



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS

Tiago de Araujo Guerra Grangeia

**Teorias da Carga Cognitiva e da Auto Determinação como
modelos conceituais para o desenvolvimento de uma
plataforma de ensino virtual de Emergências Clínicas**

CAMPINAS

2016

Tiago de Araujo Guerra Grangeia

**Teorias da Carga Cognitiva e da Auto Determinação como
modelos conceituais para o desenvolvimento de uma
plataforma de ensino virtual de Emergências Clínicas**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da
Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos
exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciências na Área
de Concentração Ensino em Saúde.

ORIENTADOR: Marco Antonio de Carvalho Filho

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO
ALUNO TIAGO DE ARAUJO GUERRA GRANGEIA,
E ORIENTADO PELO
PROF. DR. MARCO ANTONIO DE CARVALHO FILHO

CAMPINAS

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

G765t Grangeia, Tiago de Araujo Guerra, 1977-
Teorias da carga cognitiva e da auto determinação como modelos conceituais para o desenvolvimento de uma plataforma de ensino virtual de emergências clínicas / Tiago de Araujo Guerra Grangeia. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Marco Antonio de Carvalho Filho.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Educação médica. 2. Medicina de emergência - Educação. 3. Educação a distância. I. Carvalho Filho, Marco Antonio, 1974-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Cognitive load and self-determination theories as a conceptual frameworks to development of virtual learning environment for emergency medicine

Palavras-chave em inglês:

Medical education

Emergency medicine, Education

Education, Distance

Área de concentração: Ensino em Saúde

Titulação: Mestre em Ciências

Banca examinadora:

Marco Antonio de Carvalho Filho [Orientador]

Antônio Pazin Filho

Eliana Martorano Amaral

Data de defesa: 14-12-2016

Programa de Pós-Graduação: Clínica Médica

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

TIAGO DE ARAUJO GUERRA GRANGEIA

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCO ANTONIO DE CARVALHO FILHO

MEMBROS:

1. PROF. DR. MARCO ANTONIO DE CARVALHO FILHO

2. PROF. DR. ANTONIO PAZIN FILHO

3. PROFA. DRA. ELIANA MARTORANO AMARAL

Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica, área de concentração Ensino em Saúde, da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros da banca examinadora encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Data: DATA DA DEFESA 14/12/2016

DEDICATÓRIA

Á minha esposa Vanessa,
pelo amor, carinho,
compreensão e companhia
incondicionais.

Obrigado por me ensinar
diariamente o sentido da
vida.

Sem você nada disso
valeria a pena.

AGRADECIMENTOS

Sou uma pessoa privilegiada por conseguir trabalhar com aquilo que amo, e envolto por seres humanos únicos, que me ensinam e me enriquecem a cada dia, seja no mundo real ou no mundo virtual.

Esta tese de Mestrado é resultado de muito trabalho, muito amor, dedicação, minha e de todos aqueles que fazem parte da minha vida. Cada um de vocês permitiu que esse trabalho fosse realizado. Por isso, meu eterno obrigado e minha gratidão.

Inicialmente, um agradecimento mais que especial a meu orientador, amigo, padrinho de casamento e irmão adquirido em vida, **Marco Antonio de Carvalho Filho**, por me abrir as portas da vida acadêmica, mostrar o caminho, estar sempre por perto e pela confiança depositada em mim, desde a época em que eu era um médico residente recém egresso da Faculdade. Foi ele que em uma tarde de meados de 2011 abriu meus olhos para a oportunidade de realizar esse trabalho, e que desde então sempre esteve por perto, permitindo e orientando como deveríamos seguir em frente. Admiro enormemente sua capacidade de raciocínio, de tentar o novo, de seguir em frente e de produzir sempre e cada vez mais.

Aos meus pais, **Viviane e Valdir**, que me forneceram os valores que possuo, permitiram que eu desse meus primeiros passos e até hoje me amparam e me guiam, com amor e sabedoria. Obrigado por me fornecerem todas as condições para que eu seguisse o caminho que eu escolhi, por estarem sempre por perto, e pela compreensão em meus muitos momentos de ausência.

Aos meus irmãos, **Fabiana, Clarissa e Caio**, por me aturarem como sou e por estarem sempre me apoiando e suportando. Não poderia ter irmãos melhores.

Ao meu amigo **Marcelo Schweller**, irmão adquirido em vida, em quem tenho sempre apoio, carinho, companheirismo e sabedoria. Percorremos os desafios da Graduação e da Residência Médica juntos, assim como iniciamos nossa vida acadêmica com os mesmos objetivos e aspirações. Por isso sei que é uma das pessoas que mais me conhece, e sempre esteve pronto para me aconselhar e me orientar da melhor forma possível. Sou muito honrado e tenho muito orgulho de ter percorrido esse caminho com você.

A **Bruno de Jorge**, com quem aprendo todos os dias, com sua sabedoria, inteligência e humildade. Sem você não teríamos percorrido o caminho.

A **Thiago Martins Santos**, amigo para todos os momentos e todas as horas, sempre presente e atuante, um exemplo de perseverança, reflexão e mudança, sempre para melhor.

A **Daniel Franci e Diego Ribeiro**, outros amigos para todas as horas e que sempre forneceram apoio, especialmente nos plantões da equipe A. São exemplos para mim e para todos sobre como se comportar academicamente e amigavelmente.

Às moças da nossa equipe, **Tatiana Ozahata, Carolina Gontijo e Silvia Martinez**, que sempre me apoiaram e ajudaram.

Aos **alunos e ex-alunos do curso de medicina da Unicamp**, que construíram esse trabalho junto comigo.

Ao programa de **Pós Graduação – CAPES Pró Ensino – 2036/2010**, pelo apoio que recebi para a conclusão deste projeto.

RESUMO

Introdução: O ensino de Emergências Clínicas é realizado essencialmente dentro do ambiente hospitalar, onde a técnica, o profissionalismo, a comunicação e a empatia são abordados simultaneamente. Os alunos são expostos a um ambiente estressante e estimulados a abordar doenças diferentes, tomar decisões rápidas, lidar com a equipe multiprofissional, desenvolver habilidades de comunicação e a entrar em contato com suas emoções. Esta complexidade pode ter um impacto direto e negativo na carga cognitiva e na motivação para a aprendizagem. Nos últimos anos várias metodologias ativas de ensino estão sendo utilizadas para aumentar a eficácia dos processos de aprendizado. O uso de modelos conceituais, como as Teorias da Carga Cognitiva e da Autodeterminação, pode auxiliar na elaboração de estratégias didáticas que nos permitam minimizar esses desafios.

