

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS II

MARCO AURÉLIO FLORIANO PIANTOLA

Projeto Adote: Uma nova abordagem para o ensino de microbiologia.

SÃO PAULO

2019

MARCO AURÉLIO FLORIANO PIANTOLA

Projeto Adote: Uma nova abordagem para o ensino de microbiologia.

Tese apresentada ao Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Microbiologia

Orientadora: Prof^a Dra. Rita de Cassia Café Ferreira

SÃO PAULO

2019

CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Serviço de Biblioteca e informação Biomédica
do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo

Ficha Catalográfica elaborada pelo(a) autor(a)

Floriano Piantola, Marco Aurélio
Projeto Adote: Uma nova abordagem para o ensino
de microbiologia. / Marco Aurélio Floriano
Piantola; orientadora Rita de Cássia Café Ferreira.
-- São Paulo, 2019.
82 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade de São Paulo,
Instituto de Ciências Biomédicas.

1. Ensino de microbiologia. 2. Metodologias
ativas. I. Café Ferreira, Rita de Cássia,
orientador. II. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS

Candidato(a): Marco Aurélio Floriano Piantola

Titulo da Dissertação/Tese: Projeto Adote: Uma nova abordagem para o ensino de microbiologia.

Orientador: Profª Dra. Rita de Cássia Café Ferreira

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa da Tese de Doutorado, em sessão publica realizada a/...../....., considerou o(a) candidato(a):

() **Aprovado(a)** () **Reprovado(a)**

Examinador(a): Assinatura:
Nome:
Instituição:

Examinador(a): Assinatura:
Nome:
Instituição:

Examinador(a): Assinatura:
Nome:
Instituição:

Presidente: Assinatura:
Nome:
Instituição:

DEDICATÓRIA

À Minha esposa Talita, que com muita sabedoria compreensão e carinho esteve sempre ao meu lado me ouvindo e incentivando durante toda esta jornada.

À minha filha Beatriz que veio para trazer toda alegria e amor às nossas vidas.

Ao meu avô Argemiro, que sempre acreditou e me inspirou para que um dia me tornasse doutor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, que me concedeu saúde e capacitação para concluir esta longa e dificultosa jornada que é a pós-graduação.

Aos meus pais, Denise e João Carlos, que nunca pouparam esforços para que pudesse ter uma educação completa academicamente e como ser humano, por vezes abrindo mão de seus sonhos e desejos pelos nossos.

Ao meu irmão Carlos Eduardo, por ter sido meu primeiro aluno, amigo e companheiro de vida.

À Prof Dra. Rita de Cassia Café Ferreira, por acreditar no potencial deste trabalho e por todo apoio dado durante sua execução.

Aos pós-graduandos e alunos que se dispuseram em mediar os grupos de discussão no Facebook. Em especial à Ana Carolina, que foi uma verdadeira professora nas discussões e avaliações dos alunos e na redação dos artigos, muito me ensinando deste mundo acadêmico.

Aos docentes e alunos de pós-graduação que abriram as portas dos seus laboratórios para que fosse possível a execução do “Real Lab Day”.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos de Souza Ferreira, pelos conselhos, conversas e apresentações sempre muito inspiradoras.

Aos alunos que cursaram a disciplina BMM0584 e BMM0271, que além de contribuírem para esta pesquisa, foram companheiros de aprendizado e muito me ensinaram durante o decorrer dos semestres letivos, dando origem a boas amizades.

À equipe de especialistas, técnicos e auxiliares do departamento de microbiologia do ICB pelo companheirismo. Em especial ao Eduardo, que foi um verdadeiro amigo e companheiro de trabalho no preparo e execução das aulas práticas.

Aos alunos PAE que passaram pela disciplina, e muito colaboraram na execução deste projeto.

Aos colegas do LDV, pois mesmo que por muitas vezes distante, por motivos profissionais, sempre pude contar com a ajuda de cada um, e qualquer nomeação especial aqui seria uma verdadeira injustiça.

Ao departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biomédicas, pelo suporte acadêmico durante a execução deste trabalho. Em especial à Gisele e ao Renato da secretária de pós-graduação.

A Capes pelo apoio financeiro para participação em congressos – PROEX

RESUMO

PIANTOLA, Marco Aurélio Floriano. **Projeto Adote: Uma nova abordagem para o ensino de microbiologia**. 2019. XXf. Tese (Doutorado em Ciências - Microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

O Projeto Adote consistiu em desenvolver e aplicar novas estratégias para potencializar o ensino com pesquisa em microbiologia, envolvendo participação ativa e colaborativa dos alunos no processo de aprendizagem. Atuamos em quatro frentes: (i) o Projeto Adote uma Bactéria, que consiste no uso da rede social Facebook® como plataforma para o desenvolvimento de um ambiente de construção ativa e colaborativa do conhecimento, potencializando assim o processo de ensino-aprendizagem em microbiologia; (ii) o Projeto Adote um laboratório, Real Lab Day, que consiste em uma estratégia de ensino com pesquisa, levando o aluno a um contato direto com a pesquisa em microbiologia, proporcionando assim um ambiente de concretização de conhecimentos passados nas aulas teóricas; (iii) Padronização e otimização de aulas práticas de laboratório para os cursos de graduação; (iv) Avaliação das respostas dos alunos ao uso das estratégias de ensino aplicadas no contexto da microbiologia. As estratégias apresentadas neste trabalho foram aplicadas às turmas das disciplinas BMM0584 – Bacteriologia para os cursos de Ciências Biomédicas e Ciências Fundamentais para a Saúde e BMM0271 – Microbiologia Básica para Odontologia, ambos ministrados no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. Para avaliação das estratégias de ensino, aplicamos questionários anônimos e de preenchimento voluntário (QAV). As respostas apresentadas mostram que as estratégias de ensino adotadas tiveram ótima recepção pelos alunos. Observamos também mudanças nas fontes de consulta e retenção de conceitos chave em microbiologia. Os resultados demonstram que a aplicação de novas tecnologias de ensino pode levar ao aprimoramento do ensino em microbiologia com enorme potencial para motivar alunos e aumentar o conteúdo científico na área de conhecimento específico.

Palavras-chaves: ensino de microbiologia; metodologias ativas

ABSTRACT

PIANTOLA, Marco Aurélio Floriano. **Adopt Project: A new approach to micorbiology learning**. 2019. XXf. Tese (Doutorado em Ciências - Microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

The Adopt Project consisted in developing and applying new approaches to enhance research-based teaching in microbiology, involving the active and collaborative participation of students in the learning process. We operate on four fronts: (i) the Adopt a Bacteria Project, which consists of using the Facebook® social network as a platform for the development of an active and collaborative knowledge building environment, thus enhancing the teaching-learning process in microbiology; (ii) the Project Adopt a laboratory, Real Lab Day, which consists of a teaching-research strategy, leading the student to a direct contact with research in microbiology, thus providing an environment for the realization of past knowledge in lectures; (iii) the standardization and optimization of laboratory classes for undergraduate courses; (iv) evaluation of student performance impact following the use of teaching strategies applied in the context of microbiology. The strategies presented in this paper were applied to the BMM0584 – Bacteriology to Biomedical Sciences and Health Fundamentals Sciences and BMM0271 Basic Microbiology for Dentistry disciplines, both in Biomedical Sciences Institute of São Paulo University. To evaluate teaching strategies, we applied anonymous and voluntary questionnaires (QAV). The answers showed that the teaching strategies had a great positive impact in the learning process, as evaluated by the students. We also observed changes in the use of bibliographic sources and retention of key concepts in microbiology. The results show that the application of new teaching technologies may positively impact the microbiology teaching environment with enormous potential to motivate students and increase the scientific content in the specific area of knowledge.

Keywords: microbiology teaching; active methodologies

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO.....	19
3. PROJETO ADOTE	19
3.1 USO DE REDES SOCIAIS – “ADOTE UMA BACTÉRIA”	20
3.1.1 Desenvolvimentome aplicação da estratégia	20
3.1.2 Resultados.....	27
3.1.2 Discussão	37
3.2 ENSINO COM PESQUISA – “ADOTE UM LAB: REAL LAB DAY”	39
3.2.1 Desenvolvimento e aplicação da estratégia	39
3.2.2 Resultados.....	42
3.2.3 Discussão	48
3.3 OTIMIZAÇÃO DE PROTOCOLOS DE AULAS PRÁTICAS	49
3.3.1 Coloração e observação de esporos bacterianos	50
3.3.2 Visualização de capsula polissacarídica bacteriana.....	51
3.3.3 Análise da eficácia de desinfetantes em superfícies inertes.....	53
3.3.4 Discussão	54
3.4 AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DOS ALUNOS À APLICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS	55
4. CONCLUSÃO.....	55
5. REFERÊNCIAS	57
6. TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS	62
6.1. Apresentação oral.....	62
6.2. Apresentação em formato de pôster	63
7. OUTRAS ATIVIDADES	73
8. PUBLICAÇÕES.....	74
APÊNDICE A - Posteres apresentados no ano de 2018 na aplicação da estratégia “Adote um Lab: Real Lab Day”	75
APÊNDICE B – Adopt a Bacterium – an active and collaborative learning experience in microbiology based on social media. Brazilian journal of microbiology, v. 49, n. 4, p. 942-948, 2018.	83

1. INTRODUÇÃO

As formas de transmissão do conhecimento na sociedade sofrem modificações e o ambiente acadêmico não é exceção, com uma crescente demanda por inovações pedagógicas em todos os campos do conhecimento (Castanho, 2002). Song (2014) afirma que é visível a desmotivação dos alunos frente às aulas de microbiologia ministradas pelos docentes, e que uma das causas para isto pode ser o medo da terminologia científica empregada. O autor ainda cita como primeiro passo para a alteração deste panorama o envolvimento do aluno no processo de aprendizagem para que este se interesse pelo tema.

Carl Rogers (1972) já identificava a necessidade de mudanças no ensino, para ele o homem moderno vive em um ambiente dinâmico onde o que é ensinado torna-se rapidamente obsoleto e neste contexto, o único educado é aquele que aprendeu a aprender, aprendeu que nenhum conhecimento é seguro e que apenas o domínio do processo de busca do conhecimento dá uma base para segurança. Ele defende também que o sucesso do processo de aprendizagem não depende somente da erudição, planejamento, ou recursos do docente, mas principalmente no papel do docente como facilitador.

A abordagem de Rogers, implica em um ensino centrado completamente no aluno, que cria um ambiente de total liberdade para o aluno, tendo o professor, apenas como facilitador. Ambiente este que é totalmente contrário ao encontrado na maioria das aulas de microbiologia atualmente. Porém a total liberdade, como proposta, pode também apresentar problemas, tendo em vista que os alunos podem não estar

preparados para tal abordagem, neste caso, o autor recomenda que se dê um grau de liberdade confortável ao docente e observar os resultados.

O conceito de aprendizagem tem vários significados distintos; Condicionamento, aquisição de informação, aumento do conhecimento, mudança comportamental, uso do conhecimento na resolução de problemas, construção de novos significados, revisão de modelos mentais, dentre outros, inclusive novos significados, que possam estar surgindo neste exato momento.

Neste trabalho o conceito de aprendizagem será abordado nas suas formas cognitiva, afetiva e psicomotora, conforme descrito por David Ausubel, (Moreira, 1999) tendo em vista que as três abordagens devem ser consideradas quando falamos sobre o ensino de microbiologia em cursos de graduação.

Dentre as principais filosofias subjacentes à teorias de aprendizagem, sendo estas comportamentalismo, cognitivismo e humanismo, este trabalho se baseia tanto na filosofia construtivista, onde o aluno não é visto como um mero receptor de conhecimentos, mas sim como agente da construção de sua própria estrutura cognitiva, como nas ideias principais da filosofia humanista, apresentada por Novak (Moreira, 1999), onde o aprendiz é visto como um todo, sentimentos pensamentos e ações, além do intelecto, visando uma aprendizagem significativa, em que esse aprendiz, além de obter conceitos, é também empoderado para que possa dar significado ao conceito obtido, o que por sua vez, pode melhorar a retenção dos conteúdos propostos.

Segundo Severino (2008) é necessário que a aprendizagem no ensino universitário seja sustentada por uma permanente atividade de construção do conhecimento para que seja significativa para o aluno. É natural que gradualmente as aulas mais

tradicionais (expositiva), tendam a perder o interesse dos alunos, devido à participação passiva na recepção do conhecimento apresentado, e a facilidade de encontrar este conhecimento em outras fontes de informação, tais como a rede mundial de computadores (Internet) (Guarner, 2016).

Uma aprendizagem significativa é aquela em que o aprendiz (aluno), consegue relacionar as novas informações ao seu conhecimento prévio. Segundo Moreira (1999), para que uma aprendizagem ocorra de forma significativa é necessário que o material a ser aprendido esteja relacionado ao conhecimento prévio (potencialmente significativo) e/ou que esteja à disposição do aluno.

Peçanha (2016) apresenta aspectos neurofisiológicos que corroboram para a compreensão da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, estes aspectos neurofisiológicos, sugerem que existem três estilos de aprendizagem; visual, auditivo e cinestésico. Quando pensamos em elaborar uma metodologia de ensino diferenciada visando a assimilação de um conteúdo de forma significativa, devemos considerar que teremos na mesma turma, alunos que atendem aos três estilos de aprendizagem.

CUNHA (1992) cita que o ensino deve atender a um jogo de expectativas que ocorre entre professor e aluno. Jogo este onde o aluno valoriza além do conhecimento apresentado pelo professor, a afetividade no trato com este aluno.

Masseto (2004) apresenta algumas sugestões que afetam pontos-chave do ensino universitário. Neste período de intensa transformação nas formas de transmissão do conhecimento, como àquelas advindas da exploração das novas tecnologias de informática, a implementação de novas metodologias que estimulem o aluno e o levem a participar de forma ativa no processo de aprendizagem e conduzam a uma relação de parceria e co-responsabilidade com os docentes. Considerando até a elaboração de um

“contrato didático” onde aluno e professor participam conjuntamente na elaboração do plano de aula da disciplina. Este “contrato” é uma das formas de trazer a realidade e formalizar as “regras” do jogo citado por Cunha (1992), demonstrando um caráter atemporal do ensino, que contrapõe, mas não exclui o caráter dinâmico do mesmo.

Observa-se cada vez mais a necessidade de o aluno ser o sujeito ativo na construção do conhecimento. Uma das formas de alcançar esse objetivo no ensino superior é o envolvimento em procedimentos de produção do conhecimento científico por meio da mediação do ensino pela pesquisa, ou seja, trabalhando a partir de fontes, o aluno chega ao objeto da aprendizagem que pretende alcançar, realizando ele mesmo a construção de conhecimento e tendo o respaldo da pesquisa científica. (Severino, 2008; Freeman, 2014; Webb, 2016).

Freire (1996) expõe a necessidade de uma liberdade, concedida pelo educador, para que o educando, como ele chama, seja instigado a ter sua curiosidade valorizada, ao invés de tentar “domesticá-la”, ao mesmo tempo em que o educando vai assumindo seu papel na produção do conhecimento, ao invés de mero receptor deste. Esta é a base principal de todas as metodologias ativas de ensino-aprendizagem, que propõe que sejam utilizadas no ensino superior.

Estas, utilizam a problematização como estratégia, com o objetivo de alcançar e motivar o aluno, pois diante do problema força-o a refletir e relacionar a sua história e, com isso, passa a ressignificar suas descobertas. A problematização pode levá-lo ao contato com as informações e à produção do conhecimento. (Mitre, 2008)

Lampert (2008) define o ensino com pesquisa “como uma seqüência organizada de situações estimuladoras e desafiadoras de aprendizagem, na qual professor e alunos estão envolvidos como sujeitos do processo, na perspectiva de formação de cidadãos

críticos, capazes de entender e transformar a realidade circundante”. O que corrobora, com as idéias de Freire de criar um aluno que aprenda a aprender, ao invés de apenas receber as informações.

Ensinar com pesquisa é também ensinar para a pesquisa, pois desperta no aluno o senso investigativo que é imprescindível à pesquisa. Segundo Lampert (2008) este ensino com pesquisa e para a pesquisa é uma opção que possibilita ao docente redimensionar o processo de ensino sob uma nova ótica, capaz de transformar o aluno de objeto do processo de aprendizagem a sujeito deste mesmo processo. Demo (1994) lembra que sendo uma das atividades principais da universidade a pesquisa, o docente tem por incumbência incentivar o aluno a ser um novo pesquisador por meio da investigação constante para que o ensino não se reduza a mera reprodução de conhecimentos.

O ensino com pesquisa se diferencia do ensino para pesquisa apenas, segundo o grau de autonomia do aluno, sendo que no ensino com pesquisa a ausência de uma autonomia própria do aluno pesquisador caracteriza a necessidade de mediação docente na construção do conhecimento, o que não se faz necessário no caso do ensino para a pesquisa que ocorre durante a pós-graduação “stricto-sensu” (Anastasiou, 2004).

A proposta de ensino com pesquisa desenvolve no aluno habilidades intelectuais básicas da reflexão e acrescenta outras características como a originalidade e o domínio do campo do conhecimento pesquisado. Esse processo também deve resultar no despertar da agudeza de reflexão, na capacidade aumentada de resolução de problemas, no estímulo ao debate, intercâmbio de opiniões, aprofundamento do entendimento, promoção da flexibilidade, na autonomia acrescida de criticidade e

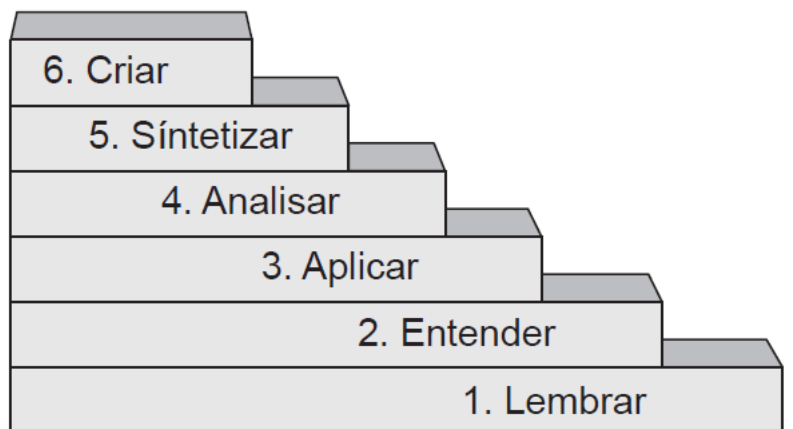
criatividade, na atitude de questionar e construir argumentos, na capacidade de comunicar e redigir resultados e analisar dados. Como consequência espera-se que o aluno desenvolva autonomia de forma a trabalhar de forma cooperativa que resulte em aumento na capacidade de discutir pontos de interesse com os pares e com os professores de tal forma que consiga construir um saber de forma contextualizada (Lampert, 2008; Gomes, 2011).

Masseto (2004) indica como forma de aplicar o ensino com pesquisa, o uso de TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), o que segundo ele alteraria radicalmente a disposição de se entregar todas as informações prontas e sistematizadas apenas para memorização do aluno, para torná-lo sujeito no processo de aprendizagem valorizando a parceria entre professor e aluno neste processo. Sendo visível a ampla inserção dos alunos em um ambiente interativo de uso diário das TICs. Neste estudo sugerimos a utilização de uma rede social (Facebook®) como ferramenta para a interação entre os sujeitos deste ensino com pesquisa, maximizando a interação professor-aluno e aluno-aluno e, por consequência, a construção do conhecimento por meio da socialização de resultados de pesquisa, como preconizado por vários autores (Moran, 2006; Racaniello, 2010; Cann, 2015, Rutherford, 2015). A escolha da rede social, as metodologias desenvolvidas para o ensino com pesquisa, as formas de avaliação dos alunos, e a otimização das aulas práticas foram desenvolvidas pensando em tornar o processo de aprendizagem significativo para os três estilos de aprendizagem, de forma que todos os alunos pudessem assimilar o conteúdo da melhor forma.

Considerando que a microbiologia é uma ciência que apesar da vasta possibilidade de aplicações de estratégias de ensino, que enfoquem o campo afetivo dos alunos ou

mesmo o cinestésico, é de extrema importância que ocorra assimilação cognitiva de conteúdos para que o aluno apresente conhecimento necessário e esperado de um curso de graduação. Para tanto, em todas as estratégias desenvolvidas durante o projeto, foi considerada a possibilidade de alcance de todos os objetivos cognitivos de aprendizagem apresentados por Bloom (1956) e revisado por Krathwohl (2002). (Figura 1).

Figura1: Categorização da taxonomia de Bloom, revisada por Krathwohl em 2001, apresentando os objetivos cognitivos. Onde o aluno deve iniciar pelo lembrar, objetivando atingir, ao final de um processo de aprendizagem, os níveis mais altos de sintetizar e criar.



Fonte: Modificada de Ferraz et. al. (2010)

Para a presente tese avaliamos o desenvolvimento de novas estratégias de ensino em microbiologia que envolveram o uso de redes sociais, ensino alinhado à pesquisa aplicada e a otimização de aulas práticas. Tais experiências visaram potencializar o processo ensino-aprendizagem dos alunos para além da sala de aula, e favorecer o

aprendizado para que este vá além de mera memorização dos conteúdos, tornando o aprendizado em microbiologia uma experiência agradável e inspiradora para esses alunos e que resultasse na melhoria da retenção de conteúdos chave em microbiologia.

As três metodologias serão apresentadas separadamente, visando um melhor entendimento das motivações, desenvolvimento, aplicabilidade e resultados obtidos com cada uma delas. Ao final apresentamos uma discussão que abrange as três metodologias desenvolvidas no decorrer desta tese.

Figura 2: Referencial bibliográfico (abreviado) utilizado para o desenvolvimento da metodologia do “Projeto Adote” e de cada uma das estratégias que compõe esta metodologia.

<h2 style="text-align: center;">Projeto Adote</h2> <p style="text-align: center;">Referenciais: Freire; Ausubel; Severino</p>		
<p style="text-align: center;">(i)</p> <p style="text-align: center;">“Adote uma bactéria”</p> <p style="text-align: center;">Uso de redes sociais para o ensino de microbiologia</p> <p>Referenciais: Botte; Kinchin; Legaree; Juliani; Donlan; Guarner; Masseto; Freeman; Webb; Moran; Rancaniello; Rutherford</p>	<p style="text-align: center;">(ii)</p> <p style="text-align: center;">“Adote um Lab: Real Lab Day”</p> <p style="text-align: center;">Ensino com pesquisa</p> <p>Referenciais: Lampert; Demo; Anastasiou; Gil; Stender</p>	<p style="text-align: center;">(iii)</p> <p style="text-align: center;">Otimização de protocolos de aulas práticas</p> <p>Referenciais: Castanho; Song; Ausubel</p>

Fonte: Próprio autor

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é desenvolver, aplicar e avaliar a efetividade da utilização de novas estratégias para potencializar o ensino de microbiologia, envolvendo participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, seja ele teórico ou prático.

