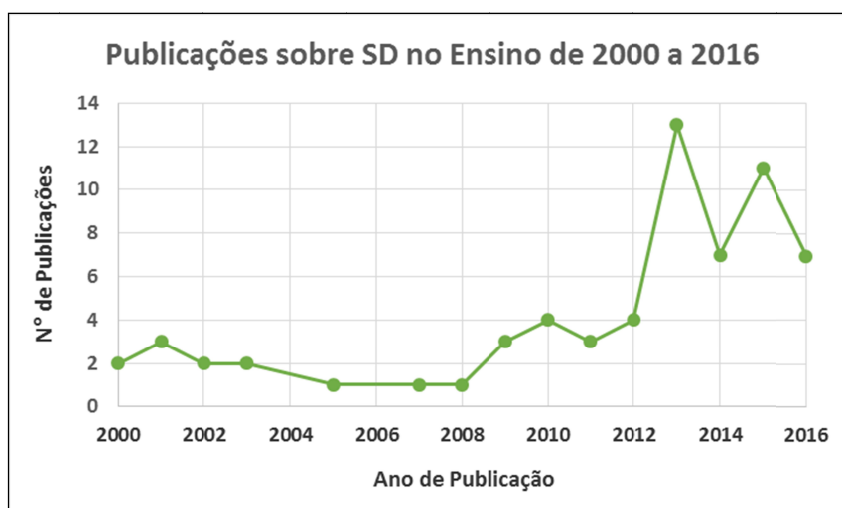


Gráfico 1: Número de publicações identificadas nas bases de dados (Google, Google Acadêmico, SciELO e BVS), nos anos de 2000 a 2016.

A busca nas bases de dados identificou 64 publicações relacionadas a SD, distribuídas da seguinte forma: BVS (1), Google (8), SciELO (20), e Google Acadêmico (35). O auto índice de publicações identificadas no Google Acadêmico, se justifica porque apesar de ser uma base de pesquisa desenvolvida recentemente, em 2004, o seu acesso vem aumentando gradativamente no meio acadêmico. Visto que essa fonte de dados

permite o acesso da literatura científica em seus diferentes formatos, auxilia na identificação de pesquisas mais pertinentes do mundo acadêmico, e favorece a busca de diversas fontes que não são tradicionalmente recuperáveis em outras bases de dados no contexto acadêmico (MARTINS, 2011). Segundo Kousha e Thelwall (2008) o Google Acadêmico indexa conteúdos que estão fora de bases como Scopus e Web of Science, contribuindo, assim, para a avaliação do impacto da produção científica, especificamente fora do âmbito das ciências duras. A baixa detecção de literatura referente a SD na BVS era esperada, dado que a referida base de dados está voltada para artigos da área de saúde e o conceito de SD é proveniente da área de ensino. Além disso, também é um assunto novo, o que justifica uma baixa adesão no campo da educação em saúde.

A natureza das publicações foi diversa, ou seja, 2 trabalhos de conclusão de curso (TCC), 10 dissertações de mestrado, 1 tese de doutorado, 11 trabalhos publicados em anais de congresso e 40 artigos publicados em periódicos. Entretanto, os congressos para os quais foram submetidos os artigos analisados são em sua maioria classificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) como “Qualis” A na área de Ensino. Adicionalmente, três artigos não foram redigidos na língua portuguesa, sendo um em inglês e dois em espanhol.

As áreas de conhecimento que mais exploraram essa modalidade didática foram: biologia (23), matemática (12), física (10) e química (8). Entretanto, foi verificado que diversas áreas do conhecimento têm utilizado essa modalidade didática nas duas últimas décadas (Gráfico 2).