Materiais e Métodos: Desenvolvemos um curso de ensino à distância de Emergências Clínicas, em plataforma Moodle, inspirado por casos clínicos reais. Três classes consecutivas do sexto ano de Graduação em Medicina (n = 263) participaram do curso entre 2013 e 2015, durante o estágio de Emergências Clínicas, que é essencialmente prático e obrigatório. O curso online ofereceu diversas atividades, complementando o estágio prático, e a participação dos alunos foi voluntária. A Visita Virtual, principal atividade do curso, simulou visitas médicas reais. Os casos clínicos apresentados foram inspirados em pacientes atendidos no nosso serviço de emergência e foram apresentados em cinco partes (segunda a sexta), em formato narrativo, permitindo a interação diária entre os alunos e entre os alunos e o professor. Para cada queixa (cefaléia, coma, dor torácica e outras), foi criado um esquema de raciocínio clínico que foi utilizado em todo caso que tivesse a mesma queixa principal. Atividades adicionais como Decisões extremas, Quiz de emergência, Desafios Radiológicos e Desafio de Eletrocardiograma ofereceram diferentes pontos de vista dos cuidados de Emergência. Correlacionamos a participação no curso com o desempenho acadêmico e medimos a carga cognitiva e a motivação.

Resultados: Cada aluno visualizou, em média, 1965 páginas e passou 72 horas conectado à plataforma. Embora o Estágio de Emergências Clínicas tenha dois meses de duração, os alunos acessaram o curso *online* durante uma média de 5,3 meses. A

Visita Virtual foi a categoria mais acessada, e houve uma correlação positiva entre o número de horas conectadas à plataforma e as notas finais do Estágio. Os alunos que dedicaram mais tempo para o curso *online* tiveram uma chance maior de estarem em quartis de notas maiores. Mais de 90% dos alunos identificaram melhora em seu raciocínio clínico e sentiram-se melhor preparados para atendimentos de emergência. A carga cognitiva associada à Visita Virtual foi significativamente menor que a carga cognitiva relacionada a Visita Médica Real. Os alunos mostraram alta motivação para participação no curso.

Conclusão: Um curso virtual inspirado no mundo real, baseado em modelos conceituais cognitivos e motivacionais, pode ser uma ferramenta potente para envolver os alunos no processo de ensino-aprendizagem. Neste contexto, o ensino à distância pode apoiar o aluno no gerenciamento dos desafios cognitivos envolvidos nos cuidados clínicos e aumentar a sua motivação para o aprendizado.

Palavras-chave: Educação Médica; Emergência; Motivação

ABSTRACT

Introduction: Teaching Emergency Medicine is highly challenging. Medical Students must interact with patients and multi-professional teams directly in the real clinical environment. Along this process, they must develop cognitive skills while improving professionalism, communication and empathy skills. Emergency clerkships expose medical students to a stressful environment, where they have to deal with different patients, multiple diseases, time constraints and emotional pressure. In this context, cognitive load could be high and motivation for learning impaired. In recent years, e-learning is being used as an active methodology which could improve efficiency on learning. In addition, conceptual frameworks such as Cognitive Load Theory and Self Determination Theory may help to overcome the challenges related to Emergency Medicine teaching.

Methods: We have developed a Moodle-based online Emergency Medicine course, inspired by real clinical cases. Three consecutive classes of sixth-year medical students (n=263) participated in the course (2013-2015), during a curricular and essentially practical Emergency Medicine rotation. In a “blended-learning” strategy, the course was additional and complementary to the daily activities of rotation. Participation in the course was voluntary and students did not receive any grade for it. “Virtual Rounds” provided weekly virtual patients in narrative format, divided in five parts (Monday through Friday), in order to simulate real rounds at an Emergency Unit. For each initial complaint, we have created meaningful schemata that would be repeated in every case with the same complaint. Additional activities such as Extreme Decisions, Emergency Quiz, Radiology Challenge and Electrocardiographic Challenge offered different views of the emergency care.

Results: Each student produced 1965 pageviews and spent 72 hours logged on. Although the curricular Clinical Emergency rotation is two months long, students accessed the online course during an average of 5.3 months. Virtual Rounds was the most accessed activity, and there was a positive correlation between the number of hours logged on the platform and final grades on Emergency Medicine. Students that dedicated more time to the online course had a higher chance to be in better grades’ quartiles. Over 90% of students felt an improvement in their clinical reasoning and

considered themselves better prepared for rendering Emergency care. Cognitive load related to Virtual Rounds received smaller grades in comparison to Real Medical Rounds. Students provided high grades for their motivation.

Conclusion: A real-world inspired online course, based on cognitive and motivational conceptual frameworks, seems to be a strong tool to engage students in learning. It may support them to manage the cognitive challenges involved in clinical care and increase their motivation for learning.

Keywords: Medical Education; Emergencies; Motivation

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Ensino de Emergência.....	13
1.1.1 Contexto Histórico.....	13
1.1.2 Desafios do Ensino de Emergência	15
1.2 Metodologias Ativas de Ensino.....	18
1.3 Elearning e Ambientes Virtuais de Aprendizado.....	19
1.4 Modelos Conceituais.	24
1.5 Teoria da Carga Cognitiva.....	25
1.5.1 Medição da Carga Cognitiva.....	30
1.6 Teoria da Autodeterminação.....	32
OBJETIVOS.....	38
METODOLOGIA.....	39
3.1 Sujeitos.....	39
3.2 A Estrutura atual do Estágio de Emergências Clínicas.....	39
3.2.1 Avaliação no Estágio de Emergências Clínicas.....	41
3.3 Curso à Distância de Emergências Clínicas em Plataforma Moodle.....	42
3.3.1 Convite para participação e inscrição no curso.....	43
3.3.2 Criação de conteúdo do curso à distância.....	43
3.4 Layout da Plataforma.....	44
3.5 Categorias Criadas.....	45
3.5.1 Visita Virtual.....	46
3.5.2 Quiz da Emergência.....	52
3.5.3 Desafios de Eletrocardiograma.....	55
3.5.4 Desafios Radiológicos.....	58
3.5.5 Decisões Extremas.....	61
3.5.6 Desafios Gasométricos.....	64
3.6 Bibliografia da Disciplina.....	65
3.7 Conteúdos antigos (repositórios)	65
3.8 Modos de acesso à Plataforma.....	66
3.9 Análise Estatística.....	66
3.9.1 Dados Obtidos.....	66
3.9.2 Análise Estatística dos dados.....	67
3.9.3 Questionário ao término do curso.....	68
3.9.4 Medição da Carga Cognitiva.....	69
3.9.5 Medição da Motivação.....	70
3.10 Submissão e Aprovação pelo Comitê de Ética.....	70
RESULTADOS.....	71
DISCUSSÃO GERAL.....	93
CONCLUSÃO.....	102
REFERÊNCIAS.....	104
Anexo 1A – Avaliação de Atitudes e Comportamentos no Pronto Socorro.....	113
Anexo 1B – Avaliação de Atitudes e Comportamentos na Enfermaria/UTI.....	115
Anexo 2 – Escala CARE – Avaliação pelos paciente.....	117
Anexo 3 – Carta Convite.....	118
Anexo 4 – Aprovação do Comitê de Ética.....	121
Anexo 5 - Autorização para Publicação do Artigo na Dissertação (“Copyright”).....	124