Como objetivos específicos, temos:

- (i) Aplicação do projeto “Adote uma Bactéria”, que consiste no uso da rede social Facebook® como plataforma para o desenvolvimento de um ambiente de construção ativa e colaborativa do conhecimento, potencializando assim o processo de ensino-aprendizagem em microbiologia

- (ii) Aplicação do projeto “ Adote um laboratório “, denominado *Real Lab Day*, que consiste em uma estratégia de ensino com pesquisa, levando o aluno a um contato direto com a pesquisa em microbiologia., proporcionando ao aluno um aprendizado significativo na prática.

- (iii) Padronização e otimização de aulas práticas de laboratório para os cursos de graduação, em que foram aplicados a metodologia.

- (iv) Avaliação das respostas dos alunos ao uso das estratégias de ensino aplicadas no contexto da microbiologia

3. PROJETO ADOTE

O Projeto Adote, foi uma abordagem que utilizamos nas disciplinas BMM0271 – Microbiologia básica para odontologia e BMM0584 – Bacteriologia, para os cursos de Ciências Biomédicas e Ciências Fundamentais para a Saúde (CFS), ministradas no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo para implementar

diferentes estratégias de ensino, visando o aprendizado significativo dos conteúdos pelos alunos de graduação. As estratégias implementadas, serão apresentadas a seguir, organizadas de forma a facilitar o entendimento e a correlação entre metodologia aplicada e resultados obtidos, por meio das avaliações feitas.

3.1 USO DE REDES SOCIAIS – “ADOTE UMA BACTÉRIA”

3.1.1 Desenvolvimento e aplicação da estratégia

O projeto “Adote uma bactéria” consiste em utilizar a plataforma da rede social Facebook® como ferramenta de ensino com pesquisa, aliada às aulas práticas ministradas nos laboratórios didáticos. Para cada turma foi criado um grupo secreto (somente os membros tiveram acesso ao conteúdo das postagens) na plataforma Facebook®, visando a garantia da privacidade dos membros e do material postado. A escolha da plataforma Facebook® deve-se à facilidade de publicação de textos e arquivos com posterior discussão, o que favorece uma construção ativa e colaborativa do conhecimento pelos alunos e uma comunicação mais próxima entre alunos e entre os alunos e professor (Juliani, 2012; Donlan, 2012; Botte, 2014; Legaree, 2014; Legaree, 2015).

Atualmente a forma de comunicação amplamente utilizada pelos alunos de graduação é via redes sociais. Sendo estas as formas de comunicação comum entre eles, estas também podem ser utilizadas como ferramentas para possibilitar o intercâmbio de significados, sendo necessário um ambiente que permita que todos “falem” e tenham a oportunidade de “falar” para que construam um ambiente ótimo de aprendizagem.

As turmas foram divididas em grupos formados pelos próprios alunos, para que eles pudessem escolher com quem trabalhar e não haver o interferente afetivo, como um impedimento na execução do trabalho. Os grupos foram formados de acordo com o número de gêneros bacterianos a serem estudados. Cada grupo foi acompanhado por pelo menos um aluno de pós-graduação e um aluno de graduação, que atuaram como mediadores. O papel do mediador aqui foi de atuar na interação com os alunos instigando o aluno com questionamentos que o orientem à fonte principal do conhecimento, o mediador muitas vezes apresentou problematizações que levaram o grupo a pesquisar e construir um conhecimento próprio. Antes do início das postagens, o docente responsável se reuniu com os mediadores para apresentar o projeto, explicar como deveria ser e relação docente-mediador-aluno e apresentar o papel dos mediadores durante o período de postagens e na elaboração de seminários. Uma outra função dos mediadores foi a de orientar os alunos no processo de construção de novos conceitos e direcionar o rumo das postagens com o intuito de diagnosticar erros conceituais, esclarecer dúvidas e indicar possíveis tópicos pertinentes aos temas. Os mediadores também participaram dando um “feedback” rápido para os alunos quanto às postagens e suporte ao docente com relação ao esclarecimento de dúvidas apresentadas pelos alunos. Ao final do período de postagens os mediadores auxiliaram os alunos na síntese das informações mais importantes que foram postadas, e que deveriam fazer parte da apresentação final. O papel dos mediadores foi importante para que os alunos conseguissem identificar as informações mais importantes e para que estimulassem a capacidade de síntese nos alunos. A presença de alunos de graduação como mediadores, também possibilitou que aplicasse a teoria apresentada por Vigotsky de Zona de Desenvolvimento Proximal, que consiste na mediação de alunos por

alunos, os quais tem a mesma linguagem e sinais, que permite muitas vezes um melhor entendimento do conteúdo, além de ter o processo de ensino aprendizagem facilitado pela interação afetiva entre os próprios alunos.

A divisão organizacional do Adote uma Bactéria, em grupos, possibilita a troca de experiência entre os alunos, de forma se crie um ambiente de aprendizagem colaborativa entre os aprendizes e além disso possibilita que os alunos tenham contato direto com os mediadores (alunos de graduação e pós-graduação) que fornecem orientação científica sobre a bactéria adotada, permitindo uma comunicação mais eficiente durante o processo de construção do conhecimento. Cabendo ao docente, apenas manter um acompanhamento constante dos conteúdos postados, e avaliar o trabalho apresentado ao final do projeto, de forma mais imparcial por não ter participado na elaboração do conteúdo por nenhum grupo.

Durante a disciplina, os alunos utilizaram a bactéria adotada em uma das aulas práticas para observar características particulares do gênero adotado, como morfologia, coloração de Gram, crescimento em meios de cultivo ricos, pobres, seletivos e diferenciais, além de técnicas de coloração de estruturas particulares de cada gênero, objetivando um aprendizado significativo por meio da visualização de características da bactéria que foram postadas na página do Facebook® durante o período de construção do conteúdo.

Ao final do período de postagens, os alunos tiveram que passar por uma etapa que foi utilizada como avaliação somativa do conteúdo assimilado, mas também foi uma forma de que todos os alunos obtivessem o acesso ao conhecimento construído durante o período de pesquisa e postagens. Para essa etapa, os alunos tiveram que apresentar um seminário sobre o gênero que tinham adotado, porém foram convidados

a utilizarem sua criatividade para passar esse conhecimento da forma que eles pensavam que seria melhor assimilado pelos colegas de turma. Na apresentação dos seminários foi possível observar características como originalidade, domínio do campo pesquisado, pertinência das informações apresentadas, fontes seguras pesquisadas, senso crítico com relação aos resultados de pesquisa feita, capacidade de analisar e interpretar dados, comunicação e redação dos resultados obtidos, contextualização da pesquisa e criatividade na elaboração da melhor forma de apresentação.

Esses seminários foram avaliados pelos mediadores, pelo docente responsável pela disciplina e por docentes colaboradores que não participaram do grupo no Facebook®, para que os mesmos fossem avaliados quanto ao conteúdo apresentado pelos alunos com imparcialidade, visando apenas avaliar a coerência nas informações apresentadas.

O “Adote uma Bactéria” aliando o uso de redes sociais ao ensino de microbiologia, surgiu da necessidade observada pela Prof^a Rita de Cassia Café Ferreira, docente responsável pela disciplina BMM0584 – Bacteriologia que observou um certo desinteresse e pouca interação dos alunos pelo método tradicional de ensino, onde o professor apenas informa o conteúdo aos alunos, sem que estes sejam sujeitos na construção ou pesquisa desse conhecimento. Após conversas com os alunos da turma de 2013, iniciamos o “Adote uma Bactéria”, como uma estratégia piloto nessa mesma turma. O nome foi escolhido, visando trazer um caráter afetivo entre os alunos e o tema que seria estudado, nesse ano iniciamos o uso da rede social e dos seminários criativos, os mediadores, eram todos alunos de pós-graduação voluntários, que desenvolviam seus trabalhos no laboratório de desenvolvimento de vacinas, coordenado pela Prof^a Rita Café e pelo Prof. Luis Carlos de Souza Ferreira. O sucesso do Adote no ano de 2013, fez com que em 2014 apresentássemos o projeto da

presente tese para a comissão de pós-graduação para que pudéssemos aprofundar os estudos desse campo que permeia entre o ensino-aprendizagem na educação de nível superior e a microbiologia como disciplina chave para a formação de profissionais da área da saúde.

O Adote uma bactéria de 2014 já teve uma aplicação bem mais estruturada, onde iniciamos o projeto com a apresentação de diretrizes para os alunos, e iniciamos a aplicação dos questionários para avaliar a assimilação de conteúdo e a avaliação do projeto por esses alunos. Nesse ano optamos por mudar o nome do grupo no facebook para “Facebact: Adote uma bactéria no Face, no Lab e no Book”, pois nesse ano optamos por adicionar uma aula prática onde os alunos trabalhassem com a bactéria adotada, visando tornar a aprendizagem mais significativa, com a observação real de características macro e micro-morfológicas, metabólicas, de crescimento e coloração de cada micro-organismo. No ano de 2014, também adicionamos a produção de um material físico escrito, onde foi solicitado aos alunos que formatassem o conteúdo pesquisado a uma linguagem que fosse acessível a toda população. Um outro ponto importante, foi a participação de alunos da turma de 2013, como mediadores do projeto na turma de 2014, sendo um ponto importante a destacar que a ideia desta participação, surgiu de alunos interessados em continuar participando do projeto mesmo após o final da disciplina, agregando muito valor às discussões no facebook e trazendo uma visão, que segundo a teoria de Vigotsky, seria de alguém na mesma Zona de Desenvolvimento Proximal da turma que estava cursando a disciplina pela primeira vez. Vale destacar que, após esse ano, a participação de alunos egressos da disciplina como mediadores, se tornou uma marca do projeto, sendo necessário hoje, inscrição e participação em uma seleção para ser mediador do “Adote uma Bactéria”.

Durante as avaliações e apresentação de seminários do adote de 2014, percebemos que estava havendo um “gap” de conteúdo, pois ao focar o conteúdo que seria adaptável às aulas práticas, observamos que os alunos não assimilavam com excelência o conteúdo de genética bacteriana, que é um conteúdo importantíssimo, não só para a disciplina de bacteriologia, mas também para as disciplinas subsequentes do curso, que necessitam uma boa assimilação desse conteúdo para a introdução de novos conteúdos na área de biotecnologia e bioinformática. Por isso, em 2015 optamos por focar o projeto no estudo do genoma dos gêneros “adotados” e como funcionaria a correlação deste genoma com as características morfológicas e metabólicas das bactérias. Nomeamos o grupo no Facebook como “FaceGenoma: Adote uma bactéria e seu genoma”. Com essa alteração, obtivemos ótimos resultados na retenção de conteúdos de genética bacteriana e pudemos observar uma boa assimilação no que se refere à correlação entre genoma e características metabólicas dos micro-organismos. Este enfoque na correlação entre genética bacteriana e características metabólicas dos micro-organismos, além de render ótimos seminários e materiais de divulgação por parte dos alunos, ainda nos rendeu um prêmio de melhor pôster da área de ensino no congresso internacional de genética.

Ainda no ano de 2015, iniciamos a aplicação da metodologia do “adote uma bactéria” na disciplina BMM0271 – Microbiologia básica para Odontologia, a qual necessitou de mais algumas adaptações devido ao caráter tecnicista do curso e menor carga horaria, porém após o período de adaptações percebemos que seria possível a aplicação desta metodologia, também a esta disciplina, fazendo parte hoje do cronograma da disciplina e contando como uma das formas de avaliação.

Em 2016, observamos que o projeto estava com a formatação ideal para continuar como uma atividade inerente à disciplina de bacteriologia, onde os alunos que ingressavam na disciplina já questionavam ansiosamente sobre quando seria o início do projeto, e os egressos da disciplina sobre quando poderiam se inscrever para atuarem como mediadores. Devido a este interesse dos alunos, optamos por voltar o nome original no grupo do Facebook “Adote uma Bactéria”, agregando todas as melhorias adaptadas nos últimos anos, como as aulas práticas, material de divulgação e discussões que correlacionassem o genoma bacteriano com as características apresentadas nas postagens. Hoje, o Adote uma Bactéria é uma atividade que faz parte da disciplina de bacteriologia BMM0584, sendo um componente importante na avaliação dos alunos e que tem tido uma ótima aceitação por parte dos mesmos.

Para avaliar a percepção qualitativa dos alunos foram utilizados questionários estruturados, anônimos e de preenchimento voluntário (QAV), aplicados no início do projeto (QAV1), ao final da disciplina (QAV2) e seis meses após o final da mesma (QAV3). Esses primeiros questionários, na sua primeira versão avaliavam a percepção dos alunos, porém não seguiam a escala de Linkert. Visando a avaliação dos dados por mais de uma ferramenta e a validação dos dados ao final do trabalho, mantivemos o programa de aplicação dos questionários, porém foram elaborados novos questionários para que seguissem a escala de Linkert, mantendo os mesmos objetivos propostos para as primeiras versões. Esse processo foi aplicado em quatro turmas da disciplina BMM0584 – Bacteriologia e duas turmas da disciplina BMM0271 – Microbiologia Básica para Odontologia, para que pudéssemos avaliar e comparar o desenvolvimento das características relacionadas anteriormente e a avaliação dos alunos com relação ao projeto.

3.1.2 Resultados

Como dito anteriormente alguns questionários tiveram suas versões modificadas para validação dos resultados, o QAV1 aplicado no início do projeto às turmas que cursaram a disciplina BMM0584 foi preenchido por 61 alunos. Na turma que cursou a disciplina BMM0271, o QAV1 foi preenchido por 25 alunos. O QAV2 na sua primeira versão, foi aplicado no final do projeto às turmas da disciplina BMM0584, foi preenchido por 68 alunos, Na turma que cursou a disciplina BMM0271, o QAV2 foi preenchido por 41 alunos, totalizando 109 alunos. O QAV3 foi aplicado seis meses após o final da disciplina e preenchido por 41 alunos.

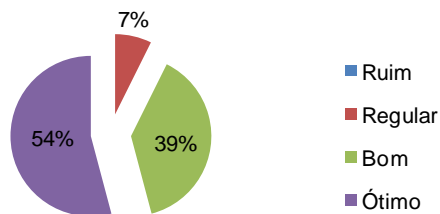
O QAV1, não teve sua versão alterada, pois é composto apenas de uma pergunta aberta “O que você sabe sobre a bactéria adotada?”, que visa avaliar o conhecimento prévio que os estudantes têm com relação à bactéria que acabaram de adotar. O QAV1 foi aplicado logo após os alunos sorteaem o gênero bacteriano que eles iriam “adotar” durante o projeto. Nas respostas pudemos observar respostas curtas, de no máximo quatro linhas, para as turmas das duas disciplinas. Estas respostas eram comumente baseadas no senso comum e em alguns casos apresentavam erros conceituais claros. Na turma da disciplina BMM0271, que não haviam tido contato formal com o conteúdo de bacteriologia, observamos uma grande quantidade de respostas que demonstravam ausência total de conhecimento sobre aquele gênero bacteriano. A turma da disciplina BMM0584, que havia tido contato prévio com o conteúdo de bacteriologia durante os primeiros meses da disciplina, já apresentavam algum conhecimento-prévio sobre o tema, porém com alguns erros conceituais. Para facilitar a visualização gráfica e a contagem das palavras, as respostas foram compiladas no Wordle® (um aplicativo que

O QAV2 na sua primeira versão, foi aplicado aos alunos das disciplinas BMM0584 e BMM0271 no ultimo dia de aula da disciplina, com o objetivo de avaliar a percepção destes alunos com relação ao desenvolvimento da estratégia “Adote uma Bactéria” durante a disciplina. Este QAV foi composto de cinco questões fechadas, com opção definida de escolha, e um espaço para sugestões, comentários e críticas sobre o projeto que foram consideradas para a elaboração do projeto no ano seguinte. As questões foram: “Avalie o Projeto Adote, como uma abordagem para o ensino de microbiologia” na qual 54% (59) dos alunos avaliaram como ótimo 39% (42) bom e 7% (08) regular. Outra pergunta feita foi: “Como você avalia sua participação neste projeto?” para a qual 29% (32) dos alunos responderam como ótima, 58% (63) como boa, 12% (13) como regular e 1% (01) como ruim. Outra pergunta feita foi: “Este projeto facilitou o entendimento dos conteúdos propostos pela disciplina?” e as respostas para essa questão foram: 95% (104) dos alunos responderam sim e 5% (05) responderam não. Outra pergunta feita foi: “Como você avalia a utilização do Facebook® como plataforma para o desenvolvimento do projeto?” e as respostas foram: 43% (47) avaliaram como ótima, 39% (43) como boa, 13% (14) como regular e 5% (05) como ruim. (Figura 4)

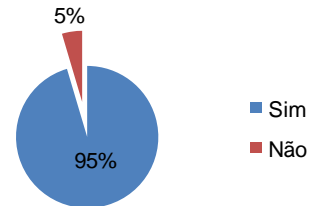
Por fim, perguntamos aos alunos “Durante o projeto, você utilizou novas fontes de informação além das que normalmente utilizava? As respostas foram: 68% (74) responderam que sim e 32% (35) responderam que não. Aos que responderam sim, outra pergunta foi feita: “Se sim, quais?” As respostas a esta pergunta foram compiladas no Wordle que evidenciou, que grande parte dos alunos responderam “Artigos Científicos”. Outras respostas também demonstraram uma migração nas fontes de consulta tradicionais para fontes de caráter científico (Figura 5).

Figura 4: Percepção dos alunos com relação ao projeto Adote. O QAV (Q2) foi aplicado aos alunos no último dia de aula da disciplina para que pudéssemos ter um “feedback” da percepção que esses alunos acompanharam o desenvolvimento do projeto durante a disciplina.

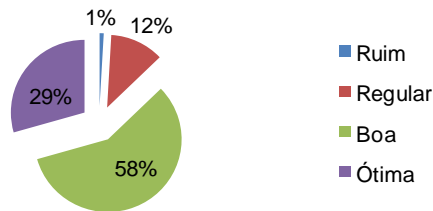
Avalie o "Projeto adote", como abordagem para o ensino de microbiologia.



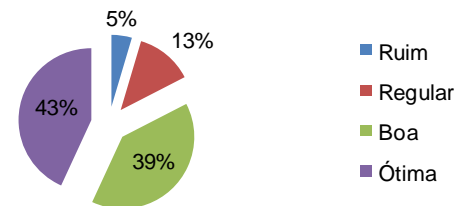
Este projeto facilitou o entendimento dos conteúdos propostos pela disciplina?



Como você avalia sua participação no projeto?

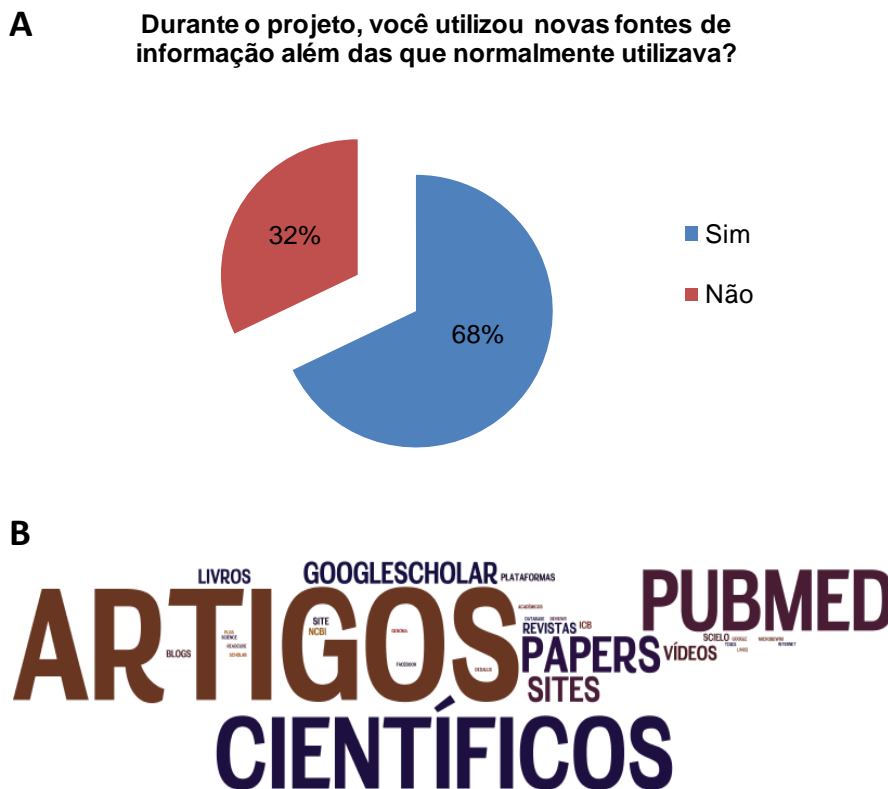


Como você avalia a utilização do Facebook como plataforma para o desenvolvimento do projeto?



Fonte: Próprio autor

Figura 5: Impacto do projeto Adote na mudança das fontes de pesquisa utilizadas pelos alunos. **A:** No Q2 os alunos também foram questionados sobre a utilização de novas fontes de pesquisa e a maioria deles afirmou que utilizou novas fontes, que não haviam utilizado antes. **B:** Adicionalmente, pedimos que esses alunos citassem que novas fontes de pesquisa tinham utilizado, e construímos uma nuvem de palavras com as respostas. Essa nuvem nos mostrou uma busca por fontes de caráter científico, tais como Artigos Científicos e PUBMED.



Fonte: Próprio autor

Seis meses após o final da disciplina, os alunos foram convidados a preencherem o QAV3. Neste QAV os alunos responderam ao seguinte questionamento “Caso você se lembre, cite algumas características importantes da bactéria adotada”. Nosso objetivo com esta questão foi avaliar a retenção de conceitos de bacteriologia pelos alunos seis

O QAV2 (Versão 2) foi composto de 14 afirmações, as quais os alunos possuem 5 opções para marcar; Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indiferente ou Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF). Além disso, o questionário possui duas perguntas fechadas, visando a auto-avaliação do aluno e a análise da mudança de atitude com relação às fontes de informação pesquisadas, e um espaço aberto para sugestões, comentários e críticas.

As afirmações que compõe o questionário estão apresentadas abaixo:

1. O “Adote uma bactéria” é uma boa abordagem para ensinar microbiologia.
2. Aprendi novos conceitos com o “Adote uma bactéria”.
3. O “Adote uma bactéria” facilitou o entendimento dos conceitos passados em sala de aula.
4. O Facebook® é uma boa plataforma para o desenvolvimento do projeto.
5. O “Adote uma bactéria” me incentivou a ler mais sobre microbiologia.
6. O conteúdo postado por outros grupos me despertou interesse.
7. O tempo para o desenvolvimento do projeto foi suficiente.
8. Utilizei conceitos básicos passados em sala de aula na elaboração de conteúdos postados.
9. O “Adote uma bactéria” proporcionou discussões e troca de informações entre os alunos.
10. Os seminários de socialização de resultados foram proveitosos para aprender mais sobre as outras bactérias.
11. O “Adote uma bactéria” me despertou interesse por uma iniciação científica em microbiologia.