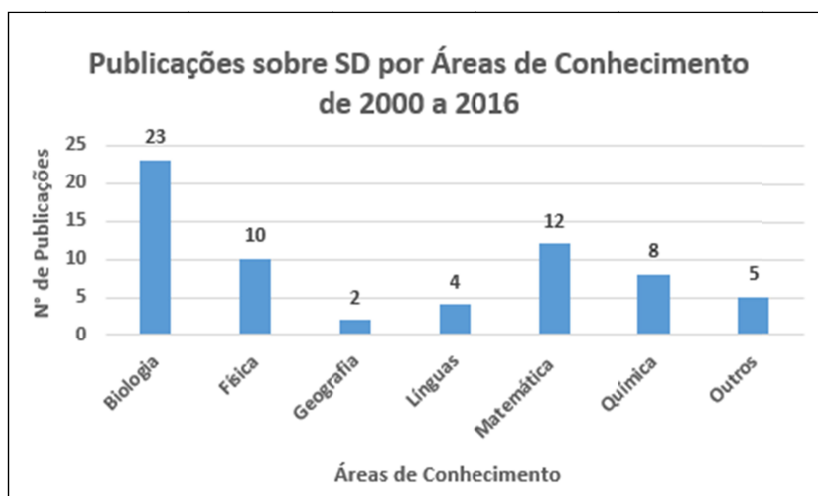


Gráfico 2: Número de publicações sobre SD no ensino de diferentes áreas de conhecimento, identificadas nas bases de dados: Google, Google Acadêmico, SciELO e BVS, nos anos de 2000 a 2016.

Entre os 23 artigos relacionados à área biológica algumas temáticas se destacam em relação ao total de publicações, como meio ambiente (6), evolução (5), genética (4) e botânica (2), mas 30% dos trabalhos apresentam um perfil bem diversificado (gráfico 3).

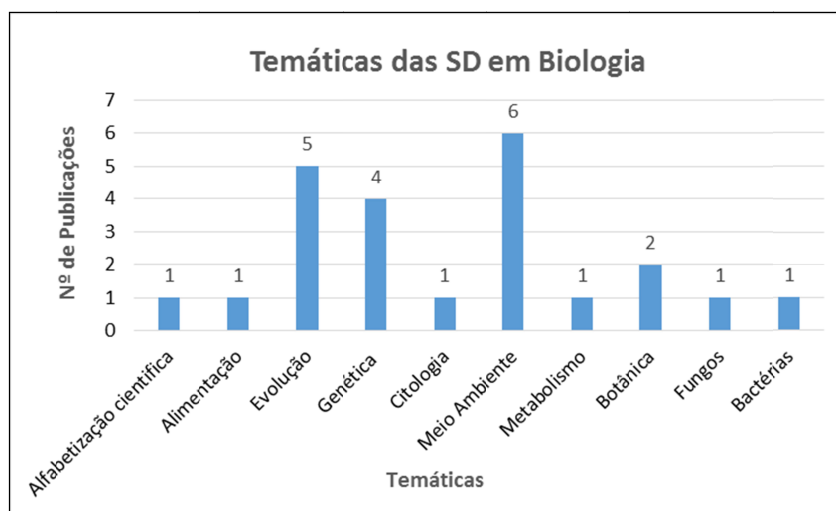


Gráfico 3: Temáticas das SD em biologia no período de 2000 a 2016.

### Resumos das 23 publicações sobre SD relacionadas com o ensino de biologia na educação básica

As 23 publicações cujos temas estavam relacionados com SD no ensino de biologia estavam voltadas para a educação básica, e foram encontradas no Google ou Google Acadêmico (Tabela 1).

#	Base de dados	Ano	Título	Tema	Tipo de Publicação
1	Google Acadêmico	2001	Alfabetização científica e argumentação escrita: proposições reflexivas	Alfabetização Científica	Anais de congresso
2	Google Acadêmico	2009	Proposta de uma estratégia didática para o ensino de evolução biológica no ensino médio	Evolução	Anais de congresso
3	Google Acadêmico	2009	Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio histórica	Evolução	Anais de congresso
4	Google Acadêmico	2010	Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética	Genética	Periódico
5	Google Acadêmico	2010	Análise dos temas clonagem, transgênicos e células-tronco em livros didáticos de biologia do ensino médio e proposição de uma sequência didática complementar	Genética	Periódico
6	Google	2010	Análise de uma sequência didática de citologia baseada no movimento CTS	Citologia	Anais de congresso
7	Google Acadêmico	2010	Desenvolvimento sustentável no ensino de biologia: Uma sequência didática de estratégias pedagógicas	Meio Ambiente	Periódico
8	Google Acadêmico	2011	Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin	Evolução	Periódico
9	Google Acadêmico	2011	Utilização do lúdico no ensino de educação ambiental: Proposta de uma sequência didática	Meio Ambiente	Periódico
10	Google Acadêmico	2012	Revolução Genômica: Uma sequência didática para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental dentro de uma perspectiva CTSA	Genética	Periódico
11	Google Acadêmico	2012	Sequência Didática para o ensino de classificação e evolução biológica	Evolução	Anais de congresso
12	Google Acadêmico	2013	Investigando princípios de design de uma sequência didática sobre metabolismo energético	Metabolismo	Periódico
13	Google Acadêmico	2013	A botânica no Ensino Médio: Análise de uma proposta didática vinculada ao enfoque de CTS	Botânica	Dissertação
14	Google	2013	Sequência Didática para ensinar biologia: Compreendendo os Fungos	Fungos	Periódico
15	Google Acadêmico	2013	Meio Ambiente em Ciências: Relato de uma sequência didática	Meio Ambiente	Periódico