INTRODUÇÃO

1.1 O Ensino de Emergência

1.1.1 Contexto Histórico

A constituição de 1988 determina no seu artigo 196 da seção II, que “a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”.¹ Identificam-se atualmente duas portas de entrada dos pacientes para o sistema de saúde: o programa de atenção básica e as unidades de urgência e emergência (de acordo com a portaria número 2048/GM, de 2002).² Apesar dos esforços dos últimos anos com a iniciativa do programa de saúde da família, ainda sofremos com a falta de acesso ao sistema, o que leva ao aumento do número de atendimentos nos serviços de urgência. Esta sobrecarga de atendimentos se choca com estrutura física obsoleta e mal dimensionada, que não conseguiu acompanhar o crescimento populacional brasileiro dos últimos anos, e muito menos o caótico processo de urbanização da nossa sociedade.

Nos últimos anos observamos o aumento da prevalência das doenças crônico degenerativas,³ que deve-se em parte ao envelhecimento da população brasileira e a melhoria dos tratamentos disponíveis para estas patologias, além da incorporação de novas tecnologias que melhoram o prognóstico e aumentam a sobrevida dos pacientes.

A epidemiologia dos serviços de urgência e emergência acompanha esta mudança no perfil populacional brasileiro e hoje 80% dos atendimentos de emergência no Brasil estão relacionados a patologias clínicas, não cirúrgicas, destacando-se as intercorrências agudas de doenças cardiovasculares, infecciosas e neoplásicas.⁴

Boa parte dos profissionais médicos responsáveis pelos atendimentos de urgência e emergência é constituída por jovens médicos recém-egressos dos cursos de graduação em Medicina. Muitas vezes estes jovens profissionais não possuem a

experiência necessária para trabalhar no setor de Urgência e Emergência, um dos pilares do SUS.⁵

O médico emergencista deve garantir que o “rápido diagnóstico e intervenção precoce em enfermidades agudas ou em descompensações agudas de condições crônicas melhore o prognóstico dos pacientes atendidos”.^{6,7} Neste contexto, espera-se que o graduando em Medicina deva receber treinamento em Emergências Clínicas para que possa oferecer o cuidado aos pacientes graves de forma competente e hábil.⁸ Além do aspecto prático e técnico, questões sobre Ética Médica, profissionalismo, segurança do paciente e trabalho em equipe são discutidos e treinados dentro desta área.^{9,10}

Com ciência de todas essas dificuldades, em vários locais do mundo a Medicina de Emergência estrutura-se como especialidade médica¹¹, sendo esta uma das ações prioritárias da Organização Mundial da Saúde.^{12,13} Nos EUA, tornou-se especialidade em 1979, o que também ocorreu recentemente em países sul-americanos como Argentina e Chile.⁵ No Brasil, em 2015, a Medicina de Emergência passou a ser considerada especialidade médica.⁵

Nos últimos anos, a Associação Brasileira de Educação Médica (ABEM) vem realizando um grande esforço para adaptar nosso currículo a esta realidade. A Lei n. 12.871, de 22 de outubro de 2013, que institui o Programa Mais Médicos, no inciso primeiro do artigo 4º indica que *“Ao menos 30% (trinta por cento) da carga horária do internato médico na graduação serão desenvolvidos na Atenção Básica e em Serviço de Urgência e Emergência do SUS, respeitando-se o tempo mínimo de 2 (dois) anos de internato, a ser disciplinado nas diretrizes curriculares nacionais”*¹⁴, o que foi incorporado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Medicina, pela Resolução nº 3 de 20 de junho de 2014.

No último ano vimos a abertura de diversos programas de Residência Médica para Urgência e Emergência com acesso direto e três anos de duração, o que será um combustível ainda maior para a formação adequada de médicos emergencistas. Esperamos que este processo traga impacto positivo no currículo de graduação de nossas Escolas Médicas.

Desta forma podemos vislumbrar uma melhor formação do médico emergencista começando desde a graduação, através de um eixo formativo longitudinal ao longo dos seis anos, e culminando em um programa específico de Residência Médica.

No entanto, o caminho ainda será árduo. O ensino de Emergência ainda não faz parte do currículo formal de nossos estudantes na maioria das escolas médicas do país. Boa parte dos hospitais de ensino no país, inclusive universitários, não possuem unidades de atendimento de urgência e emergência. Esta deficiência não é privilégio das escolas brasileiras e nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que apenas 20% das 126 escolas médicas apresentam em sua grade curricular algum estágio obrigatório no cuidado de pacientes intensivos, embora esta frequência esteja aumentando.^{8,9,15}

1.1.2 Desafios do Ensino de Emergência

Neste contexto histórico, e com o recente desenvolvimento da Emergência como especialidade, percebemos a necessidade de definir o que é esperado do médico que trabalha no setor de Emergência. Acreditamos que ele deve estar apto a planejar e executar o plano terapêutico enquanto formula diagnósticos, considerar o tempo como fator prognóstico fundamental e utilizar julgamento crítico baseado em evidências. Além disso, deve lidar com doenças graves, ter liderança, desenvolver habilidades de comunicação, realizar procedimentos, saber realizar cuidados de final de vida, comprometer-se com a educação continuada independente, gerenciar o sistema de saúde e realizar cuidados pré-hospitalares.^{16,17}

Para o desenvolvimento e o aprendizado de tantas habilidades, o ensino de Emergência deve ser iniciado durante a Graduação. Deve-se enfatizar que ainda é preferencialmente realizado dentro do hospital, e, portanto, devemos relembrar princípios importantes que norteiam o aprendizado no ambiente clínico e que deveriam ser contemplados:

1) *o conhecimento é construído, não acumulado* - não é suficiente fornecer aos alunos uma série de informações. Devemos permitir a criação de conexões coerentes com o conhecimento prévio;

2) *a experiência depende da vivência de casos* - com discussão focada naquilo que é mais importante para o paciente, à beira do leito;

3) *estudantes aprendem quando estão motivados* - é fundamental criar desafios e incentivos aos alunos, ao mesmo tempo em que cuidamos para que o ambiente de ensino seja agradável, seguro e acolhedor; e

4) *o aprendizado é um processo pessoal e social dentro de uma comunidade* - devemos conhecer nossos alunos e prover suporte para que haja sensação de vínculo entre todos.¹⁸

O ambiente clínico é importante para o aperfeiçoamento da anamnese, exame físico, comunicação e profissionalismo, particularmente pela motivação representada pela relevância prática do conteúdo.¹⁹ O aprendizado é focado no paciente e nos seus problemas, sendo o local onde os alunos realmente aprendem a ser médicos.²⁰

Neste ambiente, o setor de Emergência fornece uma oportunidade única aos estudantes ao expô-los a pacientes sem um diagnóstico pré-estabelecido que demandam decisões clínicas rápidas,^{21,22} em que se faz necessário partir da queixa principal para o diagnóstico e plano terapêutico.⁸

Apesar destas vantagens e possibilidades fantásticas para o aprendizado efetivo, o ensino de Emergência no ambiente clínico possui diversos desafios.