12. Durante o “Adote uma bactéria” pude relacionar conceitos de microbiologia com minha realidade pessoal.

13. As aulas teórico-expositivas foram importantes para a elaboração dos conteúdos postados.

14. Os mediadores foram importantes na orientação do grupo durante o “Adote uma bactéria”.

Tabela 1: Quantitativo das respostas do QAV na sua segunda versão.

BMM0584	CF	C	I	D	DF	NP
1	8	21	5	4	1	
2	15	18	4	1	1	
3	3	18	15	3		
4	11	14	5	9		
5	7	13	9	7	3	
6	7	14	11	4	3	
7	2	9	5	15	8	
8	4	24	4	5	2	
9	5	23	7	4		
10	7	18	8	6		
11		10	17*	7	5	
12	11	18	6	3	1	
13	4	16	11	4	4	
14	18	17	2	2		

BMM0271	CF	C	I	D	DF	NP
1	23	21	7			
2	22	28	1			
3	21	23	4	3		
4	14	24	7	4	2	
5	15	26	7	2		1
6	4	26	16	5		
7	8	30	6	6	1	
8	18	25	5	3		
9	17	20	9	5		
10	23	23	4	1		
11	1	8	19*	11	12	
12	20	19	8	3	1	
13	12	29	7	2		1
14	24	22	5			

Fonte: Próprio autor

As respostas dos alunos das duas disciplinas foram bem distribuídas (Tabela 1) entre as opções, porém sempre mantendo uma tendência para a concordância ou discordância, possibilitando que para análise dos resultados, observemos qual foi a alternativa preenchida pela maioria. Os alunos da disciplina BMM0584 (2017) discordaram apenas da seguinte afirmativa “O tempo para o desenvolvimento do projeto foi suficiente”, demonstrando um potencial interesse em desenvolver um trabalho mais elaborado, caso o tempo disponibilizado fosse maior. Os alunos da disciplina BMM0271 (2017) concordaram que o tempo foi suficiente e com as outras afirmações, mas discordaram quando afirmado “O Adote uma bactéria me despertou interesse por uma iniciação científica em microbiologia”, o que é considerado esperado devido ao caráter tecnicista e clínico do curso de Odontologia da Universidade de São Paulo.

O QAV3 (versão 2) é composto por 3 afirmações as quais os alunos possuem 5 opções para marcar; Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indiferente ou Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF) e uma questão aberta “O que você se lembra da bactéria adotada?” que visa avaliar a retenção de conteúdo pelo aluno seis meses após o final da disciplina.

A versão 2 do QAV3 foi aplicado à turma da disciplina BMM0584 (2016) tendo sido preenchido por 17 alunos, e à turma da disciplina BMM0271 (2016), tendo sido preenchido por 11 alunos. Os alunos da disciplina BMM0584 apresentaram uma boa retenção, dando-se ênfase para o conceito chave de patogênese, o qual foi lembrado por 13 dos 17 alunos que preencheram o questionário. Os alunos da disciplina BMM0271 apresentaram uma maior retenção do mesmo conceito, sendo lembrado por 07 dos 11 alunos que preencheram o questionário, porém muitos alunos também se

lembraram da utilização da toxina botulínica na odontologia como tratamento, demonstrando, que no caso de cursos com caráter tecnicista, como a odontologia, a relação entre o tema estudado e a prática profissional pode auxiliar na retenção do conteúdo. Com relação às afirmações apresentadas aos alunos, a maioria deles, nas duas turmas, concordou com as afirmações apresentadas.

3.1.3 Discussão

Os resultados coletados com o QAV2 nas suas duas versões, nos mostraram uma boa recepção dos alunos à aplicação desta nova metodologia e ao desenvolvimento de um ambiente ativo de aprendizagem. As respostas negativas, apesar de serem minoria, representam a necessidade de algumas mudanças e adaptações da metodologia de turma para turma. Os resultados das avaliações indicam um panorama atual sobre a necessidade de implementação de diferentes metodologias em uma mesma turma, pois um aluno que não se desenvolve bem e tem um baixo aproveitamento em uma plataforma digital, pode ter um melhor aproveitamento quando do uso de outra estratégia.

A mudança na atitude dos alunos com relação à fonte de pesquisa é um ponto importante a ser considerado, pois, a partir da experiência desenvolvida com o projeto, os alunos passaram a tomar conhecimento e a utilizar artigos científicos como fonte confiável de coleta de dados e informações. Foi possível observar também que os alunos desenvolveram uma atitude crítico-científica com relação ao material que estavam consultando.

Quando comparados os resultados do QAV1 e do QAV3, pudemos observar que os alunos iniciam o projeto com conhecimentos baseados no senso-comum, cometem

erros conceituais e uma baixa freqüência no uso de palavras de caráter científico referente à bactéria que adotaram. Porém, após o final do período de postagens, esses alunos avaliaram o projeto como uma estratégia que os auxilia no entendimento dos conteúdos propostos pela disciplina. Seis meses após o final da disciplina, a freqüência e variedade de termos científicos utilizados aumenta de tal forma, que é possível concluir que houve, além de uma boa retenção de conteúdos, a incorporação de uma linguagem científica inerente à formação do aluno de graduação na área científica específica.

Observamos também a necessidade de um conhecimento prévio básico sobre o tema, pois no caso da turma da disciplina BMM0271 o desenvolvimento do projeto durante o período de postagens foi afetado pela ausência de conhecimentos prévios sobre o tema, como evidenciado pelo QAV1, o que nos permitiu observar a possibilidade de adaptar a metodologia ao perfil dos alunos mesmo durante o decorrer do projeto, reorganizando o período de postagens para que esses alunos pesquisassem também sobre os conceitos mais básicos referentes à bactéria adotada.

Na turma da disciplina BMM0584 observou-se que as aulas teórico-expositivas ministradas nas primeiras semanas da disciplina, criaram novos subsunçores por meio de organizadores prévios que facilitaram a ocorrência de aprendizagem significativa durante o desenvolvimento do projeto.

Sendo um dos objetivos a divulgação do projeto para que o mesmo possa ser aplicado em outras instituições, cursos e disciplinas; podemos citar como resultado qualitativo a aplicação da metodologia do “Adote uma Bactéria” na disciplina de microbiologia do curso de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Sergipe

- Campus Lagarto e na disciplina de Biotecnologia do curso de Ciências Biomédicas da Universidade Estadual de Santa Cruz – Bahia.

Outro fruto deste projeto foi a criação de uma página aberta no Facebook® para divulgação da microbiologia, denominada “Adote o Ensino em Microbiologia” onde editores selecionados postam informações sobre microbiologia, tornando-a uma fonte confiável de informação e pesquisa em microbiologia. Esta página hoje conta com dez editores, e mais de 25 mil seguidores.

3.2 ENSINO COM PESQUISA – “ADOTE UM LAB: REAL LAB DAY”

3.2.1 Desenvolvimento e aplicação da estratégia

A estratégia de ensino com pesquisa se baseou no apresentado por Anastasiou (2004) com modificações pertinentes à aplicação no curso superior de ciências biomédicas e CFS e foi aplicada com o nome de “Adote um Lab: Real Lab Day”. Essa metodologia consistiu em uma colaboração com laboratórios que desenvolvem pesquisas em microbiologia dentro e fora do Departamento de Microbiologia da Universidade de São Paulo. Essa integração é importante para que os alunos tenham uma visão completa das atuações da microbiologia em diversos campos do conhecimento. Durante o projeto, trabalhamos com mais de 10 laboratórios diferentes, sendo laboratórios no Departamento de Microbiologia do Instituto de Ciências Biomédicas, Instituto Butantan, Faculdade de Ciências Farmacêuticas e Instituto de Química. A escolha dos laboratórios convidados leva em consideração a possibilidade de permitir aos alunos expandirem seus conhecimentos em bacteriologia, para além do que as aulas teóricas e práticas podem proporcionar. Os alunos da disciplina BMM0584, foram divididos em grupos, dessa vez, definidos pelo docente responsável

pela disciplina, visando que os alunos adquiram uma competência muito requisitada no mercado de trabalho, seja ele acadêmico ou profissional, que é a competência de trabalhar em uma equipe com diferentes perfis de trabalho. Durante dois dias, no horário em que estariam cursando a disciplina em sala de aula, esses alunos acompanharam a rotina do laboratório em que estavam e realizaram um experimento específico definido pelo grupo de pesquisa. Este experimento é definido pelo laboratório e apresentado como uma pergunta a ser respondida pelo grupo de alunos, sendo necessário a realização de um (ou alguns) experimentos para responder a pergunta. Um terceiro dia foi reservado para a confecção de um pôster científico sobre o experimento realizado, como esse é o primeiro contato destes alunos com a apresentação de um pôster científico, os alunos de pós-graduação que atuam no laboratório e orientam os alunos nos experimentos, também auxiliam na elaboração do pôster. Em um quarto dia, o pôster é apresentado no formato de Painel Integrado (Gil, 2012) com algumas modificações para viabilizar a utilização dessa metodologia de apresentação para a apresentação dos pôsteres confeccionados pelos alunos. A Apresentação foi feita da seguinte maneira; cada componente do grupo fez parte de um novo grupo que foi composto por alunos que desenvolveram o experimento em diferentes laboratórios. Este novo grupo circulou pelos pôsteres, em rodadas de apresentação de 10 minutos cada, onde cada aluno do grupo apresentou o pôster confeccionado pelo grupo do laboratório que estava. Desta maneira, conseguimos que todos os alunos apresentassem o pôster e que todos tivessem acesso a uma explicação sobre o experimento que foi desenvolvido nos laboratórios, tudo em menos de 2 horas. Ao mesmo tempo, pós-graduandos dos laboratórios, professores e

monitores da disciplina, acompanhavam as apresentações com o objetivo de avaliar as apresentações e confecções dos pôsteres (Figura 7).

Figura 7: Tabela utilizada para orientar os alunos com relação à apresentação dos pôsteres onde, (R) é a rodada de apresentação com duração de 10 minutos; (P) é a identificação dada para os pôsteres elaborados por cada grupo de trabalho; e (G) são os novos grupos formados por um componente de cada grupo de trabalho.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
P1	G1	X	X	X	G5	G4	G3	G2
P2	G2	G1	X	X	X	G5	G4	G3
P3	G3	G2	G1	X	X	X	G5	G4
P4	G4	G3	G2	G1	X	X	X	G5
P5	G5	G4	G3	G2	G1	X	X	X
P6	X	G5	G4	G3	G2	G1	X	X
P7	X	X	G5	G4	G3	G2	G1	X
P8	X	X	X	G5	G4	G3	G2	G1

Fonte: Próprio autor.

Esta estratégia foi avaliada por meio de um QAV, passado para os alunos ao final das apresentações. Adicionado a isto também aplicamos um QAV, aos orientadores (docentes, pesquisadores e pós-graduandos que orientaram os alunos durante a elaboração do experimento), para avaliar a receptividade do projeto pelos pares. Neste questionário, tanto alunos quanto orientadores tinham espaço para críticas e sugestões que foram avaliadas e consideradas na elaboração do projeto para a próxima turma. Assim como na avaliação da utilização de redes sociais, foram aplicados dois tipos de

QAVs diferentes, visando uma avaliação por mais de um tipo de ferramenta, para validação dos dados.

3.2.2 Resultados

Os QAVs na sua primeira versão foram aplicados em duas turmas (2014 e 2015). Ao total foram preenchidos 68 questionários, sendo 34 em cada ano.

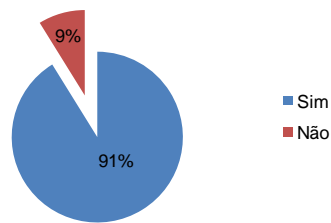
No questionário aplicado aos alunos (Figura 8) é perguntado: “Como você avalia seu interesse por pesquisa aplicada em microbiologia antes da participação no Real Lab Day?”. As respostas foram: 15% (10) avaliaram como alto, 53% (36) como médio, 28% (19) como baixo e 4% (3) como nenhum. “Avalie o Real Lab Day como ferramenta de interação entre ensino de graduação e pesquisa aplicada em microbiologia.” 48% (32) avaliaram como ótimo, 49% (33) como bom e 3% (02) como regular. “Como você avalia sua participação no Real Lab Day?”, 35% (24) se auto-avaliaram como ótima, 60% (41) como boa e 5% (3) como regular. “Durante a visita ao laboratório de pesquisa foram aplicados conhecimentos obtidos em sala de aula?”, 94% (64) assinalaram que sim e 6% (04) que não. “O Real Lab Day, de alguma forma, colaborou para o entendimento de conteúdos abordados em sala de aula?”, 91% (62) assinalaram que sim e 9% (06) que não. “Como você avalia seu interesse por pesquisa aplicada em microbiologia após a participação no Real Lab Day?”, 40% (27) avaliaram como alto, 53% (36) médio e 7% (05) baixo.

Esse questionário possuía também um espaço para sugestões, comentários e críticas sobre a estratégia de ensino, no qual a maioria dos alunos apresentou elogios relacionados à organização das apresentações no formato de painel integrado, e sugeriu mais tempo nos laboratórios para a realização dos experimentos e confecção

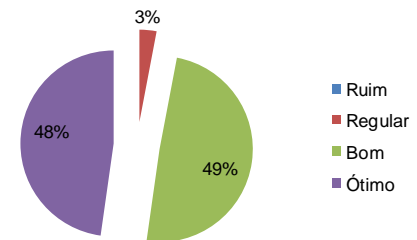
de pôsteres. Foi avaliado também a variação no interesse por pesquisa aplicada em microbiologia, antes e depois do Real Lab Day, dentro do mesmo questionário. Os resultados foram: 50% (34) aumentaram seu interesse, 49% (33) mantiveram o mesmo nível de interesse e 1% (01) diminuíram o interesse (Figura 9). No questionário aplicado aos orientadores as questões foram: “Avalie o Real Lab Day como ferramenta de interação entre ensino de graduação e pesquisa aplicada em microbiologia”. As respostas foram: 92% (11) ótimo e 8% (01) bom. “Como você avalia sua participação no Real Lab Day?”, 33% (4) avaliaram como ótima e 67% (08) como boa. “Como você avalia a participação dos alunos no Real Lab Day?”, 42% (05) avaliaram como ótima e 58% (07) como boa.

Figura 8: QAV aplicado para avaliar a percepção dos alunos com relação ao “Adote um Lab”. Neste QAV os alunos puderam avaliar a capacidade da estratégia em demonstrar a aplicabilidade dos conceitos aprendidos em sala e como essa aplicação pode tornar o conceito mais significativo para o aluno e autoavaliaram sua participação na estratégia.

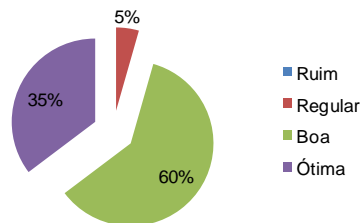
O "Real Lab Day", de alguma forma, colaborou para o entendimento de conteúdos abordados em sala de aula?



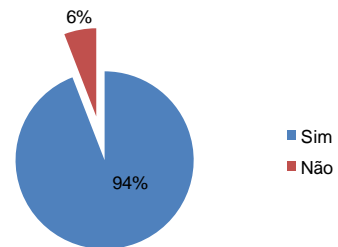
Avalie o "Real Lab Day", como ferramenta de interação entre ensino de graduação e pesquisa aplicada em microbiologia.



Como você avalia sua participação no "Real Lab Day"?

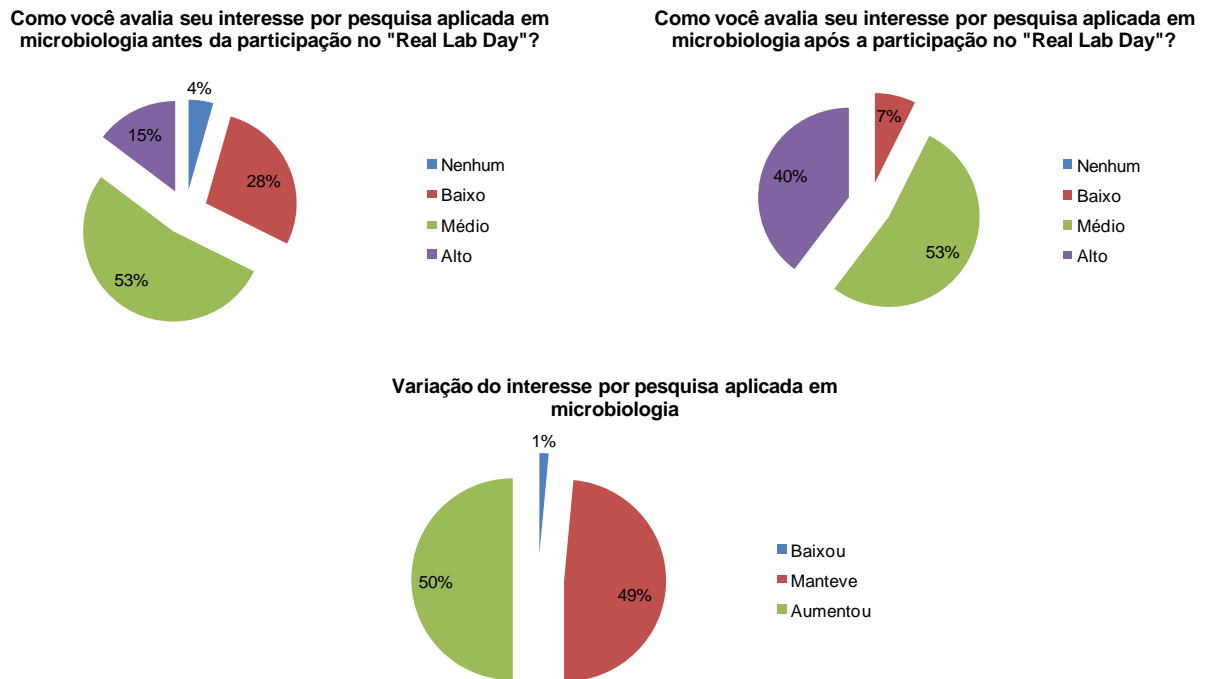


Durante a visita ao laboratório de pesquisa foram aplicados conhecimentos obtidos em sala de aula?



Fonte: Próprio autor

Figura 9: Avaliação do interesse dos alunos por pesquisa aplicada em microbiologia. O interesse por pesquisa aplicada em microbiologia também foi avaliado e por meio da análise das respostas do QAV observamos um aumento considerável do interesse sobre esse ponto.



Fonte: Próprio autor

O QAV na sua segunda versão que foi desenvolvido para avaliar a estratégia de ensino com pesquisa é composto de 12 afirmações, as quais os alunos possuem 5 opções para marcar; Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indiferente ou Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF). Além disso, o questionário possui uma auto-avaliação do aluno e um espaço aberto para sugestões, comentários e críticas.

As afirmações que compõe o questionário estão apresentadas abaixo:

1. Antes do "Real Lab" eu tinha interesse por microbiologia aplicada.

2. O “Real Lab” é uma boa forma de interação entre ensino e pesquisa aplicada em microbiologia.
3. Durante o “Real Lab” apliquei conhecimentos obtidos durante as aulas tradicionais (teóricas e práticas)
4. O “Real Lab” colaborou para a assimilação de conteúdos teóricos abordados durante a disciplina.
5. Meu interesse por pesquisa aplicada em microbiologia aumentou após o “Real Lab”.
6. A apresentação em formato de painel integrado foi proveitosa.
7. A pergunta apresentada no início do “Real Lab” era interessante.
8. Tenho interesse em conhecer melhor o trabalho de um ou mais laboratórios participantes.
9. Durante o “Real Lab” aprendi novos conceitos relacionados à microbiologia.
10. Após o “Real Lab”, constatei que não tenho interesse em estágios na área de microbiologia.
11. O tempo disponibilizado na grade de aulas para o “Real Lab” foi suficiente.
12. O grupo conseguiu responder a pergunta proposta pelo laboratório.

Tabela 2: Quantitativo das respostas dadas ao QAV do Real Lab Day, na sua segunda versão.

	<i>CF</i>	<i>C</i>	<i>I</i>	<i>D</i>	<i>DF</i>	<i>NP</i>
1	4	11	14*	5	2	
2	14	20	1	1	0	
3	11	13	7	3	2	
4	5	15	10	3	3	
5	9	13	7	5	2	
6	6	16	7	4	2	1
7	5	16	10	2	3	
8	9	11	7	8	1	
9	9	21	3	2	1	
10	2	3	11*	8	11	1
11	1	9	4	14	8	
12	14	12	6	2	2	

As respostas dos alunos apresentaram uma forte tendência a concordância ou discordância, ou seja, as respostas apresentaram forte maioria para um dos lados, não havendo grandes desvios para ambos os lados. Os alunos concordaram com a maioria das afirmativas. Porém, a maioria dos alunos discordou quando afirmado, “Após o Real Lab, constatei que não tenho interesse em estágios na área de microbiologia” e “O tempo disponibilizado na grade de aulas para o Real Lab foi suficiente”.

Como resultados também temos a elaboração dos pôsteres para apresentação, que mantiveram um alto nível de excelência na apresentação e aprofundamento científico, durante todo o projeto. Possibilitando que os alunos demonstrassem o conhecimento assimilado durante a execução das atividades nos laboratórios e que pudessem ter acesso ao aprendizado de como elaborar e apresentar seus resultados em formato de

pôster, uma tarefa que normalmente é imputada a estes alunos apenas durante a disciplina de metodologia científica, porém que é de extrema importância que seja treinada desde o início do curso, tendo em vista o caráter acadêmico dos cursos superiores atualmente. No anexo 1, são apresentados alguns pôsteres apresentados no último ano em que essa estratégia foi avaliada.

3.2.3 Discussão

Os resultados apresentados demonstraram uma boa avaliação pelos alunos e indicaram que os objetivos da aplicação da metodologia “Hands on” foram atingidos, pois quando questionados sobre as relações entre o conteúdo abordado em sala de aula e os conhecimentos necessários para o bom entendimento do experimento realizado no laboratório, a maioria deles conseguiu relacionar e contextualizar os conhecimentos obtidos em sala de aula. Outro objetivo inerente deste projeto foi de despertar o interesse em pesquisa em microbiologia aplicada. Os resultados da avaliação de interesse demonstram que este interesse tem aumentado em quase metade dos alunos que participaram do projeto.

Um dos resultados qualitativos que podemos considerar é que os professores e pesquisadores que receberam os alunos em seus laboratórios têm se mostrado dispostos em manter a colaboração e recebê-los novamente na próxima edição do projeto. A aplicação desta metodologia, também nos possibilitou observar a importância de introduzir aos alunos, o quanto antes, as aplicabilidades dos conteúdos expostos na sala de aula, para que estes sejam assimilados da melhor forma possível, pois por muitas vezes, ouvimos dos alunos informalmente, que haviam aprendido determinado conceito, verdadeiramente, depois de aplicá-lo durante o Real Lab.