16	Google	2014	Proposta de sequência didática para a gestão das águas no ensino de biologia	Meio Ambiente	Periódico
17	Google	2014	Guia Prático- as TIC como instrumentos mediadores na educação ambiental	Meio Ambiente	Dissertação
18	Google	2014	Sequência Didática Inclusiva: Percepção Tátil e Sistema Braille mediando conteúdos na construção de Heredogramas	Genética	Periódico
19	Google Acadêmico	2014	Conhecimentos tradicionais e ensino de biologia: Desenvolvimento colaborativo de uma sequência didática sobre reprodução vegetal	Botânica	Dissertação
20	Google	2015	O ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no ensino médio: Análise de uma sequência didática inspirada na epistemologia de Humberto Maturana	Evolução	Anais de congresso
21	Google Acadêmico	2015	Processo colaborativo de construção e aplicação de uma sequência didática com abordagem social e biológica sobre as bactérias	Bactérias	Anais de congresso
22	Google Acadêmico	2015	Nossa alimentação: Análise de uma sequência didática estruturada segundo referenciais do movimento CTS	Alimentação	Periódico
23	Google Acadêmico	2016	Sequência didática interativa trabalhada como proposta CTS com a temática aquecimento global para a Educação básica	Meio Ambiente	Periódico

Tabela 1: Publicações sobre SD relacionadas com o ensino de biologia de 2000 a 2016.

Os resultados encontrados nos textos foram positivos. Segundo os autores, as aulas são mais dinâmicas, acarretando uma maior participação, motivação e interesse dos alunos e do professor pelas temáticas e assuntos trabalhados durante a intervenção. Os estudantes tornam-se mais participativos, demonstrando curiosidade, espírito investigativo e colaborativo. Há uma maior interação entre os estudantes, e dos estudantes com o professor. Além disso, a proposta possibilita que os estudantes atuem como sujeitos ativos na construção de conhecimentos.

A seguir apresentaremos um breve resumo do conteúdo dessas publicações.

1 – A SD desenvolvida visava desencadear uma discussão sobre a morfologia e a metamorfose da borboleta, além de abordar a temática extinção de espécies a partir dos animais que vivem na Mata Atlântica. A atividade constou da leitura e discussão oral de uma história em quadrinho. Os estudantes também deveriam assumir o papel de agente do IBAMA e desenvolver uma carta convencendo os insetos da floresta, personagens da história lida, de que eles não deviam matar a lagarta. A produção escrita foi analisada quanto ao seu teor argumentativo e o funcionamento cognitivo característico do processo de alfabetização científica.

2 – A SD tinha como objetivo promover a apreensão por parte dos estudantes de conceitos referentes à Evolução a partir das perspectivas ausubeliana e vygostkyana. As atividades propostas foram aulas expositivas-dialógicas, trabalho em equipe e oficina, e atividades lúdicas.

3 – Os autores buscaram introduzir o tema “Evolução” (seleção natural) através de debates de textos, jogo, aulas expositivas e dialógicas, que foram avaliadas sob uma perspectiva sócio histórica da aprendizagem, fundamentada nas ideias de Vygotsky e Bakhtin.