O primeiro a ser considerado é promover o aprendizado em visitas médicas à beira do leito, que apesar de serem oportunidades ímpares para o desenvolvimento do raciocínio clínico, dependendo da forma como são executadas, podem influenciar negativamente o aprendizado dos alunos. Como exemplo, podem ocorrer situações inesperadas, tais como intercorrências agudas com o paciente, solicitações de famílias, dúvidas e solicitações de equipe multidisciplinar, que podem interromper a visita médica. Embora haja nestes episódios muitas oportunidades para o aluno

desenvolver habilidades de comunicação e profissionalismo, podem fragmentar o aprendizado cognitivo, particularmente do raciocínio clínico.^{18,19}

Além disso, alunos em diferentes níveis de formação participam da visita médica comumente ao lado de médicos residentes, o que desafia o professor a garantir uma discussão adequada para cada um dos participantes da visita. Se não houver cuidado e experiência, nem todos se sentirão incluídos e assim poderão ser minadas as oportunidades de reflexão e feedback, fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio clínico.¹⁹

Mesmo entre alunos de um mesmo grupo de estágio na Emergência, a experiência clínica vivida poderá ser diferente, considerando que eles não serão expostos aos mesmos pacientes e aos mesmos processos de trabalho ou diagnósticos.²²

Adicionalmente, muitos alunos se sentem constrangidos ao expor suas ideias e raciocínios e participar plenamente das visitas médicas no ambiente clínico, o que sabidamente irá ter impacto negativo nas oportunidades de aprendizado. Vários motivos podem ser citados, tais como: medo de exposição na frente de colegas, professores e de pacientes, falta de conhecimento teórico sobre o assunto em questão, falta de empatia por parte dos professores, medo da sensação do fracasso e a percepção de que o ambiente não seja “acolhedor” para propiciar o aprendizado.¹⁹

Considerando agora as particularidades específicas da Emergência, estes desafios poderão ser alçados a um patamar ainda maior. Primeiramente, o ensino neste ambiente é complexo, pois envolve diversos cenários de prática, como pronto atendimento, sala de emergência e unidade de terapia intensiva. A presença de equipe multiprofissional, fundamental para a qualidade da assistência, exige o desenvolvimento das habilidades de relacionamento e liderança dos estudantes. O ambiente de grande pressão de demanda e de complexidade dos casos, onde as decisões precisam ser objetivas, rápidas e eficientes, são desafios adicionais para o seu processo de aprendizado.²³

Os desafios não são restritos aos alunos, mas se estendem ao professor. É comum, por parte destes, o relato de falta de tempo para o ensino, dificuldade para

atualização constante, sensação de desvalorização e desconexão com o currículo.²¹ Muitas vezes o professor realiza inúmeras tarefas além do ensino, tais como assistência ao paciente, gerência do ambiente e da equipe multiprofissional. É muito comum o ensino ser realizado por médicos assistentes que assumem o papel de professor, nem sempre de forma planejada, atuando muitas vezes de improviso.

Com tantos desafios e com excesso de informações a aprender em seus aspectos técnicos e humanos há uma nítida sobrecarga do sistema cognitivo do aluno, que poderá ter impacto decisivo e negativo em seu aprendizado e em sua motivação.

1.2 Metodologias Ativas de Ensino

Para vencer desafios, o ensino médico precisa se adaptar à rapidez com a qual o mundo se modifica. Nos últimos anos assistimos à incorporação de novos métodos de ensino e aprendizado, mais centrados no aluno, e baseados em competência e profissionalismo, obrigando os educadores a ter um arsenal maior de ferramentas didáticas.¹⁹ Neste contexto, cada vez mais o professor deve atuar como um facilitador do processo de ensino-aprendizagem.²⁴

Muitas vezes o aluno tem dificuldades em se adaptar ao perfil pedagógico do professor e, por isso, é importante que este esteja disponível para absorver as mudanças que vem ocorrendo no mundo, transformando-se enquanto apoia a transformação do aluno.

Em todo o mundo, metodologias ativas que utilizam a tecnologia vem sendo incorporadas no arsenal pedagógico para o ensino de Emergência, e inicialmente houve muita discussão se esta seria a melhor opção.¹⁷

Há evidências que a utilização da tecnologia pode gerar maior interesse na aquisição de conhecimentos, maior satisfação no estudo e maior retenção das informações.²⁵⁻³³ Neste contexto, várias práticas modernas de ensino visando o treinamento de habilidades e competências foram incluídas no ensino de emergência, destacando-se o “*e-learning*”, a simulação de alta fidelidade e o aprendizado baseado

em problemas, além da educação continuada através de ambientes virtuais de aprendizado.

Cada uma destas novas metodologias pode ter objetivos específicos. Simulação de Emergência, por exemplo, permite, sobretudo, o treinamento de situações de tomadas de decisão e trabalho em equipe.¹⁶

Havia uma preocupação inicial em se comparar o ensino tradicional (baseado sobretudo em aulas teóricas) com o ensino utilizando tecnologia, mas há trabalhos suficientes que evidenciam que este último é tão eficaz ou mesmo superior ao primeiro.³⁴⁻³⁶ A análise de trabalhos que avaliaram o ensino médico em Emergência nos últimos 8 anos, destaca a participação cada vez maior de modalidades de ensino que utilizam a tecnologia.³⁷

Assim, acredita-se que essas novas metodologias de ensino podem nos auxiliar a estabelecer estratégias pedagógicas mais eficazes.

1.3 E-learning” e ambientes virtuais de aprendizado

Apenas uma pequena porção do conhecimento médico pode ser obtido e memorizado em salas de aula³⁸, e muitas vezes não está prontamente disponível para aplicação prática.¹⁸ Além disso, a partir da década de 90, passamos a acessar as informações predominantemente pela via digital³⁸. Consequentemente, proliferam trabalhos que avaliam as modalidades de ensino que utilizam a Internet (“*e-learning*”)²⁶ e todas as suas ferramentas em prol da educação médica.³⁹

Adicionalmente, estima-se que os estudantes retêm 20% do que ouvem em aulas teóricas tradicionais, mas o potencial de retenção pode chegar a 75% quando o aluno participa de atividades interativas com colegas e professores, que englobem diversos sentidos (visão e audição) e que fundamentalmente envolvam emoções.^{28,40} Por isso, a utilização do “*e-learning*” teoricamente pode amplificar nossa capacidade de ensinar e a do aluno de aprender.