3.3 OTIMIZAÇÃO DE PROTOCOLOS DE AULAS PRÁTICAS.

Tendo em vista a importância da atividade manual que é inerente às disciplinas da área da saúde e principalmente à microbiologia, e a importância da atividade cinestésica no processo de ensino-aprendizagem, optamos por apresentar nessa tese também algumas otimizações de protocolos de aulas práticas que fizemos, visando apoiar as aulas que são ministradas em paralelo com as outras duas metodologias apresentadas anteriormente.

Com o apoio de alunos de iniciação científica, selecionamos protocolos de aulas práticas, que, por diversos motivos, deixaram de ser abordadas em aulas de graduação e que foram considerados por nós como de suma importância para o entendimento de determinados conteúdos da disciplina que até o momento eram apresentados apenas expositivamente, sem participação ativa do aluno no processo de aprendizagem. Estudamos formas de otimizar essas aulas práticas para facilitar a execução da técnica e/ou torná-las mais significativa para o aluno. Foram otimizados os protocolos das aulas práticas de (i) Coloração de esporos, (ii) Visualização de capsula bacteriana e (iii) eficácia de desinfetantes em superfícies inertes. O trabalho foi feito com o apoio e sugestões de alunos que já passaram pelas disciplinas de microbiologia do departamento, incentivando esses alunos para a pesquisa em microbiologia a partir dos conceitos básicos.

A seguir apresentamos as técnicas que foram otimizadas durante o período que compreendeu a execução da tese.

3.3.1 Coloração e observação de esporos bacterianos

A aula prática de coloração de esporos foi abolida do cronograma de muitas disciplinas, devido ao fato do protocolo utilizado (Coloração de Wirtz-Conklin) necessitar o aquecimento do corante sobre a chama, equilibrando a lâmina fixada e coberta de corante sobre a chama. Caso o aluno não observasse precisamente cada etapa, os resultados não eram satisfatórios, tornando aquela atividade improdutiva para o aluno e para o docente.

Cientes da importância da visualização desta estrutura para agregar significado à aprendizagem deste conceito de bacteriologia, buscamos diversas técnicas para que fosse possível reincorporar esta aula aos cronogramas de aulas práticas dos cursos deste departamento. Encontramos no protocolo de Schaeffer & Fulton (Schaeffer, et al., 1933), uma técnica segura e menos trabalhosa, porém este protocolo orienta a colocar a lâmina coberta com papel filtro embebido com verde malaquita, suspensa sobre um béquer de água em constante aquecimento. Avaliamos que este procedimento poderia ser arriscado quando feito em laboratório de aula prática e decidimos testar este protocolo, substituindo este procedimento, por suspender a lâmina sobre a água dentro de um banho-maria. Os resultados foram ótimos, sendo possível observar os endósporos bacterianos com extrema nitidez.

Segue abaixo o protocolo desenvolvido e disponibilizado para os docentes do departamento de microbiologia do instituto de ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo:

Protocolo de coloração de esporos

1. Cultivar a bactéria formadora de esporos em Caldo LB (Bertani, 1952)
2. Crescer por 3 dias (aprox. 72 horas) sob agitação a 37 °C
3. Espalhar uma alçada de cultura em uma lâmina limpa.
4. Fixar passando a lâmina 3 vezes pela chama e aguardar a cultura secar.
5. Colocar a lâmina em um suporte sobre banho-maria (100 °C) sem estar em contato com a água.
6. Embeber 2 pedaços de papel filtro (da medida da lâmina) em verde malaquita e colocar sobre a lâmina.
7. Tampar o banho-maria e aguardar 30 minutos.
8. Retirar as lâminas do banho-maria e descartar o papel filtro.
9. Lavar as lâminas com água corrente.
10. Cobrir as lâminas com Fucsina (1 minuto)
11. Secar com papel toalha e observar em microscópio óptico (1000X)

3.3.2 Visualização de capsula polissacarídica bacteriana

Para visualização da cápsula bacteriana muitas vezes os docentes traziam lâminas, ou imagens prontas, o que colocava o aluno em uma posição passiva no aprendizado sobre aquela estrutura e este aluno não desenvolvia as habilidades técnicas inerentes ao ensino de microbiologia, relacionadas à aplicação desta técnica de coloração. Uma outra possibilidade para esta visualização era o posicionamento de uma suspensão bacteriana acrescida de Nanquim entre lâmina e lamínula e sua observação no microscópio, porém a visualização era dificultada pelo fato de que as bactérias não

estavam fixadas, impedindo que o docente fixasse o campo de visão em uma estrutura que seria mostrada para os alunos.

Encontramos no protocolo desenvolvido por Anthony (Anthony, 1931), um protocolo simples onde a bactéria e sua capsula são fixadas à lamina. Porém este protocolo apresentava um longo período de secagem ao ar, sem aquecimento para que não houvesse degradação da cápsula, e a adição de sulfato de cobre 20% que é um reagente que não é comumente utilizado em outras aulas práticas de graduação.

Com o objetivo de reduzir o tempo de execução deste protocolo e torna-lo viável de ser realizado por qualquer instituição de ensino que possua os reagentes básicos para uma aula prática de microbiologia. Testamos a secagem das lâminas em estufas a 37°C e a substituição opcional do sulfato de cobre por lugol. Nos protocolos onde fizemos as substituições foi possível observar a cápsula bacteriana, sendo que no protocolo com lugol, a célula bacteriana se apresenta polarizada no interior da cápsula, sem impedir sua visualização.

Protocolo para visualização de capsula bacteriana

1. Cultivar a bactéria produtora de cápsula em Caldo Leite (Leite desnatado em pó – 100g/Litro)
2. Crescer overnight (aprox. 18 horas) sob agitação a 37 °C
3. Espalhar uma alçada de cultura em uma lâmina limpa.
4. Colocar a lâmina em estufa 37 °C por 10 minutos até secar.
5. Cobrir a lâmina com Cristal Violeta (2 minutos)
6. Lavar com solução de Sulfato de Cobre 20% ou Lugol
7. Colocar a Lâmina em estufa 37 °C por 20 minutos até secar
8. Observar em microscópio óptico (1000X)

3.3.3 Análise da eficácia de desinfetantes em superfícies inertes

A aula prática de avaliação da eficácia de desinfetantes frente a contaminações bacterianas, na grande maioria dos cursos era realizada apenas com uma diluição do agente desinfetante em cultura bacteriana, e posteriormente semeado em placa de Petri com agar-nutriente. Baseado em protocolos realizados em indústrias e na descrição de análise da eficácia de desinfetantes presente na farmacopéia brasileira, elaboramos um protocolo de aula prática que aproxima esta atividade da realidade do aluno, possibilitando que ele visualize algo presente na sua rotina e que seja útil como experiência para quando iniciar sua carreira profissional. Para isso, as seguintes etapas foram elaboradas:

Protocolo de aula para análise da eficácia de desinfetantes em superfícies inertes

1. Demarcar com fita adesiva uma área de 20cm x 20cm na bancada de trabalho.
2. Com uma gaze, higienizar a área demarcada na bancada, utilizando álcool.
3. Umedecer o swab na cultura bacteriana.
4. Passar o swab por toda a área demarcada.
5. Abrir um novo swab, umedecer em solução salina estéril e passar por toda a área demarcada.
6. Com este swab, semear em metade da placa contendo TSA, identificada como “ANTES”.
7. Umedecer a gaze esterilizada com o desinfetante, e higienizar a área demarcada.
8. Abrir um novo swab, umedecer em solução salina estéril e passar por toda a área demarcada.

9. Com este swab, semear em metade da placa contendo TSA, identificada como “DEPOIS”.
10. Incubar a placa a 37°C durante 24 horas.

3.3.4 Discussão

Que as aulas práticas de laboratório no ensino de microbiologia são indispensáveis, é fato, porém, estas aulas têm que visar um aprendizado significativo para o aluno, possibilitando a este a aplicação de conteúdos teóricos abordados em sala de aula, o que muitas vezes é colocado de lado frente às dificuldades técnicas enfrentadas para a elaboração e aplicação de determinada temática tornando-a mecânica, ou até mesmo retirando-a do cronograma da disciplina.

Os protocolos otimizados até o momento apresentaram ótimos resultados e têm sido adotados inclusive por alunos de pós-graduação em suas pesquisas. Esses protocolos, quando implementados em aulas práticas, vão possibilitar ao aluno a visualização de estruturas que eram dificilmente abordadas devido a dificuldades de execução em aulas práticas. Com relação ao protocolo de análise da eficácia de desinfetantes em superfícies inertes, conseguimos desenvolver um protocolo onde o executado em aula é muito próximo do executado em indústrias farmacêuticas para a análise da eficácia de desinfetantes. O desenvolvimento e aplicação desses protocolos também possibilitou a integração de alunos de graduação na pós-graduação e nas atividades de ensino, motivando-os à pesquisa em microbiologia. Os protocolos otimizados estão a disposição dos docentes e técnicos no setor de apoio didático do Departamento de Microbiologia.

Como resultados também podemos considerar que o protocolo de desinfecção de superfícies, foi apresentado em congressos por alunos de iniciação científica com adaptações ao curso superior que estavam matriculados. Estes trabalhos desenvolvidos por alunos de iniciação científica conquistaram terceiro lugar no Congresso Universitário Brasileiro de Odontologia de 2016, com o trabalho intitulado “Avaliação da eficácia de agentes antimicrobianos na desinfecção de superfícies Odonto-médico-hospitalares” desenvolvido por alunas do curso de odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e o Premio de melhor poster da área de ensino no Congresso Brasileiro de Microbiologia de 2017, com o trabalho intitulado “Disinfectant efficiency assay in biology classes to improve high school microbiology knowledge.” Desenvolvido por alunas de graduação em Biologia do Instituto Federal de São Paulo.

3.4 AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DOS ALUNOS À APLICAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS

Conforme apresentado anteriormente, nos resultados das seções anteriores, a metodologia escolhida para avaliação das estratégias, foi a aplicação de questionários, devido a necessidade de manter dados brutos acessíveis a todos e garantir o sigilo e respeito ao desejo de participar ou não da coleta de dados.

4 CONCLUSÃO

Como conclusão final desta tese, concluímos que os objetivos propostos foram atingidos, sendo o principal deles, gerar no corpo docente da disciplina e do departamento de microbiologia o interesse não só pelo desenvolvimnto de novas

metodologias de ensino no nível superior, o que já era realizado com excelência pela Prof^a Maria Ligia Carvalhal Coutinho neste departamento, mas também de incluir os alunos como parte ativa nesse processo de desenvolvimento, posicionando-os, não só como sujeitos de pesquisa, mas também como pesquisadores da área.

Um dos pontos mais importantes da conclusão desta tese é o legado deixado para dar continuidade na pesquisa em ensino de microbiologia, pois durante o período de e pesquisa desta tese, os seus resultados parciais foram apresentados em diversos congressos e encontros de educação e de microbiologia. Além disso, nesse mesmo período, diversos projetos foram iniciados por influencia direta ou indireta das ações de pesquisa desta tese. Dentre eles vale destacar, a aplicação do “Projeto adote” no ensino médio em escolas publicas, que visa a apresentação do conteúdo científico para alunos de ensino médio, o projeto Biocientista Mirim, desenvolvido pela Prof^a Ana Márcia de Sá Guimarães, que visa a introdução dos alunos do ensino médio na vivencia de um laboratório de pesquisa, e que emprega alunos de graduação na orientação destes estudantes de ensino médio, dentre outros projetos Brasil afora, que se espelharam nos sucessos e fracassos desta tese para motivarem o inicio de pesquisas, por vezes mais estruturadas e aprofundadas que esta que lhes foi apresentada.

O Projeto Adote, atualmente faz parte do programa “Aprender com a comunidade” da pró-reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo, permitindo o diálogo prático entre graduação, pós-graduação e extensão.

Nos motiva, saber que os possíveis déficits desta pesquisa, foram observados e melhorados para que novas pesquisas sejam desenvolvidas na área de intersecção entre a microbiologia e a educação, visando sempre uma melhora no processo de

ensino e aprendizagem das ciências, sejam elas no ensino superior, médio, ou até de pós-graduação.

5 REFERÊNCIAS

ANASTASIOU LGC, ALVES LP. **Estratégias de ensinagem**. In: ANASTASIOU LGC, ALVES LP. (Orgs.). Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, p. 67-100, 2004.

ANTHONY EE. **A note on capsule staining**. Science (New Series) 73(1890):319–320, 1931.

BERTANI G. **Studies on Lysogenesis. I. The mode of phage liberation by lysogenic Escherichia coli**. J. Bacteriology, 62:293-300, 1952.

BOTTE DAC, SOUZA RD, PIANTOLA MAF, ALVES RPSA, FRANÇOSO OA, FERREIRA RCC. **Microbiologia no ensino superior: “Adote uma bactéria!” (e o Facebook)!**. Microbiologia in foco, n.23, p 5-9, 2014.

BLOOM, B. S. et al. **Taxonomy of educational objectives**. New York: David Mckay, 1956. 262 p. (v. 1)

CANN, Colette N. **What school movies and TFA teach us about who should teach urban youth: Dominant narratives as public pedagogy**. Urban Education, v. 50, n. 3, p. 288-315, 2015.

CASTANHO, M.E. **Professores de ensino superior da área da saúde e sua prática pedagógica**, Interface Comunic, Saúde, Educ, v.6, n.10, p.51-62, 2002.

CUNHA, Maria Isabel da. **O currículo do ensino superior e a construção do conhecimento**. Revista Iglu, n. 3, p. 9-18, 1992.

DEMO P. **Pesquisa como metodologia de trabalho**. Revista de Educação AEC, Brasília, v. 23, n. 90, p. 13-19. 1994.

DONLAN, L. **Exploring the views of students on the use of Facebook in university teaching and learning**. Journal of Further and Higher Education, p. 1-17, 2012.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/0309877X.2012.726973>

FERRAZ, A. P. C. M. et al. **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**. Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FREEMAN S, EDDY SL, MCDONOUGH M, SMITH MK, OKOROAFOR N, JORDT H, WENDEROTH MP. **Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics**. PNAS, v.111, n.23, p. 8410-8415. 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Coleção leitura, p. 21, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Didática do ensino superior**. Atlas, 2012.

GOMES RCS, FIGUEIREDO AMR, GHEDIN E. **Os processos cognitivos mobilizados pelo ensino com pesquisa na pedagogia universitária**. Revista Areté, Manaus, v.4, n.6, p. 9-13. 2011.

GUARNER, Jeannette; NIÑO, Silvia M. **Microbiology learning and education online**. Journal of clinical microbiology, v. 54, n. 5, p. 1203-1208, 2016.

JULIANI, D. P. et al. **Utilização das redes sociais na educação: guia para o uso do Facebook em uma instituição de ensino superior**. Novas Tecnologias na Educação, v. 10, n. 3, p. 1-11, 2012.

KRATHWOHL, D. R. **A revision of Bloom's taxonomy: an overview**. Theory in Practice, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

LAMPERT E. **O ensino com pesquisa: Realidade, desafios e perspectivas na universidade brasileira**. Linhas Críticas, Brasília, v.14, n. 26, p. 131-150. 2008.

LEGAREE, Blaine A. **Using Facebook to engage microbiology students outside of class time**. Journal of microbiology & biology education, v. 15, n. 2, p. 301, 2014.

LEGAREE, Blaine A. **Considering the changing face of social media in higher education.** FEMS microbiology letters, v. 362, n. 16, 2015.

MASSETO M. **Inovação na educação superior.** Interface – Comunicação, saúde, educação, v. 8, n. 14, p. 197-202. 2004.

MITRE, Sandra Minardi et al. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais.** Ciência & saúde coletiva, v. 13, p. 2133-2144, 2008.

MORAN JM, MASETTO M, BEHRENS M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** 12^a ed. Campinas, Papirus, 2006, p.11-65.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

PEÇANHA MP, TOLEDO MT. **Metodologias ativas de Ensino e Aprendizagem: ABE e ABP.** In SCHLIEMANN, A. L. et al. Metodologias Ativas na UNISO: Formando cidadãos participativos. EDUNISO. São Paulo, Brasil, 2016.

PIANTOLA, Marco Aurélio Floriano et al. **Adopt a Bacterium – an active and collaborative learning experience in microbiology based on social media.** brazilian journal of microbiology, v. 49, n. 4, p. 942-948, 2018.

ROGERS, Carl Ransom; DA MATA MACHADO, Edgar de Godói; DE ANDRADE, Márcio Paulo. **Liberdade para aprender: uma visão de como a educação deve vir a ser.** Interlivros de Minas Gerais, 1972.

RUTHERFORD, Stephen. **E pluribus unum: the potential of collaborative learning to enhance Microbiology teaching in higher education.** FEMS microbiology letters, v. 362, n. 23, p. fnv191, 2015.

SEVERINO AJ. **Ensino e pesquisa na docência universitária: Caminhos para a integração.** Cadernos de pedagogia universitária, São Paulo. 2008.

SCHAEFFER AB, FULTON M. **A simplified method of staining endospores.** Science 77:194, 1933.

SONG P. **Bacterial Monologue: An Engaging Writing Activity for Nonscience Majors.** Journal of microbiology & biology education, v. 15, n. 1, p. 55-58. 2014.

STENDER, Anita et al. **Making inquiry-based science learning visible: the influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry.** International Journal of Science Education, v. 40, n. 15, p. 1812-1831, 2018.

RACANIELLO, V. R. **Social Media and Microbiology Education.** PLoS Pathog, v. 6, n. 10, p. e1001095, 2010.

WEBB, Jill; CHAFFER, Caroline. **The expectation performance gap in accounting education: A review of generic skills development in UK accounting degrees.** Accounting Education, v. 25, n. 4, p. 349-367, 2016.

6 TRABALHOS APRESENTADOS EM EVENTOS CIENTÍFICOS

6.1 Apresentação Oral

- XXX Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental (FeSBE) de 11 a 12 de Setembro de 2015 em São Paulo – SP. Título: “Nova abordagem para o ensino de microbiologia: Adote uma Bactéria” (Participação em Mesa Redonda)

- Semana da Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – SEBIO 2015, em 24 de Setembro de 2015 em São Paulo – SP. Título: “Novas Estratégias para o Ensino de Microbiologia” (Ministração de Minicurso)

6.2 Apresentação no formato de pôster:

- **"Adote Um Lab: Ensinando bacteriologia na prática", apresentado no 4º Congresso de Graduação da Universidade de São Paulo, realizado em São Paulo-SP, de 04 a 05 de Julho de 2018.**

O Adote um Lab é parte de um projeto maior intitulado Adote uma bactéria. A estratégia de ensino é baseada na inserção dos alunos de graduação na rotina de um laboratório de pesquisa em bacteriologia, onde eles têm a oportunidade de aprender diferentes tecnologias, possibilitando um ambiente de aprendizagem significativa. O objetivo do projeto é utilizar a pesquisa científica como uma ferramenta de construção de conhecimento, onde os alunos podem colocar em prática fundamentos teóricos estudados em salas de aula, sempre com a supervisão de um pesquisador. Nesta metodologia, os alunos têm a oportunidade de ver a diversidade de assuntos que podem ser abrangidos pela bacteriologia por meio de aplicações práticas em experimentos, que muitas vezes são apenas citados em aulas teóricas, devido à impossibilidade logística e até mesmo financeira de aplicá-los em aulas práticas para toda a turma. Como exemplo, um grupo de alunos estudou a diferença de patogenicidade entre *Salmonella* sp e *E. coli* em células eucarióticas. Neste trabalho, os alunos tiveram a oportunidade de aprender cultura de células eucarióticas, assim como fazer experimentos para avaliar a citotoxicidade induzida pelas bactérias nas células eucarióticas por duas técnicas: citometria de fluxo e microscopia de fluorescência. A aplicação do projeto Adote um Lab consiste em três etapas: apresentação e execução do experimento, elaboração de um pôster científico, e apresentação do pôster. Na primeira etapa, os alunos desenvolvem experimentos relacionados com a principal linha de pesquisa de cada laboratório. A segunda etapa é dedicada à discussão dos resultados com os pesquisadores responsáveis e elaboração do pôster. Na última etapa, os pôsteres são apresentados utilizando a estratégia de painel integrado. A avaliação dos pôsteres feita pelos docentes e pós-graduandos, assim como outros métodos de avaliações, mostrou que os alunos têm assimilado melhor as informações quando aplicadas em experimentos práticos.

- **“Adote um Lab: Real Lab Day”, apresentado no 3º Congresso de Graduação da Universidade de São Paulo, realizado em São Paulo-SP, de 04 a 06 de Julho de 2017.**

O “Adote um Lab: Real Lab Day” é parte de um projeto maior intitulado “Adote uma bactéria”. Desenvolvemos uma metodologia baseada na estratégia de ensino com pesquisa apresentada por Anastasiou e Alves (2003) aliada às ideias expostas por Severino (2008) nos cadernos de pedagogia universitária publicados pela pró-reitoria de graduação da USP. A metodologia desenvolvida permite a inserção dos alunos de graduação na rotina de um laboratório de pesquisa em bacteriologia. Aplicamos esta metodologia na disciplina de Bacteriologia do curso de Ciências Biomédicas e CFS da Universidade de São Paulo. Os alunos são divididos em grupos, e durante 3 dias, nos horários das aulas, são direcionados para laboratórios de pesquisa dentro e fora da USP. Nos dois primeiros dias os alunos desenvolveram experimentos relacionados com a principal linha de pesquisa de cada laboratório. O terceiro dia foi dedicado à discussão dos resultados e elaboração de um pôster sobre o experimento. Na aula seguinte os pôsteres foram apresentados utilizando a estratégia de painel integrado, que permite que todos os alunos apresentem os experimentos realizados em um curto espaço de tempo. Ao final das apresentações os alunos são convidados a preencherem um formulário anônimo e voluntário onde avaliam o projeto e o interesse pela pesquisa em microbiologia, antes e depois do “Adote um Lab”. Com estes resultados, observamos que 50% dos alunos que preencheram o questionário, declararam um aumento pelo interesse em pesquisa, 49% mantiveram o mesmo interesse e 1% tiveram uma redução do interesse por pesquisa aplicada em microbiologia. Concluímos que esta interação entre aulas tradicionais e ensino com pesquisa, adicionado com a apresentação ativa dos resultados, motivaram os alunos e possivelmente tornaram o ambiente de aprendizagem mais significativo ao possibilitar a visualização das aplicações práticas das teorias vistas em sala de aula.