4 – A SD foi construída com a objetivo de apresentar a 1ª Lei de Mendel por meio de aulas práticas e discussão de textos. O desempenho dos alunos foi avaliado através de um questionário aplicado antes e após as atividades.

5 – O artigo propõe uma SD sobre os temas clonagem, transgênicos e células-tronco, a partir de uma abordagem expositiva dialogada com o auxílio de projetores de imagens (retroprojetor e Datashow). Como avaliação, os autores indicam a utilização de questionários antes e após as atividades.

6 – Os autores propõem uma SD de citologia fundamentada nas perspectivas do movimento Ciência, Trabalho e Sociedade (CTS). Nessa proposta foram destacados temas como: câncer, clonagem, células-tronco. A SD foi organizada com leitura de textos provenientes de livros e revistas de divulgação científica com posterior exposição e discussão dos assuntos. Além disso, foram aplicadas aulas expositivas e interativas com o uso de PowerPoint, percorrendo sobre citologia, e aulas práticas com o uso de microscópio. Os encontros possibilitaram o desenvolvimento de reflexões, análise de problemáticas de natureza contraditória, definindo posicionamentos em relação aos aspectos sociocientíficos, articulando, assim, o conteúdo com o cotidiano.

7 – O tema do trabalho foi o desenvolvimento sustentável, e as estratégias pedagógicas aplicadas foram: pesquisa dirigida, debate em sala de aula sobre o tema da pesquisa, trabalho de campo, oficina de reutilização e seminário. Os estudantes avaliaram o processo por meio de questionários e foram avaliados por meio de observação quanto a participação e desempenho durante os trabalhos.

8 – O artigo apresenta uma proposta de SD para o ensino de evolução, que não foi aplicada junto aos estudantes, sendo apenas avaliada por docentes da área, cujos depoimentos a respeito foram coletados e analisados pelos autores visando a melhoria dessa proposta.

9 – Com a intenção de promover a educação ambiental foram desenvolvidas atividades lúdicas (jogos, dinâmicas, oficina de reutilização) de modo a gerar discussões em classe e/ou em grupo. Adicionalmente, os estudantes participaram de outras atividades como: mutirão de ideias, trabalho em grupo, debates, questionário, imitação da mídia, projetos, solução de problemas, jogos de simulação e exploração do ambiente local.

10 – A SD foi organizada tendo como problematização reportagens de jornais e a exibição de um filme. A organização do conhecimento ocorreu através de aula expositiva dialogada, aula prática, pesquisas na internet, entrevistas a oncologistas e geneticistas. No final das atividades os alunos tiveram que produzir relatórios e textos.

11 – O objetivo dos autores é a elaboração de uma SD eficaz para a abordagem da temática: evolução e classificação dos seres vivos. As atividades foram pesquisa/leitura, aulas expositivas e dialogadas sobre o conteúdo, e atividade prática em grupo (construção de cladograma). A apreensão do conteúdo pelos estudantes foi positiva, sendo avaliada pela comparação entre as respostas antes e após as atividades.

12 – O tema metabolismo energético foi trabalhado a partir de aulas expositivas, leitura em grupo de textos de divulgação científica, discussão coletiva, dissolução dos grupos originais e formação de novos grupos, finalizando com a elaboração de textos. A pesquisa apresentou pré e pós testes para avaliar a apreensão de conteúdos pelos estudantes.

13 – A SD constou de aulas de botânica envolvendo temas sociocientíficos, cujos conteúdos foram abordados numa perspectiva relacional, de maneira a contemplar os elementos da tríade CTS. As atividades desenvolvidas foram: aula expositiva dialogada e aula prática, exibição de vídeos e slides, leitura de textos, discussões, confecção de cartazes, apresentações orais, pesquisa na internet, questionários, entre outras. As avaliações ocorreram por meio dos depoimentos apresentados pelos estudantes.

14 – A SD foi organizada com atividades práticas de experimentação sobre “reprodução de fungos”, observação e registro de atividades por meio de relatório de aula prática, aula expositiva-participativa com exemplares de fungos (orelha de pau, líquens e limão

em decomposição). Após as atividades os estudantes foram avaliados por meio de questionário com questões fechadas e abertas.