O “*e-learning*” é geralmente utilizado para o Ensino à Distância (EaD), sendo possível usufruir dos variados recursos de multimídia (textos, sons, vídeos, figuras, links) na chamada WEB 2.0.⁴¹ É possível a criação de blogs, de chats de discussão, *wikis* (sites de formação de conteúdo compartilhado por alunos), *podcasts* (arquivos de áudio digital),⁴² ambientes virtuais de aprendizado (AVA), além da interação com as Mídias Sociais (como Facebook, Twitter, MySpace).⁴³

A educação a distância está regulamentada no Brasil pelo Decreto Presidencial número 5622, de 19 de dezembro de 2005, que determina: “*caracteriza-se a Educação a Distância como modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos.*”⁴⁴ Está prevista sua utilização em diversas áreas do ensino, inclusive na área de graduação.

Na literatura mundial, os primeiros trabalhos sobre “*e-learning*” visavam a comparação com o ensino tradicional. Assim como outras formas de tecnologia, o “*e-learning*” mostrou desempenho pedagógico semelhante ou até mesmo superior quando comparado com metodologias de ensino tradicionais.

Este dado não deve ser surpreendente, pois na evolução do ensino médico é notório que mais importante que a ferramenta utilizada é a estratégia didática implantada, que poderá contar com maior ou menor apoio tecnológico.

Consequentemente, os trabalhos atuais nesta área modificaram o foco de avaliação do “*e-learning*”. Nos últimos anos a maioria das investigações objetivou avaliar a melhor forma de utilizar cada um dos seus diversos recursos.^{32,45-48} Apesar de muitos trabalhos e de muito esforço, ainda não está definida a melhor forma para sua utilização. Há poucos estudos avaliando a real eficácia de cada uma de suas ferramentas para o ensino.⁴⁹

A análise das vantagens potenciais do “*e-learning*”, de suas aplicações, das ferramentas disponíveis e de como podemos aplicar à elas as diversas teorias do aprendizado pode nos permitir desenvolver estratégias didáticas eficientes nesta área.

Na **tabela 1** exploramos as vantagens potenciais do “*e-learning*”.^{29,31,34,50-55}

Tabela 1 – Vantagens do “e-learning”

Potenciais vantagens do “e-learning”	
Vantagens	Descrição
Flexibilidade e Acesso universal	Estudo em qualquer momento e qualquer local com internet
Centrado no aluno	Aluno determina velocidade e roteiro para aprendizado
Disponibilidade	Conteúdo continuamente disponível
Atualização	Conteúdo sempre atualizado
Sem restrição geográfica	Alunos em locais distantes e/ou diferentes
Abrangência	Não há restrição do número de alunos em um curso
Interatividade	Interação com professor e outros alunos (comunidade)

Sempre há risco de extrema empolgação ao se utilizar novas estratégias educacionais. Se não houver reflexão suficiente sobre como melhor utilizar todas as ferramentas disponíveis, não será possível potencializar as vantagens destas estratégias.⁵⁶ Neste contexto, um erro comum ao aplicar o “*e-learning*” é a simples transferência de material educacional da sala de aula para o computador e concluir que assim irá ocorrer aprendizado adequado.⁵⁷

A forma mais utilizada de “*e-learning*” é uma técnica chamada de “blended learning”⁵⁷, que associa estratégias de EaD com o ensino presencial. Através desta técnica, permite-se ao aluno refletir sobre um problema, realizar uma atividade

preparatória ou complementar àquelas realizadas em sala de aula ou no ambiente clínico. Além do ganho cognitivo, permite-se que o tempo presencial se torne inteiramente focado no desenvolvimento de habilidades que requeiram interação interpessoal, tais como habilidades de comunicação, de liderança, simulação e discussão sobre ética médica.⁵⁷

Para que as estratégias didáticas que utilizem o “e-learning” possam ter máxima eficácia, a escolha de ferramentas adequadas para contemplar os objetivos é passo importante. Dentre estas, a utilização de ambientes virtuais de aprendizado (AVA) está se tornando cada vez mais popular.^{58,59}

Os AVA permitem a criação de conteúdos em variados e complementares formatos, de forma integrada. Os AVA permitem, no mesmo ambiente: 1) criação de conteúdos na forma de fóruns de discussão; 2) criação de questionários em diversos formatos; 3) realização de chats; 4) fornecimento de links para outras páginas na Internet; 5) feedback ao aluno sobre dúvidas, de forma imediata (sincrônica) ou tardia (assincrônica); 6) interação em tempo real ou tardia com o professor, através da própria plataforma ou por e-mail; e 7) avaliação dos alunos (participação geral e por atividade, notas em questionários, tempo de utilização do curso).²⁹ Há ainda a possibilidade de utilização de diversos tipos de mídias, como vídeos, imagens e sons, garantindo variados graus de interatividade.^{55,60,61}

É exatamente pela possibilidade de uso de tantos recursos que os AVA são ferramentas tão atrativas.¹⁹ A discussão em fóruns pode aumentar interação entre alunos e com o professor, estimulando o aprendizado ativo e a reflexão; a utilização de questões de múltipla escolha permite ao aluno realizar sua auto-avaliação; a criação de links a outras páginas na Internet (“hyperlinks”) torna o estudo muito mais amplo. A utilização de figuras, imagens e vídeos é sempre recomendada.^{55,60} A utilização de diversos recursos de multimídia e de diferentes formatos de atividades permite que contemplemos os alunos em seus diferentes estilos de aprendizagem.¹⁹

Os AVA mais utilizados no mundo são Moodle, BlackBoard e WebCT.^{53,55,62} Dentre esses, o Moodle se destaca por ser um AVA livre, presente em 193 países e disponível em 77 idiomas.⁶² Sua origem vem de teorias colaborativas de aprendizado,

como compartilhamento de textos e atividades. O sucesso do Moodle até o momento é, sobretudo, com repositório de conteúdo. Há poucos estudos que avaliam uso diário do Moodle e seus resultados. Ainda não é usado em todo seu potencial e tem sua maior utilização complementando atividades presenciais.⁵⁹

Além das vantagens e das ferramentas disponíveis, o ensino através do “e-learning” deveria seguir os mesmos princípios de aprendizado utilizados para o ensino “mais tradicional”. Neste contexto, para contemplar as necessidades dos alunos e propiciar um aprendizado eficiente, as estratégias de “*e-learning*” devem idealmente gerar pensamento crítico, propiciar aprendizado independente, ser baseado em evidências, permitir interação com o professor, fornecer “feedback” ao aluno e permitir estratégias de auto-avaliação.^{33,63}

É fundamental levar em consideração as características específicas do aprendizado do adulto. Ressalte-se que para um indivíduo adulto se interessar por um conhecimento específico, deve perceber aplicação prática do que está aprendendo.³¹ No curso de Graduação em Medicina, isto é cada vez mais verdade à medida que o curso se aproxima do final (Internato), quando o aluno ativamente procura correlacionar o aprendizado com o cuidado dos seus pacientes.