- **“FaceGenome: Adopt a bacterium and its genome”, apresentado no Brazilian-International Congress of Genetics 2017, realizado em Águas de Lindóia - SP, de 12 a 15 de Setembro de 2017.**

FaceGenome was developed as part of “Adopt a Bacterium”, a project based on the use of the social network Facebook® as a tool to improve education in microbiology and genomics. The project focuses on the study of bacterial species and the composition, structure and function of their genomes. Teachers decide apply the Adopt methodology, because they observe that the relation between bacterial concepts and genetics, don't be clear to students at the end of the course. Our methodology aims to developed the capacity of students to link aspects regarding physiology, metabolism and pathogenesis to their corresponding genetic backgrounds. We encourage active participation of students in a learning process based on knowledge exchange by means of a Facebook® page and forum. Students are organized in teams that adopt a single bacterial specie or a genera and search the specialized literature and other information sources for news, research and other material related to the properties of the adopted organism. The students then post messages to the Facebook® group topics researched and attempt to related this information to the corresponding microbial genome. Formative assessment was based on the frequency and quality of the information posted by each student. The summative assessment is based on the presentation of a seminar about the adopted bacterial group. To evaluate the project, students filled anonymous and voluntary surveys and their answers indicated that, overall, the students enjoyed the activities and positively evaluated the experience. Most of the students declared a change in their attitudes concerning the way they accessed information, especially regarding the use of scientific sources. In addition, we evaluated knowledge retention six months after the end of the course and the conclusion was that students maintained relevant microbiology and genomics concepts. Our results indicate that the “Adopt a Bacterium” strategy with emphasis to genetics concepts is a useful strategy to improve the learning process in microbiology.

- **“Adopt a Lab: Real Lab Day – A new approach to learn microbiology with research.”, apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Microbiologia, realizado em Foz do Iguaçu – PR, de 22 a 25 de Outubro de 2017.**

The “Adopt a Lab: Real Lab Day” is a continuum of a biggest Project named “Adopt a Bacteria”. To this approach we develop a new methodology to students learning microbiology seeing “how to do microbiology in real life” in collaboration with research laboratories into and out of university. We apply that in the Bacteriology course at ICB/USP. The methodology consists in divided students in groups, and during two days, in the same hour that students should be in a classroom, they go to research laboratories to hands-on learning doing bacteriology experiments. The third lab day is reserved to students discuss the results of experiments and make a poster about the experiment that they conducted. The posters are present to other students with a strategy named integrated panel. With this strategy we get that all students be access to explanation of all experiments, and all students present the experiment. At the end of presentations, students fill an anonymous and voluntary survey, to evaluate the approach, researchers that received students in their labs, are invited to fill the survey too; 105 students and 26 researches filled the survey. In students survey we question they about their evaluation of the “Adopt a Lab – Real Lab Day” as a toll to interact undergraduate learning and applied microbiology research, 95% (100) students evaluate as good or great and 5% (05) students evaluate as regular; when asked if they apply in the laboratory experiment the knowledge that they learning in traditional classes, 94% (99) students answer “YES” and 6% (06) answer “NO”; when asked about the “Adopt a Lab – Real Lab Day” collaborate to understanding the bacteriology topics taught in the classroom, 90% (95) students answered “YES” and 10% (10) answered “NO”. We ask them about their levels of interest in microbiology applied research before and after the “Adopt a Lab – Real Lab Day”, 44% (46) students increase the interest, 51% (54) maintain the same interest and 5% (05) decrease the interest in microbiology applied research. In researchers survey the main question was how they evaluate the “Adopt a Lab – Real Lab Day” as an interaction toll between undergraduate teaching and applied research, and all researchers evaluate as great (22) or good (04). We

conclude that this interaction between traditional classes and “real” applied research, added to an active results presentation, motivate and empowered students, making easier the develop of a meaningful learning environment.

- **“The make-believe jury as a strategy for teaching microbiology”, apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Microbiologia, realizado em Foz do Iguaçu – PR, de 22 a 25 de Outubro de 2017.**

Make-believe jury is used as a teaching strategy in courses which approach is ethics and decision making (i.e. Medicine, Law and Business). Usually the teacher presents a real or an unreal situation and students are divided in three discussion groups where the first group should dissert about favorable arguments, the second group should present opposite arguments, and the third should analyze the arguments, make questions and take the final decision. In this work our main aim is to present the use of make-believe jury as a new strategy in microbiology teaching. We applied make-believe jury in a microbiology course to biology undergraduate students that will be K-12 teachers. We explained the strategy to students one week before the jury scheduled. Students researched during a week and were divided in accusers and defenders and the sentence council which made questions for both. After the presentations, students filled an anonymous and voluntary survey, in which we asked them to evaluate the make-believe jury as a strategy for teaching microbiology; we also asked if they consider using this strategy in their K-12 classes when they become teachers; if this strategy facilitated the understanding of the proposed contents in their microbiology course; and, finally, if they find valid the development of new teaching strategies to undergraduate courses. Fifteen of sixteen students filled the survey and 93% (14) evaluated the make-believe jury as a good or great strategy for microbiology teaching; the same percentage that filled, consider to use this strategy with their classes when they become a K-12 teacher; and the same students declared that this strategy facilitated the understanding of microbiology contents. All students also considered interesting the development of new teaching strategies for undergraduate courses. In the survey, students had an open space for suggestions, critics and comments; this space is important for new teaching

strategies evaluation, and also to do modifications in order to improve this strategy. In this space, students wrote the importance of more time for research before the presentation; they suggested to invite lay people to compose the sentence council in order to ensure the impartiality and reality of questions; also they used the space to comment the development and teaching of new strategies. These results show to us that the majority of the students are minds opening to use new teaching strategies in undergraduate courses, and students that will be K-12 teachers consider necessary learning new strategies to use in classroom that makes microbiology more significant and interesting to their students. We consider that the development of new strategies that put students in an active learning position is more than necessary, and training future teachers is important to expand these ideas.

- **“Disinfectant efficiency assay in biology classes to improve high school microbiology knowledge.”, apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Microbiologia, realizado em Foz do Iguaçu – PR, de 22 a 25 de Outubro de 2017.**

Microbiology classes at high school is on majority only explanations, putting students in a passive role and making learning much more rote than meaningful, making difficult the microbiology contextualization in student's life. We develop an activity of disinfectant efficiency assay and propose to science teachers from a Public High School in São Paulo-SP with the aim to show to students that is possible to apply microbiology in their routine. We apply that during sciences classes for three different classes at second high school year. The activity consists in request to students bring the disinfectant used in their home and use it to disinfect a demarcated area at school, collecting with a swab and spreading in nutrient agar, before and after disinfection. Agar plates were incubated at room temperature and in next class, students saw the plates and made a report where they described the assay and discuss the results. To evaluate students learning with the activity, we apply two surveys. The first one had the aim to assess previous knowledge about disinfectant action to control microbial grow, for that we ask them “What is a disinfectant? What is it for?”. Students filled 88 surveys, being 42% (37) students correctly related

disinfectant with microbial control. After students saw the results, we apply the second survey, asking them if the results were in agreement with they expected. Students filled 69 surveys, being 58% (40) students related experiments results with antimicrobial disinfectant action. We compare the two answers for each student and saw that 37 students maintain satisfactory or unsatisfactory answers, 10 students were satisfactory at first survey and unsatisfactory at second, and 22 students were unsatisfactory at first survey and satisfactory at second, showing a knowledge improve. During the activity, students show an interest about the experiment and about general microbiology, making possible to teacher discuss about some others microbiology topics as macromorphology, metabolism, microbiota, and others. Students also write in surveys that they want more sciences practical activities We conclude that the activity shows great results, given to students an improve in microbiology knowledge and interest in this field.

- **“Projeto Adote uma Bactéria – Facebact Uma nova abordagem no ensino de Microbiologia”, apresentado no 1º Congresso de Graduação da Universidade de São Paulo, realizado em São Paulo-SP, de 25 a 27 de maio de 2015.**

O projeto Adote uma bactéria - "Facebact" tem por objetivo utilizar as redes sociais como ferramenta para potencializar o ensino de microbiologia, envolvendo participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem e explorando-a como canal de interação entre professor-aluno e aluno-aluno, maximizando assim a troca de conhecimentos relacionados à disciplina. Este projeto foi implantado durante os dois últimos meses da disciplina de Bacteriologia (Turma 2014) do curso de Ciências Biomédicas e CFS da Universidade de São Paulo. A metodologia do projeto utilizou a plataforma da rede social Facebook como ferramenta de ensino aliada a aulas práticas ministradas em laboratórios didáticos. A turma foi dividida em quatro grupos e cada grupo adotou um gênero bacteriano, os grupos foram acompanhados por um aluno de pós-graduação e um ou dois monitores (voluntários nesse programa), que participavam como mediadores. No Facebook, as postagens dos alunos abordavam diversos temas relacionados aos gêneros adotados (histórico, fisiologia, patogênese, impacto social,

diagnóstico, tratamento, vacinas, etc). Os mediadores tiveram a função de orientar os alunos com relação a estes materiais postados com o intuito de diagnosticar erros conceituais, esclarecer dúvidas e indicar possíveis tópicos pertinentes aos temas. Nos laboratórios didáticos, os alunos realizaram experimentos utilizando como modelo bacteriano a espécie do gênero adotado, nestes experimentos eles observaram características morfológicas, fisiologia, crescimento e padrões de resistência a antimicrobianos e a agentes físico-químicos. Durante o período em que foi desenvolvido o projeto, observou - se um alto grau de colaboração entre os grupos, explicitada pela troca de informações e publicação de comentários entre grupos de gêneros bacterianos diferentes. Ao final das postagens os alunos apresentaram seminários temáticos sobre as bactérias adotadas, demonstrando nestes seminários alto grau de assimilação do conteúdo proposto. Para efeitos de avaliação, as postagens no Facebook foram consideradas como avaliação formativa, e a apresentação dos seminários como avaliação somativa, com peso de nota equivalente à prova. Concluímos que a construção ativa e colaborativa do conhecimento, proporcionada pelo desenvolvimento deste projeto facilita ao aluno o entendimento de conteúdos propostos pela disciplina, atingindo níveis elevados do domínio cognitivo (Análise, síntese e avaliação), e do domínio psicomotor (aulas práticas). Somado a isto, obtivemos dos alunos uma avaliação positiva do projeto e a sugestão de que o projeto permaneça no programa da disciplina para as próximas turmas.

- **“Adopt a Bacteria – A new microbiology teaching approach”, apresentado no 115th ASM General Meeting, realizado em New Orleans – EUA, de 30 de Maio a 2 de Junho de 2015.**

The “Adopt a bacteria” learning project is based on the use of social networks as tools to improve the study microbiology. The approach involves the active participation of undergraduate students in the learning process and increase the interchange of microbiology related knowledge. The main methodology consists into use of Facebook added to laboratory classes. The students are divided into groups and each group adopted a specific bacterial genus, species or related bacterial species and posting of

information, followed by discussions with the whole class about the chosen subjects. We chose the Facebook because the easy access and widespread use, these factors stimulate productive discussions and an active construction of the desired knowledge. The groups were guided by mediators besides the faculty responsible for the course. The mediators had the function of guide students on the discussion of specific topics and emphasize the subjects with higher relevance. The project was initiated in the bacteriology field to students of Biomedical Sciences at the São Paulo University – Brazil. At the end of posts period, the students presented seminars about the adopted subjects. The assessment was divided in two parts, formative assessment based on posts at Facebook, and summative assessment that considered the presentation of seminar about the adopted genus at the end of posts period. To evaluate the project, the students filled an anonymous and voluntary form in the last class. The form was filled by 39 of 40 students that participate in the project. Every students considered that the project helped them to learn and understand bacteriology related concepts. When asked to rate the project as a new teaching approach, 67% rated great and 33% rated good. When students were questioned about the use of Facebook as a learning platform, 87% rated great or good and 13% rated regular. We also questioned the students if they would used the new sources of information obtained during the course and 74% said yes, and most of them said that they would start consult new scientific articles and journals more frequently. We concluded that the active and collaborative construction of knowledge provided by the project development helped the students, reaching more elevate cognitive skills.

- **“Adopt a Bacteria – How this project can improve the learning process in microbiology”, apresentado no 28º Congresso Brasileiro de Microbiologia, realizado em Florianópolis – SC, de 18 a 22 de Outubro de 2015.**

The “Adopt a bacteria” project is based on the use of social networks as tools to improve the study of different microbiology fields. The approach involves the active participation of undergraduate students in the learning process and increases the exchange and the active role on the construction of microbiology knowledge. The main methodology

consists into the use of the Facebook and laboratory classes. The students are divided into groups and each group adopted a specific bacterial genus. The students shall post specific information, followed by discussions with the whole class about the genus. We chose the Facebook because the easy access and widespread use, these factors stimulate productive discussions and an active construction of the desired knowledge. The groups were guided by mediators, in additions to the faculty responsible for the course. The mediators had the function of guide students on the discussion of specific topics and emphasize the subjects with higher relevance. At the end of the post period, the students presented seminars about the adopted genus. The project was initiated in the bacteriology field to students of Biomedical Sciences at the São Paulo University. The assessment was divided into two parts: the formative assessment, based on the posted topics, and the summative assessment that considered the presentation of the seminar about the adopted genus. To evaluate the project, the students filled an anonymous and voluntary survey. The survey was filled by 39 of 40 students that participate in the project. Every student considered that the project helped them to understand bacteriology related concepts. When students were questioned about the use of Facebook as a learning platform, 87% rated great or good. We also questioned the students if they would use the new source of information obtained during the course and 74% said yes. Most of them said that they would consult scientific articles more frequently. Six months after the end of post period, students were invited to fill a new survey when 22 students filled. In this survey we asked "What did they remember about the adopted bacteria?" 95% of them wrote about the gram staining, 64% morphology, 59% pathogenesis, 63% metabolism and 55% antibiotics. We concluded that the active and collaborative construction of knowledge provided by the project helped students to reach elevate cognitive skills, learning meaningfully and remember the main topics of the course after six months.

7 OUTRAS ATIVIDADES

- Minистраção de Aulas no Curso de Especialização em Microbiologia da Sociedade Brasileira de Microbiologia.
- Participação como membro titular, na banca de avaliação do trabalho de conclusão de curso de Caroline Cordeiro, intitulado “UTILIZAÇÃO DE REDE SOCIAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO ABORDANDO O MICRO-ORGANISMO *Lactobacillus* spp.” Realizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP em 22 de Junho de 2017.
- Participação como membro titular, na banca de avaliação do trabalho de conclusão de curso de Felipe Rafanini Braz, intitulado “AVALIAÇÃO DO FACEBOOK® COMO FERRAMENTA AUXILIADORA DO APRENDIZADO DE MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO COM FOCO NO HIV” realizada no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP em 22 de Junho de 2017.
- Premiação de Melhor trabalho de pós-graduação da área de ensino no Brazilian-International Congress of Genetics 2017 para o trabalho “FaceGenome: Adopt a bacterium and its genome”
- Premiação de Melhor trabalho da área de ensino no 29º Congresso Brasileiro de Microbiologia para o trabalho “Disinfectant efficiency assay in biology classes to improve high school microbiology knowledge.”

- Prêmio destaque em publicação científica 2018 – Categoria Educação e Divulgação Científica, como reconhecimento pela publicação “Adopt a Bacterium – an active and collaborative learning experience in microbiology based on social media” publicado no Brazilian Journal of Microbiology em 2018.
- Colaboração no desenvolvimento e apresentação da “Oficina para o Desenvolvimento Docente” promovida pela Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo, com o título: “Rede Social no Ensino: Facebact – Adote uma Bactéria no Face no Lab e no Book”.

8 PUBLICAÇÕES

- APS, Luana Raposo de Melo Moraes et al. Eventos adversos de vacinas e as consequências da não vacinação: uma análise crítica. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 40-40, 2018.
- PIANTOLA, Marco Aurélio Floriano et al. Adopt a Bacterium—an active and collaborative learning experience in microbiology based on social media. *brazilian journal of microbiology*, v. 49, n. 4, p. 942-948, 2018.
- PIANTOLA, Marco Aurélio Floriano et al. Real lab day: scientific hands-on activity to enhance education in microbiology. – Em processo final de revisão para submissão.

Apêndice A

Poster presented at the 2018 application of the strategy "Adote um Lab: Real Lab Day"



Adote um Lab: Real Lab Day 2018
BMM0584 - Bacteriologia



Laboratório de Bioprodutos
Orientação: Prof. Dra. Luiziana Ferreira da Silva. Co-orientação: Jefferson G. P. Silva, Maria Camila Ferrucho e Guilherme Santos de Oliveira

Análise do perfil de crescimento e avaliação do acúmulo de polímero biodegradável em *Burkholderia sacchari* selvagem e recombinante

Nocera, A.; Falararo, B.; Souza, D. C. S. R.; Ferreira, G. A.; Lima, J. B. M.; Gomes, M. A. M.

INTRODUÇÃO
O uso excessivo e a difícil degradação de materiais plásticos resultam em impactos ambientais negativos. Nesse contexto, a busca por matéria-prima alternativa torna-se necessária para uma produção ambientalmente sustentável e economicamente viável destes polímeros. Uma alternativa é a utilização de biopolímeros da família dos polihidroxicarbonatos (PHA). Os polihidroxicarbonatos são ésteres poliméricos acumulados intracelularmente em forma de grânulos citoplasmáticos por diversos tipos de bactérias. Esse acúmulo confere à bactéria uma reserva de carbono. A síntese de PHA ocorre a partir da limitação de um nutriente essencial para o crescimento microbiano e o excesso de fonte de carbono disponível no meio de cultivo. *Burkholderia sacchari* (figura 1), amplamente estudada no laboratório de bioprodutos, apresenta alta eficiência na síntese de PHA a partir do fornecimento de diversos tipos de fontes de carbono.

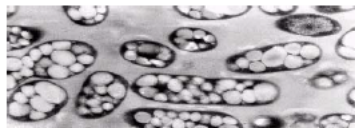


Figura 1: *Burkholderia sacchari*. Imagem evidenciando os grânulos de PHA sintetizados pela bactéria.

Uma das estratégias utilizadas para ampliar as possibilidades de fonte de carbono para *B. sacchari* é o desenvolvimento de recombinantes. Pode-se, nesse caso, introduzir genes que codificam a maquinaria proteica necessária para sintetizar PHA a partir de uma determinada fonte de carbono em uma linhagem que inicialmente não seria capaz de utilizar esse substrato; dessa forma, uma linhagem incapaz de sintetizar PHA a partir de sacarose, por exemplo, pode tornar-se competente a isso.

OBJETIVO

Analisar o perfil de crescimento de *B. sacchari* selvagem e recombinante por meio de ensaio em leitor de placas e avaliar qualitativamente por meio da coloração de Sudan Black o acúmulo de PHA por estas linhagens.

MATERIAL E MÉTODOS

Linhagens utilizadas:		
Bactéria	Características	Referência
<i>B. sacchari</i> LMF 101	Linhagem selvagem utilizada como controle positivo, PHA+	GOMEZ et al., (1996)
<i>B. sacchari</i> LMF 344	Linhagem mutante UV de LMF 101 utilizada como controle negativo, PHA-	OLIVEIRA et al., (1996)
<i>B. sacchari</i> MCF 23.13	Linhagem recombinante, PHA+	FERRUCHO (2018)
<i>B. sacchari</i> MCF 23.34	Linhagem recombinante, PHA+	FERRUCHO (2018)
<i>B. sacchari</i> MCF 16.29	Linhagem recombinante, PHA-	FERRUCHO (2018)

Tabela 1: PHA+: Linhagem capaz de acumular biopolímero; PHA-: Linhagem incapaz de acumular PHA. LMF: Siga do Grupo Laboratório de Fisiologia de Micro-organismos; MCF: Siga de banco de Transposon Tn5 misto de *B. sacchari* com o vetor pBAM1 com resistência a canamicina, feito por Maria Camila Ferrucho (MARTINEZ GARCIA et al., 2014).

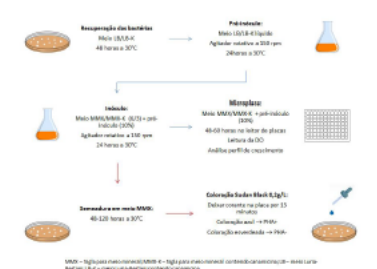


Figura 2: Esquema dos experimentos realizados para obtenção dos resultados.

RESULTADOS

O perfil de crescimento das linhagens avaliadas estão representadas abaixo (figura 3). O meio de cultura utilizado para a análise da curva de crescimento era um meio sem excesso de fonte de carbono e sem limitação de nitrogênio. Essa composição foi escolhida para que houvesse apenas o crescimento microbiano em detrimento do acúmulo, isto é, para que as bactérias pudessem crescer sem acumular PHA. A fonte de carbono escolhida foi a xilose, monossacarídeo abundantemente encontrado em bagaço de cana-de-açúcar (resíduo agrícola com potencial biotecnológico e econômico).

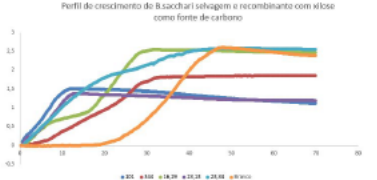


Figura 3: Curvas de crescimento para cinco linhagens de *B. sacchari*.

Nota-se que a partir da vigésima hora houve crescimento bacteriano no grupo controle (branco), o que não era esperado. Por conta disso, para avaliar a velocidade máxima específica de crescimento (μ_{max}) de cada linhagem utilizou-se apenas os dados obtidos nas vinte primeiras horas. Os pontos experimentais escolhidos para a análise estão indicados na figura 4.

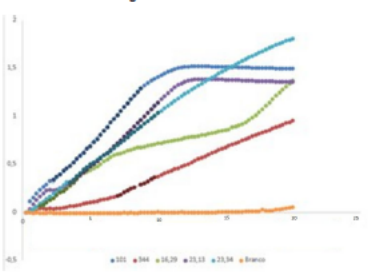


Figura 4: curvas de crescimento para cinco linhagens de *B. sacchari* obtidas nas vinte primeiras horas de experimento.

A partir da velocidade máxima específica pode-se obter o tempo de geração t_g (tempo necessário para dobrar o valor da concentração celular) de cada linhagem. Ambos os valores estão apresentados na tabela 2.

Bactéria	μ_{max}^{-1} (h)	t_g (h)
<i>B. sacchari</i> LMF 101	0,14	4,95
<i>B. sacchari</i> LMF 344	0,06	11,55
<i>B. sacchari</i> MCF 23.13	0,12	5,77
<i>B. sacchari</i> MCF 23.34	0,10	6,93
<i>B. sacchari</i> MCF 16.29	0,10	6,93

Tabela 2: valores de velocidade máxima específica de crescimento e de tempo de geração encontrados para cinco linhagens de *B. sacchari*.

Os valores para velocidade de crescimento e tempo de geração que foram obtidos condizem com os valores de referência.

Os resultados obtidos a partir da coloração de Sudan Black estão apresentados na figura 5.