15 – O artigo apresenta uma SD com a intenção de aprofundar o conhecimento sobre alguns conceitos, como: meio ambiente, solo, água, ar, plantas, animais e ecossistema, entre outros. As atividades desenvolvidas na SD foram de observação do ambiente, leitura, registros escritos e na forma de desenhos (história em quadrinhos), saídas de campo (mini trilha), experiências, pesquisas no laboratório de informática, horta, debates em sala de aula. O processo avaliativo levou em consideração os saberes relatados no início e no final das atividades.

16 – Os autores propuseram uma SD abordando os temas: participação pública na gestão das águas, ecossistema aquático – as águas continentais, e gestão das águas e participação social. Entretanto, a proposta não foi validada, sem resultados acerca da sua eficácia e desenvolvimento.

17 – Guia Prático com várias SD sobre meio ambiente com atividades como projeção e produção de vídeos, criação de jornais, tabulação de dados, pesquisa na internet, dentre outros.

18 – Foi desenvolvida uma SD inclusiva que valoriza a percepção tátil e o sistema Braille mediando conteúdos na construção de heredogramas. A SD foi organizada para oito aulas, onde foram desenvolvidas as seguintes atividades: identificação de objetos através do tato; comunicação e construção do alfabeto por meio de sistema Braille; leitura e discussão de um poema; apresentação dos símbolos utilizados na construção dos heredogramas, com os nomes de cada símbolo escritos através do sistema Braille; construção de heredogramas. Segundo os autores, a SD possibilitou o acesso simultâneo dos estudantes aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. A grande maioria dos estudantes conseguiu analisar os heredogramas geração a geração, evocando novos e diferentes conhecimentos. Além de permitir acesso e valorização dos videntes ao sistema Braille e percepção tátil.

19 – A SD foi construída a partir de estudos de campo em Ilha de Maré relacionadas às plantas locais. O trabalho foi desenvolvido através de aula expositiva, discussões em grupo, apresentação de slides e vídeo, uso de Material Impresso Contextual, além de atividades dissertativas e com desenhos. A proposta foi avaliada de modo colaborativo com base no processo e no contexto das aprendizagens e nas vozes dos atores sociais envolvidos.

20 – Os autores desenvolveram uma SD para o ensino das teorias evolutivas de Charles Darwin no ensino médio, inspirada nas ideias epistemológicas de Humberto Maturana. A SD ocorreu em 3 encontros. No primeiro encontro houve o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes e o contato dos estudantes com o livro “A Origem das Espécies” (capítulos 1 e 2). No segundo encontro foi exibido um documentário, seguido de debate. No terceiro encontro foi projetado um filme sobre Charles Darwin e os estudantes foram avaliados quanto a apreensão das informações adquiridas nesse período.

21 – A SD apresentava uma abordagem social e biológica sobre bactérias. A SD foi organizada dentro de quatro encontros semanais e utilizou os seguintes recursos: júri simulado, degustação de alguns produtos derivados do leite, uso de artigos antibacterianos, leitura de textos, exibição de vídeo, e um jogo de perguntas e respostas. Os autores realizaram pré e pós testes para avaliarem o processo.



22 – Os autores trabalharam temáticas ligadas ao processo digestivo humano e educação alimentar, com uma SD organizada segundo os referenciais do Movimento CTS, que permite o levantamento de questões sociocientíficas correlatas, formando para a cidadania. A SD constou de atividades como dinâmica de grupo, projeção de vídeo e discussão, aula expositiva dialogada (projeção de slides) e discussão coletiva, leitura de textos por grupo, seguida de discussão coletiva, trabalho em grupo com fichas e montagem de mapa conceitual, simulação de júri: pesquisa e consumo de alimentos transgênicos, análise de embalagens de produtos alimentícios. No final do processo os estudantes foram avaliados por meio de dinâmicas e alguns foram entrevistados, a fim de avaliarem as atividades, segundo o olhar do participante.

23 – O artigo consiste em uma proposta de sequência didática interativa, baseada em um caso simulado, aplicada a professores de especialização, que avaliaram o seu conteúdo para uma futura adequação.