Para potencializar este aprendizado prático, a apresentação de casos clínicos reais em quantidade suficiente para contemplar a complexidade das possibilidades diagnósticas, terapêuticas e prognósticas é fundamental. A habilidade de realizar diagnósticos diferenciais depende linearmente da vivência clínica plural e comprometida com o resultado terapêutico.⁶⁴ O uso da tecnologia pode ampliar a vivência clínica real ao permitir a criação de diversos problemas clínicos diferentes, aumentando a variabilidade das situações, aumentando a confiança do aluno⁶⁵, tornando o ensino mais eficaz.

Há, por outro lado, algumas preocupações específicas com o “*e-learning*”: 1) sensação de isolamento social, que pode ocorrer com alguns alunos em atividades que reduzam excessivamente a interação com os colegas; 2) a depender da estratégia utilizada, pode ocorrer falta de interação direta com o professor; e 3) impossibilidade de acesso à Internet por parte de alguns alunos fora do ambiente acadêmico.^{51,53,54,66}

Minimizar essas dificuldades também é passo crucial para o sucesso da utilização do “e-learning”.

Por fim, importante lembrar que os aparelhos eletrônicos portáteis atuais (tablets e smartphones)⁶⁷ podem acessar os conteúdos da Internet, inclusive sites de ensino médico e as Mídias Sociais, permitindo ao aluno interagir com estes ambientes virtuais durante as 24 horas do dia, em qualquer local.

1.4 Modelos Conceituais

No momento de criar um curso ou uma nova estratégia didática, é fundamental que haja planejamento e definição dos objetivos.⁶⁸ Cada vez há mais literatura sobre teorias do aprendizado, e quais os fatores que mais motivam um adulto a aprender.

Inicialmente, citamos que há diversos domínios do aprendizado, tais como: 1) cognitivo; 2) afetivo (motivação e emoção); 3) social (interação e experiência com outros); 4) ambiental (efeitos do ambiente); e 5) metacognitivo (reflexão sobre pensamentos de colegas).⁶⁹

Os diversos domínios, de forma isolada ou associada, são a base para as diferentes teorias do aprendizado. Há um número crescente destas, que não são excludentes, mas complementares e muitas vezes sobrepostas, e citamos as teorias mais clássicas: 1) *teoria construtivista*, na qual novos conhecimentos são comparados e adicionados ao que o aluno previamente já sabia, formando novos esquemas; 2) *teoria comportamentalista*, que indica necessidade de repetição e reforço do que é aprendido; 3) *teoria motivacional*, na qual a criação de motivação intrínseca aumenta as possibilidades de aprendizado; 4) *teoria social* do aprendizado, que indicaria a formação de comunidades de prática; 5) *teoria da transformação*, que explora a reflexão sobre conhecimentos existente; e, 6) *teorias humanistas*, centrada no aluno e em sua capacidade de auto aprender.^{66,69,70}

Alguns autores indicam que os conceitos básicos seriam mais bem ensinados com base na teoria comportamentalista; já atividades mais complexas, como por exemplo o uso de AVA para EaD, utilizariam a teoria construtivista.⁵⁸ No entanto, na

maioria das vezes, não nos baseamos apenas em um domínio ou em uma teoria para executar nossos cursos, mesmo porquê elas não são excludentes, e sim, complementares. Idealmente devemos extrair o que há de melhor em cada teoria, e que possa se encaixar em nossa estratégia didática.^{61,69}

Neste contexto, a utilização de modelos conceituais pode evidenciar uma forma de pensar sobre um problema ou um estudo, propondo um caminho a ser seguido, utilizando uma ou mais teorias do aprendizado.⁶⁸

O ensino de Emergência possui problemas e obstáculos diversos, e estratégias didáticas podem ser criadas para os enfrentar.

Na **tabela 2** citam-se os principais problemas para o ensino de Emergência.

Tabela 2 – Principais problemas do Ensino de Emergência.

Problemas para o Ensino de Emergência
Conteúdo didático próprio, ao qual o aluno somente é exposto ao iniciar o estágio mandatório (internato)
Conteúdo extenso que pode sobrecarregar a capacidade cognitiva do aluno
Ambiente caótico, dificultando o aprendizado cognitivo durante as atividades diárias
Professores divididos entre ensino e assistência
Alunos terão experiências distintas, pois serão expostos a casos distintos
Motivação para aprender pode ser reduzida caso aluno não identifique ganho e relevância do conhecimento ⁷¹

Considerando esses problemas, dois modelos conceituais podem auxiliar o desenvolvimento de um curso de Emergências Clínicas: Teoria da Carga Cognitiva e Teoria da Autodeterminação, duas recentes teorias sobre o aprendizado.

1.5 Teoria da carga cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva (TCG) foi descrita inicialmente por Sweller *et.al.* em 1988.⁷² Ela pode ser aplicada à todas as atividades que envolvam realização de

tarefas, e é mais aplicada para a Educação. Nos últimos anos aumentaram os trabalhos que a utilizam para Educação Médica.^{69,72}

A premissa inicial da TCG é que nossa memória de trabalho tem uma capacidade limitada. Pela teoria do “duplo canal”, o aprendizado se inicia na memória sensorial, em que há uma via para as informações que chegam ao córtex cerebral por meio visual e outra para o auditivo. As informações são mantidas na memória sensorial por 0,25 a 2 segundos, e quando relevantes, são transferidas para a memória de trabalho (MT).⁶⁹

É a capacidade de atenção que permite que as informações cheguem à MT. Portanto, uma primeira limitação ao aprendizado é a interferência do ambiente, que pode dificultar o aluno em focar e ter atenção para o aprendizado cognitivo de uma tarefa. Um segundo limitante é que nossa MT tem uma capacidade de processamento limitada a 4 a 9 unidades de informação por vez. Cada atividade ou dado de uma tarefa entra na MT como uma unidade de informação. A capacidade limitada da MT é um dos aspectos mais importantes da TCG.^{69,73}

As unidades de informação não são as mesmas para alunos em diferentes estágios de aprendizado. Os iniciantes em uma tarefa tem que lidar com um número muito maior de unidades de informação que um aluno mais experiente. Já os experientes possuem esquemas definidos para aquela tarefa. Por exemplo, para determinar a etiologia da dor torácica de um paciente, um aluno iniciante que receba a informação de dor em aperto, irradiação ao membro superior direito, presença de náuseas e presença de dispnéia, terá que lidar com 4 unidades de informação, não havendo muito espaço na MT ainda disponível para novas informações. Já um aluno experiente, lidaria com as mesmas informações como uma única unidade de informação, pois já teria conhecimento prévio suficiente (esquemas formados) permitindo reconhecer que todas essas informações, em conjunto, representam um esquema, angina. Por isso haveria muito mais espaço na MT para agregar mais aprendizado.