Figura 5: coloração de Sudan Black para linhagens de *B. sacchari*: A - Linhagem LMF 101, PHA+; B - Linhagem LMF 344, PHA-; C - Linhagem MCF 23.13, PHA+; D - Linhagem MCF 23.34, PHA+; E - Linhagem MCF 16.29, PHA-.

O acúmulo ou não de PHA ocorreu como o esperado em todas as linhagens, com exceção do observado na linhagem MCF 23.34. No caso dessa linhagem, que é PHA+, não observou-se coloração por Sudan Black, o que indica que o polímero não foi sintetizado em quantidade suficiente para que fosse atestado por esse procedimento. Uma possível explicação é a de que as bactérias podem não ter crescido o bastante para que se desse o acúmulo; isso pode ser presumido pois como o acúmulo de PHA só ocorre quando o crescimento bacteriano encontra-se limitado por ausência de um nutriente em condições de excesso de fonte de carbono, caso não haja um crescimento prévio, o acúmulo não deve ser expressivo.

CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados obtidos nos experimentos 1 e 2, observa-se que a linhagem MCF 23.13 seria a mais promissora para a realização de pesquisas que explorem sua capacidade em sintetizar PHA. Isto ocorre pois esta linhagem apresenta menor tempo de geração (t_g) e maior velocidade de crescimento quando comparada às demais estudadas; além disso, a coloração preto-azulada em aglomerados dispostos pela placa salienta a eficiência da linhagem no acúmulo do biopolímero.

REFERÊNCIAS

SILVA, LUIZIANA F.; GOMEZ, JOSE G. C.; RODRIGUES, M. F. A. Biodiversidade brasileira é fonte de microorganismos produtores de plásticos e elastômeros biodegradáveis. SBPC, 2001.
da Silva, Luiziana Ferreira, et al. Produção biotecnológica de polihidroxicarbonatos para a geração de polímeros biodegradáveis no Brasil. Química Nova 30,7,2007.
Wei, Yu-Hong, et al. Screening and evaluation of polyhydroxybutyrate-producing strains from indigenous isolate Cupriavidus taiwanensis strains. International journal of molecular sciences 12,1, 2011.



Adote um Lab: Real Lab Day 2018

BMM0584 - Bacteriologia

Padronização e Quantificação de Cepas Bacterianas



Autores: Arthur Nascimento, Carolina Calicchio, Gabriela Suardi, Isabela Velloso, Lucas Henrique e Sofia Quarelo.
Laboratório de Controle de Medicamentos, Cosméticos, Domissanitários, Produtos Afins e as Respectivas Matérias-Primas – Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP

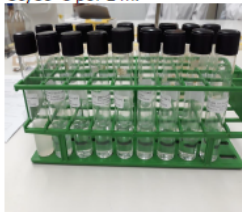
Introdução

O laboratório CONFAR (Laboratório de Controle de Medicamentos, Cosméticos, Domissanitários, Produtos Afins e as Respectivas Matérias-Primas), parte da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, realiza desde atividades de ensino e pesquisa como também extensão, prestando serviços a empresas da indústria farmacêutica. Composto de três laboratórios (microbiológico, físico-químico e de células), tem como foco de pesquisa questões relativas à qualidade e controle de produtos, sistemas e processos. No laboratório microbiológico acompanhou-se a padronização e validação do método de diluição de *Staphylococcus aureus* no meio de cultura TSA, processo esse realizado toda semana com o objetivo de garantir a qualidade desses materiais biológicos para o uso em pesquisa no laboratório e até mesmo de modo terceirizado para a indústria.

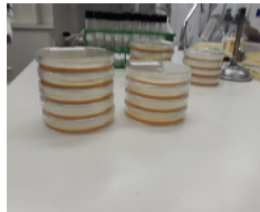
A importância do teste de padronização reside na necessidade de, tanto na pesquisa como no desenvolvimento de produtos pela indústria farmacêutica, um desempenho adequado numa mesma condição padrão, possibilitando assim segurança, eficácia e aceitabilidade dos resultados e/ou dos produtos obtidos.

Metodologia

Utilizaram-se os métodos de diluição seriada e inoculação por profundidade. Foram separados 18 frascos com 5mL de solução salina (0,9% - estéril) e dois frascos com repique da cultura de bactérias (repetiu-se duas vezes). Fez-se a retirada mecânica e homogeneização do repique e foi retirado 1mL para a primeira diluição. As próximas oito diluições foram feitas retirando-se 1mL do frasco com a diluição anterior e colocando no próximo, sempre homogeneizando as soluções entre os processos e flambando os vidros antes e depois da pipetagem. Nas últimas três diluições (10^{-6} , 10^{-7} e 10^{-8}) foi-se retirado 1mL de cada frasco e colocado em placas de Petri. Esse processo foi feito em triplicata. Para a aplicação do meio TSA, ele foi resfriado para 45°C . Foi colocado entre 15 a 20 mL do meio em cada placa, homogeneizando-as. Aguardou-se cerca de meia hora para o meio solidificar nas placas e, depois, elas foram colocadas na estufa a $30/35^{\circ}\text{C}$ por 24h.



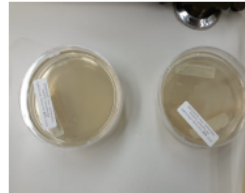
Legenda: Tubos de Ensaio utilizados na diluição seriada



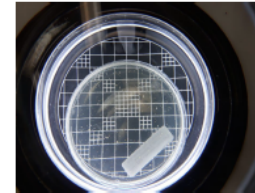
Legenda: Arrefecimento de meios de cultura TSA inoculados com *S. aureus*

Resultados e Discussão

Foram trabalhados os conceitos de acurácia e precisão. O primeiro trata-se da proximidade dos resultados do valor esperado e, o segundo, do padrão de dispersão dos resultados entre si. A taxa de variação dos resultados localizou-se em torno de 18% e a acurácia respeitou os resultados esperados, exceto nas amostras de concentração de 10^{-6} .



Legenda: crescimento de colônias de *S. aureus* em meio TSA .



Legenda: observação de colônias de *S. aureus* através de lente de aumento.

Tabela 1 – Resultados obtidos pelo CONFAR e alunos do ICB

Autoria	Diluição	Amostra I	Amostra II	Amostra III	Médias	Desvio Padrão	C.V.
ICB	10^{-8}	0	1	2	1	1	1
ICB	10^{-7}	39	46	32	39	7	0,1795
ICB	10^{-6}	708	544	496	582,66	111,16	0,1908
Analista	10^{-8}	7	7	4	6	1,7320	0,2887
Analista	10^{-7}	56	44	50	50	6	0,12
Analista	10^{-6}	596	864	696	718,66	135,4302	0,1884

Os cálculos de desvio padrão e de coeficiente de variância foram utilizados como método de análise de precisão. Já a análise de acurácia é realizada preferencialmente em relação a média das amostras cuja diluição atende o quesito de possuir entre 10 a 100 UFC/mL o que, como pode ser observado na tabela, trata-se da diluição 10^{-7} . A acurácia, neste caso, seria o quanto as médias se aproximariam de 45 UFCs, valor central entre 10 e 100. Na padronização realizada pelos alunos do ICB, a diferença entre esses dois valores seria de 6, enquanto que a realizada pela Analista da CONFAR foi de 5.

Referências Bibliográficas

- PINTO, Terezinha de Jesus Andreoli; MARY, Telma. "Controle de qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos". 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2015.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Farmacopeia Brasileira, volume 1. 5ª Ed. Brasília, 2010.



Adote um Lab: Real Lab Day 2018
BMM0584 - Bacteriologia
Laboratório de Desenvolvimento de Vacinas



PRODUÇÃO E PURIFICAÇÃO DA PROTEÍNA RECOMBINANTE BibA DE *Streptococcus agalactiae* EXPRESSA EM *E. coli*

Autores
Gonçalves L. M.; Morais, C.G.V.; Ribeiro, I.P.B.; Soares, S.R.; Scherer, A. H.; Shinzato, G.A.U.

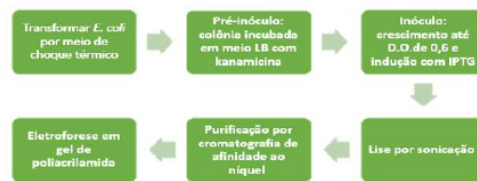
Introdução

Técnicas de DNA recombinante permitem a manipulação do material genético, possibilitando, por exemplo, a produção de proteínas de interesse à diversas áreas da indústria, principalmente a médica. Neste contexto, vacinas podem ser produzidas com o auxílio dessas técnicas, sendo a produção e purificação de antígenos vacinais uma das formas de emprego dessa tecnologia. A *Streptococcus agalactiae* é uma importante bactéria relacionada à infecções neonatais que, mesmo sua profilaxia tendo contribuído com a diminuição dos casos, ainda se faz importante o desenvolvimento de novas estratégias preventivas, como a vacinação (Lindahl, 2005). A proteína de membrana BibA é um importante fator de virulência, contribuindo com a adesão da bactéria à células epiteliais e a evasão do sistema imune (Santi, 2007), caracterizando-se como um potencial antígeno vacinal a ser reconhecido por anticorpos humanos, impedindo a colonização do patógeno (Santi, 2009).

Objetivos

Transformar a cepa de *E. coli* BL21(DE3) por meio de choque térmico com o plasmídeo recombinante pET28a-BibA, expressar e purificar a proteína BibA de *Streptococcus agalactiae*.

Metodologia



Resultados

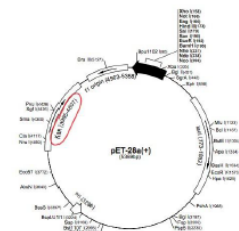


Figura 1: Plasmídeo pET28a.
Fonte: Novagen, 2018

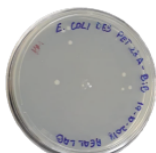


Figura 2: Plaqueamento em meio LB com kanamicina. O crescimento das colônias evidencia a presença do gene de resistência ao antibiótico kanamicina (KAN)



Figura 3: Gráfico representando o Ensaio de Bradford feito com 20 μ l de cada amostra das frações de eluição, obtidas após a purificação por cromatografia de afinidade ao níquel, lidas em espectrofotômetro a 600nm

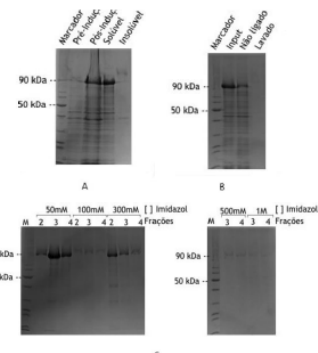


Figura 4: Análise em gel de poli-acrilamida 12,5%
A: Amostras de pré-indução e pós-indução da expressão da proteína recombinante com IPTG (Isopropil β -D-1-tiogalactopiranosida). Amostras de frações solúveis e insolúveis após lise por sonicação. B: Amostras aplicadas na coluna de afinidade ao níquel separadas nas fases com baixa afinidade (Não Ligado) e com alta afinidade (Lavado). Input - amostra aplicada na coluna, não ligado - amostra que não interagiu com a coluna, lavado - amostra após lavagem com 10 volumes de coluna para remoção de ligantes com baixa afinidade. C: Amostras das frações de eluição obtidas pela cromatografia de afinidade ao níquel com gradiente de imidazol

Conclusão

Foi possível obter clones positivos após transformação com plasmídeo recombinante e plaqueamento em meio seletivo. A proteína foi expressa com sucesso após indução com IPTG (Isopropil β -D-1-tiogalactopiranosida), confirmada por análise em gel de poli-acrilamida. A proteína BibA foi purificada de forma satisfatória por cromatografia de afinidade ao níquel, resultando em frações com alta pureza. Com isso, foi possível compreender o ciclo de aplicação da tecnologia do DNA recombinante, voltado especificamente para o desenvolvimento de antígenos vacinais.

Referências:

- Santi, Isabella, et al. "BibA: a novel immunogenic bacterial adhesin contributing to group B *Streptococcus* survival in human blood." *Molecular microbiology* 63.3 (2007): 754-767.
- Isabella Santi, Domenico Malone, Cesira L. Galeotti, Guido Grandi, John L. Telford, Marco Soriani; BibA Induces Opposing Antibodies Conferring In Vivo Protection against Group B *Streptococcus*, *The Journal of Infectious Diseases*, Volume 200, Issue 4, 1 August 2009, Pages 564-570.
- Lindahl, Gunnar, Margaretha Sjöhammar-Carlén, and Thomas Areschoug. "Surface proteins of *Streptococcus agalactiae* and related proteins in other bacterial pathogens." *Clinical Microbiology Reviews* 18.1 (2005): 102-127.



Adote um Lab: Real Lab Day 2018 BMM0584 - Bacteriologia Identificação de Regiões Genômicas



Amanda Luvisotto, Bruna Larotonda, Eduarda Ribeiro, Giovanna Serra,
Julia Nachbar, Nikolas D. Ferreira
LABMEM – Laboratório de Biologia Molecular e Ecologia Microbiana

Objetivos

Identificar regiões específicas do genoma de duas amostras, uma contendo a bactéria *Methylobacterium spp.* e outra contendo o fungo *Ceratocystis paradoxa*, por meio da averiguação do gene conhecido como 16s (bacteriano) e da região ITS (fúngico), altamente conservados ao longo da escala filogenética das espécies em questão.

Resumo das técnicas

Extração
1. Lise de células

Bactéria X Fungos

Lise química: "Nucleic Lysis solution".
Lise física: Tritura em nitrogênio líquido.

2. Precipitação de proteínas

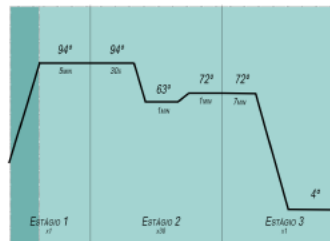
O sobrenadante é transferido a um tubo limpo após a precipitação de proteínas.

3. Precipitação de DNA

O sobrenadante agora é descartado e o precipitado é o DNA, que é reidratado e armazenado.

PCR (Reação em cadeia da polimerase)

Após adicionados os reagentes, o processo de PCR é realizado no Termociclador em etapas divididas em ciclos.



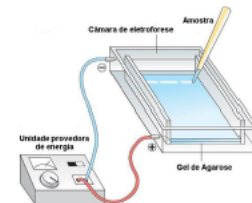
Estágio 1 – 94°C – Denaturação inicial;
Estágio 2 – 94°C – Denaturação;
63°C – Anelamento bacteriano;
55°C – Anelamento fúngico;
72°C – Extensão;
Estágio 3 – 72°C – Extensão final;
4°C – Fim do ciclo.

Os estágios 1 e 3 acontecem em um único ciclo, enquanto o estágio 2 é repetido em aproximadamente 30 ciclos.

Eletroforese em gel de agarose
1. Preparação do gel



Um gel de agarose é preparado para corrida das amostras.
2. Inoculação das amostras

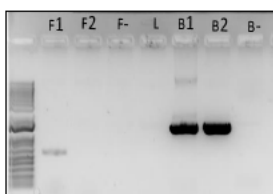


As amostras são colocadas no gel e a corrente elétrica é ligada.

3. Corrida das amostras

Após alguns minutos, devido à diferença de potencial elétrico e aos poros do gel, as amostras começam a percorrê-lo. Os resultados são apresentados a seguir.

Resultados



Após a amplificação do DNA pela técnica de PCR, pela eletroforese foi possível obter as informações de que DNA de boa qualidade foi obtido extração e amplificado pela PCR.

Para o gene bacteriano, observa-se uma amplificação mais significativa, ilustrada pela banda espessa em cor mais escura na imagem apresentada; já para a região ITS do fungo, apesar de também observar-se uma ampliação, esta encontra-se mais tênua e representada em apenas uma das amostras, F1, o que indica que, apesar da sequência dos procedimentos empregados, não foi obtida uma amplificação expressiva do gene em questão.

F1 e F2 representam as ampliações de DNA fúngico; B1 e B2, de DNA bacteriano. F- e B- são amostras de PCR onde não foram colocadas amostras de DNA. L é uma amostra de leveduras, a primeira marcação aparente na imagem é do marcador de peso molecular.



LABORATÓRIO MYCOPLASMA
Prof. Doutor Jorge Timenetsky



DEPARTAMENTO DE
MICROBiologia
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Antônio Tarelo Freitas de Oliveira 10740165
Camila Harumi Kimura 10851951
Gabriel Sánchez Hueck 10787341
Gyovanna Maria Almeida Nascimento 11024672
Larissa Borna Ghilardi 4595183
Renan Adriano Barbosa 7569817

Adote um Lab: Real Lab Day 2018 BMM0584 - Bacteriologia

Cultivo e biologia molecular para identificação de *Mollicutes*

INTRODUÇÃO

Os micoplasmas são bactérias pertencentes ao filo *Tenericutes*, cuja única classe é o *Mollicutes*. São microrganismos desprovidos de parede celular, o que lhes confere resistência natural aos antibióticos beta-lactâmicos. São considerados os menores seres vivos de vida livre e possuem genoma e metabolismo reduzido, onde a maioria é anaeróbica facultativa. Colonizam o homem, os animais, plantas e insetos. Apesar da ausência de peptidoglicano, são resistentes à lise osmótica devido a presença de esteróis e lipoglicanos que tomam a membrana citoplasmática dos micoplasmas mais resistentes.

Os meios utilizados para o cultivo são complexos e o seu crescimento em meio líquido causam uma pequena turvação. Em meios sólidos, produzem colônias com aspecto característico de "ovo frito".

A identificação e estudo dessa classe é relevante pois algumas espécies representam importantes patógenos humanos, em animais de produção, plantas e insetos. Na pesquisa biomédica, prejudicam a qualidade dos animais de laboratório (ratos e camundongos) e culturas celulares.

OBJETIVO

Neste trabalho cultivamos as espécies *M. hominis*, *M. genitalium*, *M. agalactiae*, *M. fermentans*, *Ureaplasma urealyticum* e fizemos a sua identificação pela alteração de pH nos meios de cultura e PCR empregando primers específicos. Adicionalmente, visamos detectar a presença dessas bactérias em duas amostras de culturas celulares.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para isolar as espécies de *Mollicutes*, utilizamos meios líquidos complexos SP4 para micoplasma; e UB para ureaplasma. Inoculamos 200 µL de cada cultura em 1,8 mL de meio líquido e incubamos a 37°C. Para avaliar as características morfológicas das colônias de *M. genitalium* e *U. urealyticum*, foram utilizados os mesmos meios, acrescidos de Agar (1%).

Após cada cultivo, extraiu-se o DNA do possível crescimento de micoplasmas. A extração de DNA foi feita por sílica e a purificação do mesmo pela remoção de lipídios e desproteínação seguida da eluição e quantificação do DNA por meio de um nanoespectrofotômetro. Utilizaram-se primers genéricos para detecção do DNA dos *Mollicutes*. Para tanto, pesquisou-se em eletroforese em gel de agarose (1%), um produto de 260 pb, uma região codificadora de RNA ribossomal 16S.

RESULTADOS

Tabela 1. Quantificação da extração de DNA de células de micoplasmas

	Concentração (ng/µL)	A260	260/230	260/280
Célula 1	7,01	0,140	0,01	2,01
Célula 2	19,09	0,382	0,02	1,46
<i>M. hominis</i>	31,85	0,637	0,04	1,73
<i>M. fermentans</i>	37,05	0,741	0,11	1,53
<i>M. agalactiae</i>	35,72	0,714	0,09	2,21
<i>M. genitalium</i>	39,48	0,790	0,05	1,74
<i>U. urealyticum</i>	40,61	0,812	0,07	1,50

A tabela mostra o resultado obtido pelo espectrofotômetro, o qual indica a pureza de DNA em amostras. O indicador A260 apresenta a absorbância em comprimento de onda de 260 nm. Os valores aceitáveis de 260/230 estão entre 2,0 e 2,2, e um valor menor indica contaminação. Da mesma forma, uma razão 260/280 baixa também é um indicativo de contaminação, sendo o intervalo entre 1,8 a 2,0 os valores aceitáveis que indicam pureza do DNA.

O meio SP4 é utilizado para o crescimento de micoplasmas. Assim, o *M. hominis*, por hidrolisar arginina, aumenta o pH do meio e o deixa mais vermelho. *M. genitalium* torna o meio mais ácido e, portanto, amarelado, porque é capaz de fermentar glicose. *M. fermentans* pode usar ambas as vias para obter energia, tornando o meio alaranjado, assim como *M. agalactiae* que não utiliza nenhuma das duas vias, uma vez que metaboliza ácidos orgânicos e piruvato. Para o crescimento de *U. urealyticum* em meio UB, obtivemos uma mudança da coloração de amarelo para vermelho, visto que essa espécie possui a enzima urease, que converte uréia em amônia.

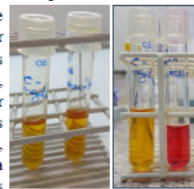


Fig. 3. Comparação entre os tubos de controle negativo e de *U. urealyticum* antes e depois do crescimento. A imagem à direita mostra o aumento de pH que ocorreu devido a síntese de amônia, tornando o meio vermelho.



Fig. 1. Colônias em forma de ovo frito (Microbiologia Trabulsi, 6ª edição, p. 503)

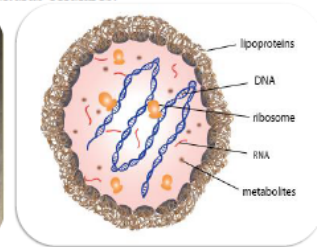


Fig. 2. Estrutura das bactérias da classe dos *Mollicutes* (<https://www.imvivo.com/review-mycoplasma>)

CONCLUSÕES E DISCUSSÃO

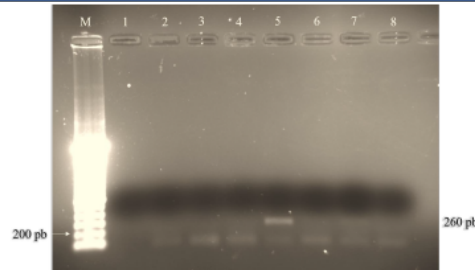


Fig. 4. Resultado dos amplicons obtidos para Micoplasmas, Ureaplasma e duas amostras clínicas. M: marcador de peso molecular de 100 pb; 1 e 2: amostras clínicas; 3: *M. hominis*; 4: *M. fermentans*; 5: *M. agalactiae*; 6: *M. genitalium*; 7: *U. urealyticum*; 8: controle negativo de reação de PCR.

Como pode-se observar, *M. agalactiae* apresentou uma forte banda na região esperada, enquanto *M. genitalium* e *U. urealyticum* apresentaram bandas mais fracas na mesma região. *M. hominis* e *M. fermentans* não apresentaram bandas visíveis na altura de 260 pb. Um dos possíveis motivos para explicar tal ocorrência é que a quantidade de DNA amplificado tenha sido muito baixa. Não é possível observar bandas nessa região nas amostras das culturas de células 1 e 2, o que indica que, provavelmente, elas não tenham sido infectadas por micoplasmas. O controle negativo demonstra que não houve contaminação das amostras de DNA.