### **Considerações finais**

A SD permite a verificação do conhecimento prévio do aluno, e desta forma o conteúdo vai sendo reconstruído com base no que os alunos sabem sobre o tema proposto. Outra vantagem da SD é a apresentação do tema em várias etapas (várias aulas) possibilitando o detalhamento do conteúdo. Essa é uma ótima maneira de trabalhar temas longos que na maioria das vezes são limitados por dois tempos de aula, onde cada tempo possui 50 minutos. A SD também pode tornar as aulas mais dinâmicas e motivadoras ao utilizar diferentes recursos, como livros, filmes, slides, internet, jogos, práticas de laboratório, além de promover a construção compartilhada do conhecimento por meio de debates e trocas de informações.

Algumas dificuldades podem surgir ao utilizar SD. A ausência de recursos didáticos, como um laboratório de informática ou projetor de slides, pode fazer com que o professor recorra a outra alternativa para trabalhar o conteúdo, e o tempo de execução da SD pode dificultar sua utilização com todos os conteúdos durante o ano letivo. Contudo, a SD é uma boa alternativa para ser utilizada nas aulas em que os temas são longos ou complexos.

Os resultados obtidos destacam o potencial da SD durante a (re)construção de significados por parte do alunado, e assim como os autores das publicações estudadas nessa revisão integrativa acreditamos que a utilização de SD pode facilitar o processo ensino-aprendizagem.

### **Referências Bibliográficas**

BUSNARDO, F.M.G; LOPES. A.C. **Currículo Integrado no Ensino de Biologia**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Anais, Florianópolis:Abrapec. 2007.

FREITAS, C.A.V. **Doença: decifrando este enigma – desenvolvimento de um tema complementar a disciplina Biologia no ensino médio**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde)- Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. 2011.

KOUSHA, K; THELWALL, M. **Sources of Google Scholar citations outside the Science Citation Index: A comparison between four science disciplines**. Journal Scientometrics, V. 74 (2), p. 273-294, 2008.

LIMA, G.P.S; TEIXEIRA, P.M.M. **Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no movimento CTS**, VIII ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012.

LOPES, A.R.C. Organização do conhecimento escolar: analisando a disciplinaridade e a integração. In: CANDAU, V.M. (Org.). **Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

MAROQUIO, V.S.; PAIVA, M.A.V.; FONSECA, C.O. **Sequências Didáticas como Recurso Pedagógico na Formação Continuada de Professores**. ENCONTRO CAPIXABA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Anais. Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Espírito Santo, Vitória, ES, 2015.

MARTINS, D. **A emergência da análise de redes sociais como campo de pesquisa: perspectiva da análise da produção científica em português e espanhol a partir do Google Acadêmico**. Alexandria: Revista de Ciencias de la Información, año V, n.8, enero-diciembre, 2011.

MENDES, K.D.S. et. al. **Revisão Integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem**. Texto Contexto Enfermagem, Florianópolis, Vol. 17, nº 4, out./dez.2008.

MOREIRA, A.F.; TADEU, T. (Orgs.). Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução. In: \_\_\_\_\_. **Currículo, cultura e sociedade**. 12º ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MOTOKANE, M.T. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia**. Revista Ensaio, Vol.17, nº especial, novembro, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf>, acesso: 13/11/2016.

PERETTI, L; TONIN DA COSTA, G.M. **Sequência Didática na Matemática**. Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU-Revista de Educação Ideau. Vol. 8, nº 17, Jan. /Jun., 2013.

SACRISTÁN, J.G.O. **Currículo: Uma reflexão sobre a prática**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SACRISTÁN, J.G. Plano do Currículo, Plano do Ensino: o papel dos professores/as. In: SACRISTÁN, J.G.; GÓMEZ, A.I.P. (Org) **Compreender e Transformar o Ensino**. 4º ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. **As tendências das sequências didáticas de ensino desenvolvidas por professores em formação nas disciplinas de estágio supervisionado das Universidades Federal de Sergipe e Federal da Bahia**. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, nº extra, p. 942- 1948, Girona, 2013.

SOUZA, M.T.; SILVA, M.D.; CARVALHO, R. **Revista integrativa: O que é e como fazer**. Einstein, São Paulo, v.8, n.1, p. 102-106, jan./mar. 2010.

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.