A função primordial da MT é processar as unidades de informação e transportar as mesmas para a memória de longa duração (ML), que em teoria tem

capacidade ilimitada, e que em geral agrupa as informações em esquemas específicos. Com esquemas criados e guardados na ML, quando novas informações chegam na MT, poderão ser incorporados nesses esquemas pré-criados.

Portanto, o aprendizado ocorre com a integração de nova informação àquelas já armazenadas na ML, ou com a criação de novos esquemas que serão primeiramente guardados na ML; ambos os processos ocorrem na MT.⁷⁴ A **figura 1** ilustra, de acordo com a TCG, como ocorre o processamento das informações em nossa memória.

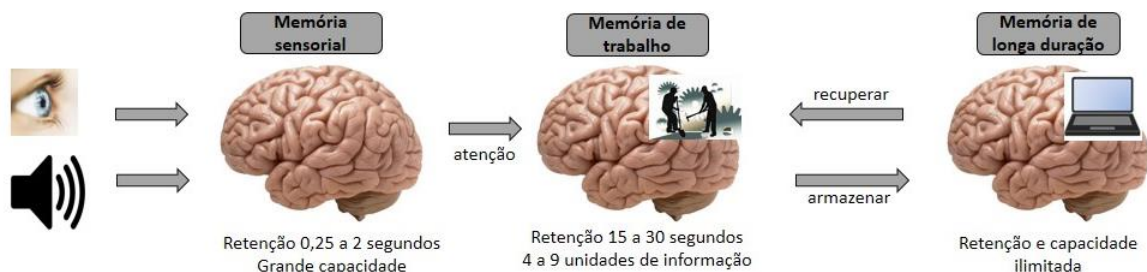


Figura 1 – As informações são recebidas na memória sensorial; aquelas às quais prestamos atenção chegam à memória de trabalho (4 a 9 unidades de informação); no processamento de informação, ocorre a recuperação de esquemas pré definidos, se houverem, aos quais as novas informações serão associadas, ou criados novos esquemas, para então serem armazenados na memória de longa duração.

Assim, cada tarefa ou atividade impõe uma carga à nossa memória de trabalho. Dois outros conceitos surgem neste contexto, o de carga mental e o de esforço mental. Carga mental é originada da interação entre a tarefa e o indivíduo. Esforço mental se relaciona com a capacidade cognitiva alocada para responder às demandas da tarefa, refletindo desta forma um reflexo da carga cognitiva.⁷⁵

A carga cognitiva de uma tarefa, e que terá impacto na MT, tem um tamanho limitado e pode ser dividida em três partes: Carga intrínseca, Carga extrínseca e a Carga Germânea. Estas cargas, embora teóricas, são somadas para determinar a carga total da tarefa, mas como a carga cognitiva de qualquer tarefa tem um tamanho limitado, quando uma das partes for muito grande, poderá não haver espaço suficiente para as demais.

A carga intrínseca (CI) é aquela relacionada especificamente com a dificuldade da tarefa, e que terá relação direta com a experiência e conhecimentos prévios do aluno. Quanto mais difícil a tarefa a ser executada e quanto menor experiência o aluno tiver no assunto, espera-se que a CI seja maior.

A carga extrínseca (CE) é a relacionada com todas as atividades que não estão diretamente relacionadas com a execução e o aprendizado da tarefa. Dentre os diversos fatores que podem afetar CE, citam-se: ansiedade, desmotivação, autoconsciência de estar sendo observado, cansaço, distrações e barulho excessivo.⁷⁶

A carga germânea (CG) é a relacionada ao esforço necessário para o aprendizado, especialmente a formação de esquemas, muito dependente do próprio indivíduo, e que irá permitir o aprendizado significativo. Seu surgimento está em dependência direta do esforço do aluno, ou seja, em seu interesse em aprender.

A **Figura 2** mostra como as cargas cognitivas podem se compor em situações distintas, considerando a mesma tarefa para as 3 situações.

A. Carga cognitiva para aluno inexperiente no assunto



B. Carga cognitiva para aluno experiente no assunto não motivado para aprender



C. Carga cognitiva para aluno experiente no assunto motivado para aprender



Figura 2: Composição da Carga cognitiva para uma mesma tarefa. Em **A**, a tarefa pode ser muito difícil para o aluno inexperiente, tornando a CI muito grande, e mesmo que a CE seja minimizada, não há espaço para a CG, o que irá reduzir a chance de aprendizado significativo; em **B**, CI é menor, mas como o aluno não tem motivação para aprender, não surge a CG, também minimizando as chances de aprendizado; em **C**, a situação mais ideal, com as 3 cargas com espaço suficiente, aumentando as chances de aprendizado efetivo.

A TCG indica, portanto, que uma estratégia de ensino deva adequar a CI à experiência prévia do aluno, minimizar ao máximo a CE e otimizar a CG. Para isso, algumas técnicas podem ser utilizadas, conforme **tabela 3**.^{73,74,77,78}

Tabela 3 – Estratégias didáticas utilizadas para TCG.