Referências

ALBRECHT, T. *et al.* Medical Microbiology. University of Texas Medical Branch, Galveston: Samuel Baron, v. 4, 1996.
DOMINGUES, D.; NOGUEIRA, F.; EXPOSTO, F.; TAVIRA, L.; Micoplasmas: Que papel nas Infecções Humanas?. Acta Med Port, v. 18, p. 377-384, 2005.



Adote um Lab: Real Lab Day 2018

BMM0584 - Bacteriologia

Estudo Comparativo e Qualitativo Entre o Uso de Tween 80 e Seringas na Eliminação de Grumos no Cultivo de *Mycobacterium*



Aline Giamondo, Beatriz Matsuguma, Daniel Ferreira, Giovana Parreira, Isabelle Diccini, Luiz Fernando Pedrão e Vitor Antunes
Professora Ana Marcia de Sá Guimarães
Departamento de Microbiologia — ICB/USP

Introdução

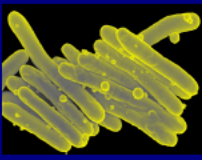


Figura 1: Microscopia de varredura de *M. tuberculosis*

A Tuberculose (TB) é a doença infecciosa mais mortal do mundo e constitui um sério problema de saúde pública por estar relacionada, principalmente, com países em desenvolvimento e suas péssimas condições de vida. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2017, houve 1,3 milhões de mortes causadas por TB e 10 milhões de casos diagnosticados, com 90% de indivíduos adultos. A infecção tem manifestação patológica de curso lento e crônico em indivíduos de baixa imunidade, causada em humanos principalmente por *M. tuberculosis*, que é transmitida via aerógena. O gênero dessa bactéria tem características fundamentais em sua parede celular, as quais se tornam um importante fator de virulência auxiliando em sua patogenicidade.

A parede celular é composta de lipídeos, chamados de ácidos micólicos. Esta característica permite que as micobactérias possam evadir de macrófagos, por exemplo, além de facilitar a agregação bacteriana formando biofilmes e grumos (aglomerações), que dificulta ainda mais o seu cultivo e a contagem de UFCs. Outra propriedade das micobactérias, que as distingue das demais bactérias, refere-se à retenção de fucsina básica pela parede celular pelo método de coloração de Gram, mesmo na presença de álcool e ácido, conferindo-lhes a designação de bacilos álcool-ácido resistentes (BAAR). O melhor método de coloração para as micobactérias é a de Ziehl-Neelsen, que utiliza fucsina fenicada e envolve o aquecimento da lâmina para permitir a entrada do corante na camada de lipídios.

Para a realização dos experimentos foi utilizada *M. smegmatis*, uma bactéria ambiental de baixo risco de manipulação e que, portanto, é utilizada como modelo de micobactéria, já que *M. tuberculosis* exige maior tempo de crescimento além de ser altamente perigoso de manipular fora de um laboratório de nível de Biossegurança 3. O Tween 80 é um detergente que favorece o crescimento da bactéria e evita que haja formação de grumos/agregados, deixando a cultura mais homogênea e facilitando a pesquisa com esse gênero. No entanto, como é um detergente e a parede celular da bactéria é formada majoritariamente por lipídeos, ele provoca alterações na bioquímica, fisiologia, morfologia e na interação com receptores da imunidade mata do hospedeiro. Assim, são realizados outros métodos, como o uso de seringas de diferentes calibres para desfazer o grumo, com o intuito de mimetizar fielmente a infecção causada pela micobactéria em um organismo real.

Objetivos

O objetivo do experimento foi comparar as culturas tratadas na presença de Tween 80 e em sua ausência (usando a metodologia das seringas), analisando o coeficiente de variação e a reprodutibilidade das Unidades Formadoras de Colônia (UFC) de *M. smegmatis* em cada caso. O método da passagem consecutiva da cultura de *M. smegmatis* nas seringas de diferentes calibres pode ser uma alternativa ao uso de Tween 80 na redução dos grumos que acabam se formando, resultado do crescimento bacteriano. A utilização desse procedimento é importante para que haja um bom mimetismo da infecção real do patógeno no organismo do paciente, o que não ocorre no meio contendo Tween 80 devido suas alterações na bactéria.

Materiais e Métodos

Cultivo

-Incubamos *M. smegmatis* em dois erlenmeyers diferentes, com caldo de Middlebrook 7H9, suplementado por meio OACD, ambos específicos para crescimento não seletivo de micobactérias. O meio OACD entra na mistura dos meios para que haja suprimento de substratos orgânicos, já que o 7H9 possui, em sua maioria, substratos inorgânicos. Cada erlenmeyer também conta, um com a presença de tween 80 e outro sem.

-Após 16 horas, tempo esperado para alcançar uma O.D.600 de 0,4, seguimos para o procedimento de retirada dos grumos no meio sem tween.

Retirada dos grumos

- Para a retirada dos grumos, utilizamos três seringas, cada uma com diferentes calibres e comprimentos de agulha. Passamos a solução (meio sem tween) 10x na seringa 21G (verde), 10x na seringa 26G (marrom), e 2x na seringa 27½ G (branca), conforme descrito no esquema acima. Aguardamos 10 minutos para decantar os maiores grumos. Medimos a O.D.600 para confirmar se estava a 0,4.

- Em seguida fizemos dois procedimentos. O primeiro procedimento foi realizar a coloração de gram e Ziehl-Neelsen tanto no meio com tween quanto no meio sem tween recém passado pelas seringas. Já o segundo procedimento, foi realizar as diluições seriadas para o Unidades Formadoras de Colônia (UFC), também em ambos os meios e por fim plaquear.

Coloração de Gram

- Coletamos uma amostra de cada uma das duas soluções e a espalhamos sobre a lâmina. Após a fixação das bactérias no bloco seco, retiramos as lâminas do calor e as cobrimos com cristal violeta. Esperamos por um minuto, e depois lavamos.

- Adicionamos o lugol e aguardamos um minuto. Lavamos com álcool absoluto, até o ponto em que não fosse possível observar o corante sobre a lâmina. Logo depois, lavamos com água.

- Cobrimos a lâmina com fucsina, esperamos 30 segundos, e por fim lavamos.

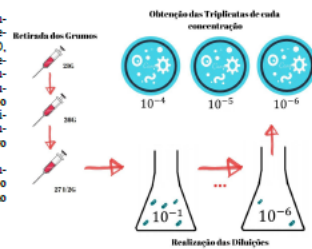
Coloração Ziehl-Neelsen

- Coletamos uma alíquota de cada uma das duas soluções e a espalhamos sobre a lâmina. Fixamos as bactérias no bloco seco, e com as lâminas ainda no calor, cobrimos o esfregão com solução de fucsina fenicada por 5 a 10 minutos até desprendimento de vapores.

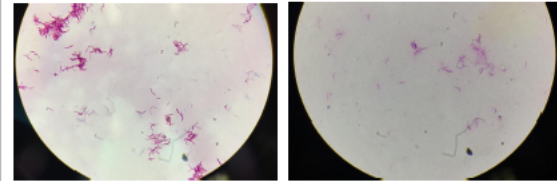
- Lavamos em água corrente e descoloramos com solução de álcool-ácido clorídrico a 1%. Após removermos o excesso, adicionamos sobre o esfregão azul de metileno, por volta de 1 minuto, por fim, lavamos com água.

Diluições e Plaqueamento

- Fizemos uma diluição seriada, obtendo soluções com 10^4 , 10^5 e 10^6 bactérias por 100 μ L e, para cada uma dessas soluções foram feitas triplicatas, totalizando 9 placas.



Resultados



Na primeira foto: cultura sem tratamento com Tween. Note os grumos, se comparados à segunda foto, tratada com Tween, sem grumos.

Discussão e Conclusão

	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
Com Tween 80	>300, >300, >300	173, 125, 127	10, 11, 14
Média	-	141,66	11,6
Desvio Padrão	-	27,15	2,08
Coefficiente de variação	-	19,16%	17,84%
Sem Tween 80	>300, >300, >300	>300, >300, >300	66, 71, 74
Média	-	-	70, 33
Desvio Padrão	-	-	4,04
Coefficiente de variação	-	-	5,74%

Número de UFC em cada concentração de bactérias com e sem o uso de Tween 80 (sem o Tween, foram utilizadas as seringas para a retirada dos grumos), a média, desvio padrão e o coeficiente de variação desses valores. As placas nas quais há mais de 300 colônias são desconsideradas, então fora do padrão aceitável para contagem. O coeficiente de variação é aceitável se menor ou igual a 15%.

Observamos que a utilização de seringas na separação dos grumos gerou, nas concentrações de 10^{-4} e 10^{-5} , placas com número de colônias (UFC) acima do aceitável para contagem. Entretanto, na concentração de 10^{-6} a UFC foi aceitável e apresentou baixo coeficiente de variação (CV), o que pode atestar a homogeneidade das bactérias semeadas e confirmar a credibilidade do uso das seringas como método alternativo ao uso de Tween 80.

Dessa forma, concluímos que a não utilização de tween gerou maior número de colônias, o que contraria a literatura atual. Esta, estabelece que o Tween 80 aumenta a taxa de crescimento das micobactérias por ser degradado em ácido oleico e sorbitol polioxiethylado, que são usados como substratos metabólicos (embora o ácido oleico seja tóxico, especialmente em pH ácido, essa complicação é contornada pela adição de albumina), (Leisching, 2016).

Referências:
GHANDELIJA et al., 2014. Functional analysis of *mceA4* gene of *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv using antiserum approach. *Microbiological Research*, v. 169, n. 9, p. 780-787, 2014.
RODRIGUEZ et al., 2012. Electrochemical monitoring of the metabolic activity of mycobacteria in culture. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 102, p. 193-201, 2012.
TRABULSI et al., 2015. *Microbiologia*. 6ª Edição, Adhese, p. 481-497, 2015.
LEISCHING et al., 2016. Virulence, biochemistry, morphology and host-interacting properties of detergent-free cultured *Mycobacterium*. *An update*. *Eurosurveillance*, p. 33-60, 2016.
Global tuberculosis report 2018. Geneva: World Health Organization; 2018. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO



Adote um Lab: Real Lab Day 2018

BMM0584 - Bacteriologia

Genética Bacteriana



Bárbara Gustineli; Carolina Zerbini; Gabriela Larissa; Isabella Victoria; Lucas Nagae; Tais Menezes do Moinho

Professor: Beny Spira

Monitor: Henrique Iglesias Neves

Laboratório de Genética Bacteriana

Introdução

A manipulação genética de bactérias possibilita que esses organismos possam, ao ter seu genoma alterado intencionalmente – introduzindo ou removendo genes –, apresentar fenótipos de potencial interesse biotecnológico, além de possibilitar o estudo da função de genes. O laboratório do professor Beny Spira trata, na linha em que foi observada durante o período de estágio, do estudo das funções de genes e, para isso, utiliza, entre outras técnicas, a deleção de genes específicos, a fim de possibilitar a possível observação do fenótipo resultante – caso haja algum. Como demonstração de técnicas de manipulação genética bacteriana, realizamos os seguintes procedimentos: A deleção de um gene específico por meio de recombinação homóloga entre o cromossomo e um fragmento de DNA exógeno, inserido por transformação; e a Transdução, outra forma de modificar o material genético desses organismos, utilizando bacteriófagos para transferir segmentos de DNA de potencial interesse entre diferentes cepas de uma mesma espécie. Ambas as técnicas podem ser reproduzidas em laboratório, e tem por objetivo a modificação genética de bactérias para, por exemplo, fins biotecnológicos.

Objetivos

O objetivo era realizar uma série de experimentos para demonstrar técnicas de passagem horizontal de material genético por meio dos processos de Transformação, Recombinação Homóloga e Transdução.

Métodos

1) Transdução com fagos P1

Bactérias de uma cultura *overnight* da cepa selvagem de *E. coli* em meio LB foi ressuspensa em tampão MC (0,1 M MgSO₄ e 0,01 M de CaCl₂). A suspensão foi aliquoteada e, à cada aliquote, foram adicionados diferentes volumes de um lisado de fagos previamente preparado. As soluções resultantes foram mantidas a 37°C por 20 minutos e em seguida foram plaqueadas em meio seletivo. A fim de averiguar a eficácia de ambos os procedimentos também foram realizados: a titulação da solução de lisado De fagos para o experimento de transdução.

2) Deleção de Genes pelo método Lambda-red de recombinação (Datsenko e Wanner, 2000). Bactérias de uma cultura em fase exponencial de uma cepa expressando genes de recombinase do fago Lambda são colhidas e lavadas 3 vezes em água deionizada gelada. Um segmento de DNA contendo a construção desejada é transformada na cultura. O fragmento transformado consistia em um cassette de resistência à cloranfenicol flanqueado por sequências homólogas à região do cromossomo bacteriano que se desejava deletar. Após a transformação, a cultura foi plaqueada em meio seletivo.

Resultados

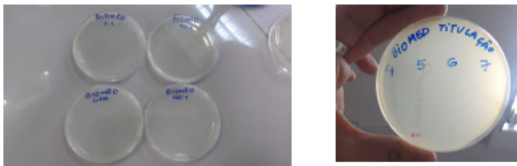


Fig.1 – (A) Placas contendo as células que passaram pelo processo de Transdução e solução de canamicina - não infectadas; (B) Placa contendo as placas de lise dos fagos.

Não foi observada colônias mutantes em nenhuma das placas suplementadas com o antibiótico. A titulação do lisado utilizado apontou para a presença de aproximadamente $1,76 \times 10^8$ fagos / mL de solução.

Discussão

Nossos experimentos apresentaram resultados inesperados, não havendo rescimento de colônias mutantes em meio seletivo contendo o antibiótico, indicando que o processo de transformação (semeadura em placas com Cloranfenicol) e transdução (semeadura em placas com Canamicina) falharam. Várias podem ter sido as causas dessa falha: as soluções usadas não estavam tão puras quanto o esperado; foi utilizado um lisado com baixo título viral, ou seja com poucas partículas virais; a qualidade do DNA utilizado estava baixa ou este estava impuro, afetando sua integração ao cromossomo bacteriano; havia poucos fagos transducentes, i. e. fagos que continham DNA bacteriano ao invés de viral e, também, falha humana. Assim, para descobrir exatamente o que causou o resultado seria necessária a repetição de todo o protocolo, com soluções frescas e amostras distintas de DNA.

Em caso de sucesso do experimento, obteríamos como resultado colônias cuja região mutada apresentaria um perfil semelhante ao gel de eletroforese mostrado abaixo (feito a partir de bactérias *E. coli* onde a transformação foi bem sucedida). Nota-se que, no poço referente ao selvagem, tem-se que os fragmentos produzidos por PCR são muito maiores que os fragmentos das bactérias mutantes, uma vez que o operon retirado continha cerca de 5 mil pb e o gene de resistência ao antibiótico, no caso, Clorofenicol, 1400 pb, aproximadamente.

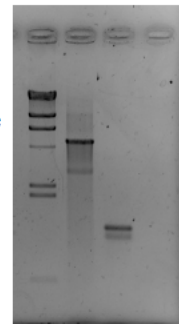


Fig. 2 – Foto do gel de Eletroforese, onde observa-se, em ordem, os poços referentes ao marcador (lambda Hind III), amostra de PCR do selvagem, amostra de PCR do mutante produzido por transformação e o controle.

Referências:

Datsenko, K.A., Wanner, B. L. One-step inactivation of chromosomal genes in *Escherichia coli* K-12 using PCR products. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2000 Jun 6;97(12):6640-5

Thomason, L.C., Costantino, N., Court, D.L. *E. coli* Genome Manipulation by P1 Transduction. *Current Protocols in Molecular Biology* 1.17.1-1.17.8, July 2007.



Adote um Lab: Real Lab Day 2018 BMM0584 - Bacteriologia



Ensaio de viabilidade celular: *Salmonella sp.* induz mais morte de células Vero do que *Escherichia coli* DH5- α

Ana Paula M. Luz, Bruno A. Santarossa, Gabriel C. Botelho, Laerte L. Júnior, Patrícia Alessandra Y. Ueda, Victor Samuel H. Reiter, Tácia B. Barros, Mariângela O. Silva, Ana Carolina Ramos Moreno, Bruna Felício M. M. Porchia., Luís Carlos de Souza Ferreira.

Laboratório de Desenvolvimento de Vacinas, ICB-USP

Introdução

Na natureza é encontrada uma grande diversidade de bactérias, as patogênicas (exemplo: *Salmonella sp.*), as não patogênicas e as espécies bacterianas modificadas para não apresentar patogenicidade (exemplo: *Escherichia coli* DH5- α). A *Salmonella sp.* após a contaminação pela via fecal-oral (principal via de transmissão) tem inúmeros mecanismos de patogenicidade, entre eles podemos citar as adesinas, as invasinas e os fatores que inibem a ação do sistema de defesa do hospedeiro. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade das células Vero frente à infecção por *E. coli* DH5- α e *Salmonella sp.*, após 2 horas da inoculação, utilizando marcadores de viabilidade celular e analisar por microscopia de fluorescência. Como esperado, a *Salmonella sp.* induziu uma maior taxa de morte celular quando comparada à *Escherichia coli*.

Métodos

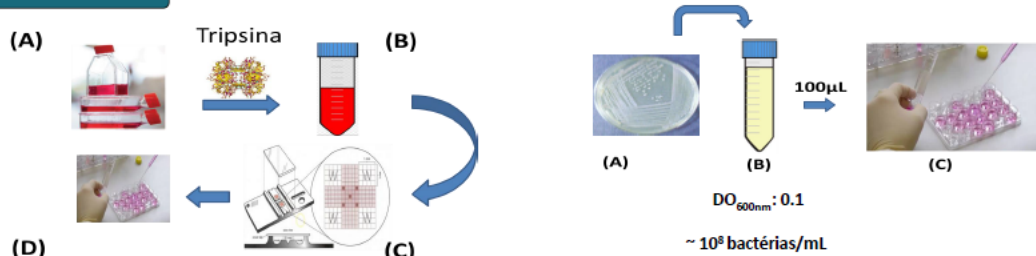


Figura 1. (A) Células Vero provenientes do epitélio de rim de macaco foram mantidas em meio MEM + 10% SFB e submetidas ao tratamento com tripsina para o desprendimento das células da garrafa. (B) Células em suspensão. (C) A contagem das células foi realizada em câmara de Neubauer após coloração por Trypan blue (as células mortas coram em azul). (D) Após contagem, foi realizado o plaqueamento de 1×10^5 células por poço da placa, que permaneceram na estufa por 12h e então foram infectadas com as bactérias *Escherichia coli* DH5- α e *Salmonella sp.*

Figura 2. (A) As bactérias (*Escherichia coli* DH5- α e *Salmonella sp.*) foram cultivadas em meio LB ágar por 16 horas. (B) Foram transferidas uma colônia isolada de *Escherichia coli* DH5- α e *Salmonella sp.* para novos cultivos em meio LB, permanecendo 2,5 horas em agitador a 37°C. (C) Logo após, foram transferidos 100 μ L para as células que haviam sido plaqueadas previamente. Em seguida, as células infectadas foram incubadas a 37°C, sob atmosfera de 5% de CO₂ por 2 horas e então foram marcadas para a análise na microscopia de fluorescência.

Resultados

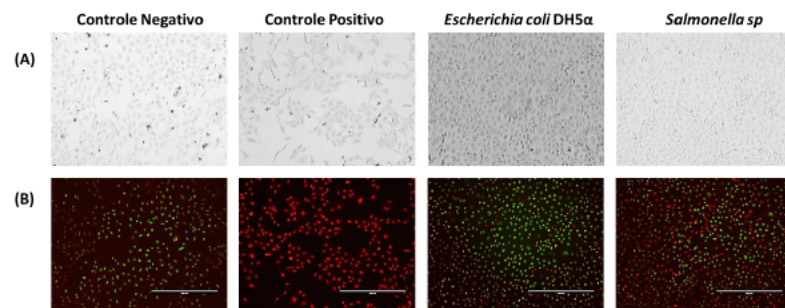


Figura 2. (A) Microscopia de campo claro. (B) Microscopia de fluorescência mostrando células vivas em verde e células mortas em vermelho coradas com laranja de acridina (50 μ g/ml) e brometo de etídio (50 μ g/ml) respectivamente. Em (A) e (B) da esquerda para direita temos: controle negativo (tampão PBS), controle positivo (DMSO 50%), *Escherichia coli* DH5 α e *Salmonella sp.*

Referências

- *Salmonella* spp., important pathogenic agent transmitted through foodstuffs Neide Kazue Sakugawa Shimohara et. oi, 2006
- <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-salmonella-spp-web.pdf>
- Enciclopédia Biosfera, Cento Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 1947-1963 (2013)

Conclusão

As células do grupo controle positivo, nas quais foi aplicado DMSO 50%, coraram-se todas em vermelho (brometo de etídio), demonstrando morte celular. No controle negativo, no qual foi aplicado apenas tampão PBS, as células permaneceram vivas e foram coradas em verde (laranja de acridina). Já nos grupos que foram inoculadas as bactérias, a exposição à *E. coli* DH5- α (não patogênica) induziu baixas taxas de morte celular e as células ficaram coradas em verde em quase sua totalidade. Por outro lado, 50% das células expostas à *Salmonella sp.* coraram-se em vermelho demonstrando que esta bactéria induziu uma morte celular expressiva, reflexo do seu potencial patogênico.



BRAZILIAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY

<http://www.bjmicrobiol.com.br/>

Education in Microbiology

Adopt a Bacterium – an active and collaborative learning experience in microbiology based on social media

Marco Aurélio Floriano Piantola^a, Ana Carolina Ramos Moreno^a,
Heloísa Alonso Matielo^a, Natalia Pasternak Taschner^a,
Rafael Ciro Marques Cavalcante^b, Samia Khan^c, Rita de Cássia Café Ferreira^{a,*}

^a Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Biomédicas, São Paulo, SP, Brazil

^b Universidade Federal do Sergipe – Campus Lagarto, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Lagarto, SE, Brazil

^c University of British Columbia, Vancouver, Canada

ARTICLE INFO

Article history:

Received 14 November 2017

Accepted 6 April 2018

Available online xxx

Associate Editor: Marina Baquerizo

Keywords:

Microbiology education

Active learning

Social Media

ABSTRACT

The “Adopt a Bacterium” project is based on the use of social network as a tool in Microbiology undergraduate education, improving student learning and encouraging students to participate in collaborative learning. The approach involves active participation of both students and teachers, emphasizing knowledge exchange, based on widely used social media. Students were organized in groups and asked to adopt a specific bacterial genus and, subsequently, submit posts about “adopted genus”. The formative assessment is based on posting information on Facebook[®], and the summative assessment involves presentation of seminars about the adopted theme. To evaluate the project, students filled out three anonymous and voluntary surveys. Most of the students enjoyed the activities and positively evaluated the experience. A large amount of students declared a change in their attitude towards the way they processed information, especially regarding the use of scientific sources. Finally, we evaluated knowledge retention six months after the end of the course and students were able to recall relevant Microbiology concepts. Our results suggest that the “Adopt a Bacterium” project represents a useful strategy in Microbiology learning and may be applied to other academic fields.

© 2018 Sociedade Brasileira de Microbiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

The way we transmit knowledge in the academic environment has been challenged by the dramatic changes in information

availability, including the simpler and faster Internet access. Consequently, the development of innovative educational methods has become vital for those engaged in a teaching-learning process. Currently, Microbiology teaching and learning activities at universities are, in most cases, based

* Corresponding author at: Laboratory of Vaccine Development, Institute of Biomedical Sciences, University of São Paulo, Brazil.

E-mail: ritacafe@usp.br (R.C. Ferreira).

<https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.04.005>

1517-8382/© 2018 Sociedade Brasileira de Microbiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

on memorization of concepts and definitions, placing students in a passive position. It does not foster creativity and critical thinking, nor does it encourage the pursuit of reliable scientific information. We all agree that a solid basic knowledge is important to advance in the discipline, however, it is not enough to develop the range of analytical skills necessary to conduct scientific investigation.¹

Regarding the different microbiology fields, students are not frequently motivated to learn and retain basic concepts. One possible cause could be the difficulty to deal with the scientific vocabulary regularly used by professors.² In addition, students frequently lose their interest in conventional classes where they play a passive role.³ An alternative to this picture would be to involve students in the learning process and, as a consequence, enhance their interest in specific subjects. Indeed, it is important and necessary to consider the knowledge building process as a dynamic and continuous process in order to turn undergraduate teaching into a meaningful activity for both students and teachers.⁴

Collaborative learning can be a useful tool in Microbiology education, encouraging students to challenge and modify what they make of the subject, assess that information and apply it to their own understanding.⁵ By working collaboratively, students will gain critical and self-critical skills, which are essential to any undergraduate of any discipline.

In this scenario, exploring informatics technologies, as well as the use of new learning approaches based on partnership and co-responsibility shared between teacher and students, can stimulate both sides to reach a more efficient result.⁶ Moreover, involving students in procedures where they can work with different information sources and produce their own scientific knowledge would certainly contribute to reach more meaningful learning goals.³

Getting students to understand and value Microbiology is also important. Microbiology as a subject has traditionally been impacting directly on health, economy and environment, and still paves the way for breakthroughs such as genome editing.⁷ It is a basic science, essential for many other fields such as Immunology, Genetics, Medicine, etc. Microbiology is however, at a risk of vanishing as an independent discipline, due to blending with others such as Molecular biology and Immunology. How can we be sure then, that Microbiology as a discipline endures? Jetten⁸ argues that we need to “devote significant effort and resources in training the next generation of microbiologists”. And to achieve that, the authors argue that novel approaches might be needed. One of their suggestions is the use of social media. In this way, the effective use of Information and Communication Technologies (ICTs) may contribute to the improvement of teaching in classrooms.⁶

Since students spend a significant part of their daily time in the world of social networks and interactive ICTs, we developed “Adopt a Bacterium”, using Facebook[®] as a platform to improve teacher–student interactions. Our learning approach is based on active and collaborative processes, aiming at showing students how to learn by themselves, and encouraging them to consider the relevance of science and how it fits into their social contexts. The “Adopt a Bacterium” project was introduced in a regular discipline (Bacteriology) for undergraduate students of the Biomedical Sciences course, at the University of São Paulo – Brazil, during the first year of the

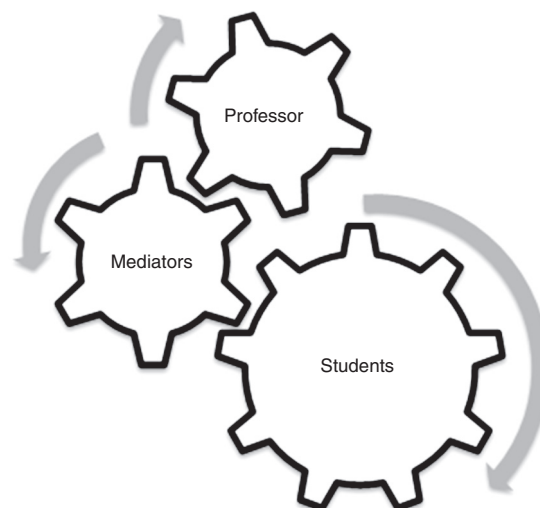


Fig. 1 – Organization scheme of the “Adopt project” method. Students talk directly to mediators (postdocs fellows, graduate and undergraduate students) for scientific support regarding their adopted bacterium. Both professors and mediators maintain constant communication, implementing a collaborative learning environment.

course. The “Adopt a Bacterium” project was also developed in order to help teachers cover different topics that, otherwise, would not be covered during regular classes. We hypothesized that the approach would benefit students by promoting an active learning experience, making microbiology more meaningful to them. We also suggested that this approach would help them retain basic concepts for longer periods of time.

Methods

Study design

The study was conducted at the Institute of Biomedical Sciences in the University of São Paulo. Students involved in this study were enrolled in Bacteriology class, offered in the second semester, with a six-hour week load, during 3 months. For the present study, we considered a total number of 68 students, who participated in the course during the academic years of 2014 and 2015. We chose Facebook because of its easy and free access as well as widespread use. These factors encourage students’ participation, productive discussions and active construction of the desired knowledge. Facebook also promotes a better relation among students and between students and teachers, and this is essential to develop an effective learning environment.⁹ A representative scheme of how “Adopt a Bacterium” works is shown in Fig. 1.

Participants function designations

The project is based on three important and interactional roles, including: teacher, mediators and students. The teacher acts as the main supervisor and conductor of the project, monitoring all student information posted on Facebook; mediators can be either undergraduate students who finished the

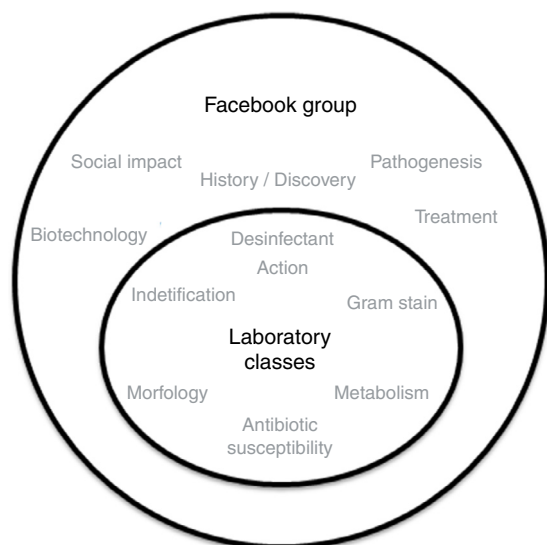


Fig. 2 – Facebook, together with laboratory classes, as an active and collaborative environment of knowledge construction. The implementation of the “Adopt Project”, using the Facebook platform enables a deeper understanding of theoretical and practical concepts covered in class lectures.

Bacteriology course in previous years and had an outstanding performance, or graduate students and post-docs working at the Microbiology Department of the Biomedical Sciences Institute. We try to combine at least one graduate student or postdoc fellow with one undergraduate student for each bacterial genus adopted by the students. Their role is to conduct discussions and guide students during the posting period; and also help students prepare their final presentation. The students, on the other hand, are supposed to post and discuss information about their “adopted” bacterial genus, with special care as to information sources. All posts and discussions must be validated by a mediator.

First, mediators were selected and trained on the topics to be covered, and also for the role they would have to perform. Mediators were instructed to make sure students cover general characteristics of the adopted bacteria, such as metabolism, clinical diagnosis, treatment, history and social impact.

Study development

The “Adopt” project starts in the final quarter of the course, and lasts for one month. It runs parallel with traditional classes. It is important to emphasize that the bacterial groups adopted by the students are not covered during regular classes. In the first day, we present the project to the students, explaining guidelines and rules as to copyright, cyberbullying and proper behaviour in social media. After that, they are divided into groups and each group adopts a specific bacterial genus or group of species. The training starts with students making different posts regarding the adopted bacterial genus, followed by discussions with all classmates about the chosen subjects, using the Facebook platform. Students talk directly

to mediators in order to have scientific support regarding their chosen subject, creating an active and collaborative learning environment on Facebook. Mediators post different questions and offer advice to students about the material that they need to post, or about specific aspects they should look for. Both professors and mediators maintain constant communication. To assist in the learning process, laboratory practical classes are conducted with each chosen bacteria. Different microbiological techniques and procedures are addressed, including: bacterial cultivation, staining methods, antibiotic susceptibility tests and disinfection procedures. The tests and procedures are performed with all the adopted bacteria (Fig. 2). At the end of the posting period, students present seminars about the adopted subjects. We encourage students to be creative in their presentations, which should last no longer than 40 min, and we leave them free to cover the topic in a playful and enjoyable way.

Data collection

Students participated in three anonymous and voluntary surveys with open and closed questions, to evaluate the benefits that the project provided, and their total impression of the project itself. The use of surveys is common in educational researches; closed questions allow quantitative analysis of answers, and open questions allow qualitative analysis. However, the assessment of open questions needs tools and knowledge of text analysis. In our surveys we use open questions in first and last survey and closed questions in the second survey, according to our goals. The first one was administered on the first day of the project, right after the “adoption” of their bacteria. Students answered the question, “What do you know about the adopted bacterial group?” The second survey was applied at the last day of the project, one week after the seminar presentations (Figs. 3 and 4A).

The following questions were addressed: Question 01 – Evaluate the “Adopt Project” as an approach to Microbiology learning; Question 02 – How do you evaluate the use of Facebook® as a platform to develop this project; Question 03 – How do you evaluate your participation in the project; Question 04 – Does this project facilitates your understanding of the content proposed by the discipline; Question 05 – During the project, did you use any new reference sources that you had never used before? For the third survey, six months after the end of Bacteriology course, we invited students to answer the following question, “What do you remember about the adopted genus?” This was done in order to evaluate the retention of information by the students who had participated in the project. To assess question 05, and the question from the third survey, we generated a cloud of words with Wordle®, a layout algorithm for positioning words without overlap. The surveys were developed based on guidelines obtained in Gil,¹⁰ where authors suggested that a pre-test with some people can be considered as validation. We did pre-tests with some undergraduate students.

Assessment process and data analysis

We considered Facebook posts a formative assessment (When teacher evaluate student during the learning period, giving a

quick feedback, and not necessarily giving numeral marks to evaluation) because of the quick feedback and the richness of the discussions obtained during the posting period. For summative assessment (When teacher evaluate students, given numeral marks for activities) we considered the seminars presentations and the oral questions answered after that. These two assessments compounded the students' grade. For data collection we applied three anonymous and voluntary surveys to students that were part of the project. Although all students joined the activities, the questionnaires for the project feedback were voluntary. The first survey was filled by 61 students, the second was filled by 68 students, and the last one, applied six months after the end of the project, was filled by 41 students (Figs. 3–5). To analyze the first and third surveys we generated a cloud of words with Wordle® to compare the answers concerning the number and accuracy of microbiological concepts. For the second survey we counted answers and represented them in graphics for better visualization.

Ethics

The ethics committee for human experimentation of Biomedical Sciences Institute in University of São Paulo exempted this project of writing personal authorizations. Students were invited to fill an anonymous and voluntarily survey to provide quantitative and qualitative data for the evaluation of different aspects of the "Adopted project". We explain the project to all students and that surveys would be used in a research.

Results

The main goal of this study was to develop a new approach for the teaching of Microbiology, named Adopt a Bacterium, striving to offer students an active role in the teaching-learning experience, which would hopefully make Microbiology learning more meaningful to them. To evaluate the efficacy of this new methodology, we applied surveys and presented the results in two ways: evaluation of students' participation and acceptance of the procedures, and the impact of this approach on the specific field of learning performance.

Developing a flipped classroom-based learning group at Facebook®

The pedagogical strategy to accomplish the proposed goals was to foster discussion groups with the students. The procedure is based on the work of several student groups, who post specific information about their adopted bacterium in the social media platform, promoting an active and collaborative learning environment based on shared and supervised discussions.

In order to verify what previous knowledge students had of their adopted bacteria, we asked, "What do you know about your adopted bacterium?". The answers were short and did not exceed a four-line description. For example, about *Salmonella* spp., a common answer was: "*Salmonella* is associated with food poisoning caused by eggs and mayonnaise". In some cases, the answers and concepts presented were just plain wrong, such as the answer to a question about *Streptococcus*

spp. Some students wrote that "The bacterium "*Streptococcus aureus*" is a gram-positive species, an antibiotic producer, and an opportunistic skin pathogen". Based on basic information, we identified complete or partial misconceptions on the subject. It is important to note that these students had never attended microbiology classes prior to starting the course at the university, and the answers were all based on personal experiences and whatever microbial knowledge they had acquired at school.

After the posting period on Facebook, we observed that a large number of students demonstrated growing interest in the subject, and became deeply involved with the teaching method. We credit this to the dynamics of the process and to the continuous interactions among students, mediators and professors. Interestingly, discussions on each post were rich in details, covering aspects such as quorum sensing, biotechnology and bacterial genomes. In general, most students enjoyed the experience and showed a very active and mature behaviour.

To evaluate the "Adopt a Bacterium" project, we applied a questionnaire carefully designed to evaluate some important aspects of the learning process. In this survey, students were free to criticize and make suggestions. Overall, the evaluation was positive, with some degree of criticism and valuable suggestions. The questions and answers were as follows: (i) "Evaluate the "Adopt Project" as a learning approach for the study of Microbiology", and the answers were 2% regular (01), 66% great (45), 32% good (22); (ii) "How do you evaluate the use of Facebook as a platform to develop this project?", and the answers were 49% Great (33), 35% Good (24), 12% Regular (08) and 4% Bad (03); (iii) "How do you evaluate your participation in the project?", and the answers were: 41% Great (28), 50% Good (34), 7% Regular (05) and 2% Bad (01); (iv) "Did this project facilitate your understanding of the content proposed by the course?", and 99% (67) students answered "YES". This positive feedback from students showed that the "Adopt a Bacterium" project has the potential to be applied continuously in the Bacteriology discipline (Fig. 3).

Impact of "Adopt a Bacterium" project on students' learning and definition of performance parameters

The present available information sources for students are diverse. Our experience shows that; students often search for information in textbooks or unchecked sources in the Internet. One of the "Adopt a Bacterium" project goals was to establish a critical perspective, in which students learn how to look for information from reliable sources, particularly regarding issues with a scientific basis. In this context, during the posts on Facebook, the role of mediators was essential to guide the students' activities. One of the established guidelines was to post information that had a clear reference source. Consequently, this procedure helped us identify the commitment of the students, since we could trace the original source and check if the student had actually read the information before posting or if they were just copying and pasting. At the end of the posting period, using a voluntary survey, students were asked the following: "During the project, did you use any new reference sources that you had never used before?" and 71% (48) of the students answered "YES". Additionally, we asked

them “If you said YES, what were the new reference sources you used?” (Fig. 4). The words “scientific”, “articles”, “papers” and “PubMed” appeared more frequently, showing a significant change in the behaviour of the students towards the search of reliable information with a solid scientific basis. In this scenario, the information that was read, interpreted and posted was often based on solid scientific data, which goes beyond the information given in traditional classes by the professor. These results showed that thanks to the “Adopt a Bacterium” project, it was possible to achieve a better way of learning with undergraduate students, and most important, that they developed the critical skills necessary for any scientific research.

Six months after the end of project, students were invited to fill another anonymous and voluntary survey, where they were asked, “What do you remember about the bacterium you adopted in the course?” Forty-one students filled out the form, and we built a cloud of words with the answers, to compare with the first survey (Fig. 5). We also ranked the answers according to microbiological general concepts. Gram stain was cited by 80.49% (33) students, morphology by 58.54% (24), pathogenesis by 73.17% (30), metabolism by 60.98% (25), antibiotics by 56.1% (23) and bacterial genome by 14.63% (06). We also asked them to evaluate the impact of the project in their current and future academic life. For their present academic life 53.66% (22) of the students evaluated the impact of the project as great, and 46.34% (19) as medium; for their future academic life 39.02% (16) of the students evaluated the project as great, 56.1% (23) as medium and 4.88% (02) as none.

The students had a good overall evaluation of the “Adopt a Bacterium” project, and according to the survey answers, indicated that the project improved their learning ability, helping them to learn; what, according to Kinchin,¹¹ allows a significant empowerment of students at the end of the project. At the end of the posting period students were invited to prepare and present a seminar about the adopted bacterial groups. We can consider the seminar presentation as a qualitative evaluation of the knowledge acquired by the students, together with some degree of creativity. For example, one of the groups working with *Escherichia* presented a debate about the different *E. coli* serogroups, and each student presented one specific serogroup associated with some specific type of pathogenesis. The group dealing with *Salmonella* spp. resorted to animation, in order to explain the invasion of intestinal cells, pathogenesis and other bacterial characteristics. Another group, dealing with *Streptococcus* spp., presented scenes inspired in the “Dr. House” TV show, where a patient described symptoms of different infections associated with different *Streptococcus* species. In general, all groups presented creative seminars, with solid scientific concepts, and they did so in a playful and enjoyable way. In conclusion, the results suggest that the “Adopt a Bacterium” project provided a number of valuable approaches to enhance the undergraduate learning process.

Discussion

The present report is based on the description and evaluation of an educational project, entitled “Adopt a Bacterium”, that was initially designed to foster an active and collaborative

learning environment among undergraduate students of the Biomedical Sciences course at the University of São Paulo.¹² The project is based on a widely used social media tool (Facebook platform), in addition to other class activities, that enabled students to retain concepts and inspired them to seek new information sources.

The main pedagogical reference supporting design of “Adopt a Bacterium” was Joseph Novak’s theory, that lies between cognitivism and humanism, in which students are learning with feelings, thinking with actions, and that goes beyond the intellect. It also considers that, for the learning process, cognitive and psychomotor activities are also important.¹³ The active interactions among professors, mediators and students were relevant concerns in the design of the project. The professors followed the posts and advised the mediators. The mediators were entrusted with the role of advising students, posing questions about the adopted genus and alerting them about conceptual errors. Students, who are the most important component of the learning process, were supposed to be active in the posting activity and bring research material about their adopted bacterial species or groups. We hypothesized that the active and collaborative construction of knowledge fostered by students’ active research and discussion on Facebook[®] would help them achieve higher cognitive skills. The searching for and exploring new sources of reliable scientific information led them to dive deep into the “learn how to learn” process, a skill that can and should be applied to other aspects in their academic life.

The Facebook[®] platform proved to be the most appropriate platform for the development of “Adopt a Bacterium”, since it allowed posting of information and comments, making it possible to promote discussions about the subject among students, professors and mediators. The methodology demonstrates that it is possible to develop communication, collaboration and supervision activities within the world of social media. With the presented guidelines for students, professors and mediators, we can also address concerns like copyright use, cyberbullying, false scientific information, integrity or professionalism based on the students’ submissions and proper use of time and information. Previously reported studies about the use of Facebook in class activities are restricted to the sharing of documents or learning material offered by the professor.^{14–16} Our experience pointed out the possibility of expanding the use of social media for more active educational purposes and for the development of the flipped classroom. Our project was also unique in making social media a regular component of the discipline, whereas previous studies introduced the use of Facebook as a facultative experience.¹⁵

The proposed teaching strategy developed in this project can be applied to other disciplines, with adaptations to specific fields (scientific or technical), making it possible to share information and results. The teaching approach based on a social media platform may be considered as an innovative method by both professors and institutions and may be easily incorporated into current learning processes.

Developing science-based knowledge habits and encouraging self-learning abilities may inspire students to spot and value Science in their ordinary lives. Thus, the “Adopt a Bacterium” project enables both professors and students to

change the learning process and shape it into a more active and dynamic practice, with the use of modern communication platforms and the understanding that when it comes to science, being able to learn by themselves, in a collaborative environment, is essential to any educational process.

Funding sources

This research did not receive any specific grants from funding agencies, either in the public, commercial, or non-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare no potential conflict of interests.

Acknowledgements

To students of biomedical and health sciences (2014/2015), that participated in the research. To teachers, postdoc fellows and graduate students who collaborated with this project. To Dr. Marina Martinez, for reviewing the manuscript.

REFERENCES

1. Merkel SM. American Society for Microbiology resources in support of an evidence-based approach to teaching microbiology. *FEMS Microbiol Lett.* 2016;363:fnw172.
2. Song P. Bacterial monologue: an engaging writing activity for nonscience majors. *J Microbiol Biol Educ.* 2014;15(1):55.
3. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc Natl Acad Sci.* 2014;111(23):8410–8415.
4. Severino AJ. *Ensino e pesquisa na docência universitária: caminhos para a integração [Teaching and Research in University Teaching: Paths to Integration]*. Pró-Reitoria de Graduação da USP; 2008.
5. Rutherford S. E pluribus unum: the potential of collaborative learning to enhance Microbiology teaching in higher education. *FEMS Microbiol Lett.* 2015;362(23):fnv191. Epub 2015 Oct 12. Review.
6. Masetto M. Inovação na educação superior [Innovation in higher education]. *Interface Comun Saúde Educ.* 2004;8(14):197–202.
7. Fahnert B. Edging into the future: education in microbiology and beyond. *FEMS Microbiol Lett.* 2016;363(7), pii: fnw048.
8. Jetten MSM, Martin MO, Romling U, et al. The endurance of microbiology: an interview with Mike Jetten, Mark Martin, Ute Römling, and Victor Torres. *Trends Microbiol.* 2016;24(5):319–323.
9. Kinchin IM. Effective teacher ↔ student dialogue: a model from biological education. *J Biol Educ.* 2003;37(3):110–113.
10. Gil AC. *Métodos e técnicas de pesquisa social [Methods and Techniques of Social Research]*. 6. ed Editora Atlas SA; 2008.
11. Kinchin IM, Lygo-Baker S, Hay DB. Universities as centers of non-learning. *Stud Higher Educ.* 2008;33(1):89–103.
12. Botte DAC, Souza RD, Piantola MAF, Alves RPS, Françoiso OA, Ferreira RCC. Microbiologia no ensino superior: “Adote uma bactéria” (e o Facebook). *Microbiol Foco.* 2014;23(5):5–9.
13. Novak JD. *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira; 1981:55–73.
14. Legaree BA. Considering the changing face of social media in higher education. *FEMS Microbiol Lett.* 2015;362(16):fnv128.
15. Legaree BA. Using Facebook to engage microbiology students outside of class time. *J Microbiol Biol Educ.* 2014;15(2):301–303.
16. Cain J, Policastri A. Using Facebook as an informal learning environment. *Am J Pharm Educ.* 2011;75(10):207.