Estratégias didáticas de acordo com os princípios da TCG.	
Adequar Carga Intrínseca	
Do simples ao Complexo	Iniciar com atividades mais simples, com aumento progressivo da complexidade
Da baixa para alta fidelidade	Iniciar com atividades de menor interatividade, evoluindo para atividade mais fiéis à realidade, culminando com o cenário real de prática
Minimizar Carga Extrínseca	
Exemplos prévios	Fornecer aos alunos atividades semelhantes que já foram resolvidas
Atividade para completar	Fornecer ao aluno partes da atividade já solucionadas
Princípio da redundância	Evitar fornecer a mesma informação de muitas formas diferentes
Princípio da modalidade	Adequar a forma de fornecer a informação conforme a modalidade escolhida (verbal ou escrita)
Manter atenção	Evitar fornecer muitas informações ao mesmo tempo
Otimizar Carga Germânea	
Princípio da Variabilidade	Ao ensinar uma tarefa (caso) específica, fornecer diversas tarefas diferentes, mas fiéis à realidade
Randomização	Ao fornecer ao aluno diversas tarefas com o objetivo de formação de esquemas, utilizar sempre a randomização, mais que uma ordem pré-definida

Os conceitos e estratégias definidas pela TCG são estudados e utilizados também no “e-learning”. A TCG tem se tornado uma das teorias fundamentais para descrever aprendizado com novas tecnologias.⁷⁷ O uso de Multimídia, com todos os recursos atualmente disponíveis, expande ainda mais os conceitos da TCG,

especialmente o de duplo canal, ou seja, de que há uma via específica para os estímulos visuais e para os estímulos sonoros, cada um dos quais suportando de 4 a 9 unidades de informação.⁷⁹

Independente de como se utilize uma estratégia didática, o processo de aprendizado mais importante é a formação de esquemas e automação.^{73,75} Isto pode ser obtido pela adequação da CI, minimização da CE e sobretudo otimização da CG.⁷⁶ Embora haja ainda discordância entre os autores, a maioria indica que a presença da CG é fundamental para que o processo de automação e formação de esquemas efetivamente ocorra.^{69,73,74,80}

Deve-se tomar cuidado para não aumentar muito a CI, mesmo que a CE seja mantido no mínimo, pelo risco de sobrecarga cognitiva, um conceito mais recente e ainda pouco estudado da TCG.⁷⁴ Como se vê na **figura 2**, caso a CI seja muito grande, não restará espaço para a CG, com redução do aprendizado.

1.5.1 Medição da Carga Cognitiva

Do ponto de vista prático, de acordo com a TCG, quando a MT é sobrecarregada, a performance do aluno ou do médico pode ser prejudicada, o que poderá induzir a erros e o paciente será submetido à riscos desnecessários. Por isso, para a educação médica, estudos que avaliam a carga cognitiva são altamente relevantes.⁷⁶

No entanto, em muitos trabalhos que se baseiam na TCG, não há medida direta da carga cognitiva, sendo sua avaliação realizada de forma indireta a partir dos resultados do trabalho, em geral relacionados às notas em testes ou performances em atividades.^{77,80}

A avaliação da carga cognitiva começou a ser realizada por Pass *et al.*, em seu trabalho de 1992, que utilizava uma escala única, tipo Likert de 9 pontos, e que relacionava o esforço mental para realizar uma tarefa com a carga cognitiva.⁸¹ Foram os trabalhos de Pass que abriram caminho para todos os demais nesta área. Essa escala mede a carga cognitiva total de uma tarefa ou atividade, e não seus subtipos.

Esta é a principal forma de avaliação da carga cognitiva na maioria dos trabalhos realizados.

Outra escala muito utilizada é a escala NASA-TLX,⁸² que utiliza uma escala de 21 pontos em cada um de 6 itens (esforço mental, demanda física, demanda de tempo, performance, esforço de trabalho e frustração).

Alguns trabalhos recentes tentam avaliar diferenças e correlações entre essas duas escalas. Naismith *et al.* não conseguiu identificar correlação entre as escalas para uma mesma atividade (simulação), sugerindo que as escalas de Pass e NASA-TLX sejam melhores para avaliação da CI e não da carga cognitiva total.⁸³

Paas e outros autores indicam que escalas unidimensionais são sensíveis a pequenas variações na carga cognitiva e que são, portanto, válidas e confiáveis.⁷⁵ Outros autores utilizaram escalas semelhantes à de Pass para a avaliação da carga cognitiva, mas sem uma padronização específica, utilizando escalas Likert de 5, 7 ou 9 pontos. A falta de padrão é uma crítica à utilização desta escala.⁸⁰

Além disso, há outras críticas aos trabalhos que avaliaram a carga cognitiva total em escalas unidimensionais. Em geral a análise é realizada ao término do curso ou de uma tarefa, que caso seja muito longa, pode ser uma medida não acurada, já que pode haver uma modificação da carga cognitiva, especialmente a intrínseca e a germânea conforme o aluno se torne mais experiente, o que afetaria a carga cognitiva total. Além disso, na maioria dos estudos, os participantes não estavam particularmente motivados para realizar a tarefa ou atividade específica.⁸⁰

Por isso, mais recentemente, autores indicam a importância de realizar múltiplas medidas, em diferentes momentos do curso.⁷⁴

Alguns autores indicam que a avaliação global da carga cognitiva, isoladamente, tem pouco impacto na TCG, pois não avalia o impacto individual de cada um dos seus subtipos. É incerto ainda como o esforço mental se correlaciona com a carga cognitiva. Baixo esforço poderia ser resultado de baixa carga cognitiva, ou o material poderia ser tão difícil (com grande carga cognitiva) que inibiria o esforço

para aprender. Por isso, para alguns autores, é difícil interpretar, isoladamente, resultados de avaliação da carga cognitiva total.⁷⁷

Assim, embora a existência de diferentes tipos de carga cognitiva sejam teóricas, nos últimos 5 anos surgiram trabalhos que tentam avaliar individualmente cada carga cognitiva.^{74,80,83,84}

A maioria dos trabalhos utiliza questionários, ao término do curso ou da atividade, buscando inferir a dificuldade específica do curso (CI), fatores de distração (CE) e eficiência do aprendizado (CG). Em geral se utiliza múltiplos itens para cada um dos subtipos de carga cognitiva. Até o momento não há estudos suficientes na área médica avaliando isoladamente cada tipo de carga cognitiva.

E, o que se percebeu na maioria dos estudos, é que não há boas correlações entre as medições de CI, CE e CG, ou seja, podem realmente medir elementos diferentes.⁸⁵

Pelas dificuldades em se entender ainda cada carga cognitiva e a ausência de correlações, a avaliação da carga cognitiva não pode ser apenas quantitativa, mas também deve ser qualitativa.⁷⁴

1.6 Teoria da auto-determinação

Há diversas outras teorias do aprendizado que podem ter sinergismo e também complementar a TCG. Estratégias educacionais que modifiquem a carga mental serão apenas efetivas se as pessoas estiverem motivadas e investirem esforço mental para tal.⁷⁵ Por isso, emoções e motivação ganham cada vez mais atenção para o ensino médico. (CLT) Há, no entanto, poucos estudos de como as emoções influenciam a carga cognitiva e o aprendizado na educação médica, e há interesse específico em como a motivação poderia influenciar sobretudo a CG.^{75,76,86,87}

Teorias motivacionais podem permitir não apenas a melhor aquisição e uso do conhecimento durante um curso e a graduação, mas também permite ajuste individual, preocupação com aprendizado em longo prazo, melhor formação

continuada e mesmo impacto na motivação dos pacientes em seguir o plano terapêutico dos médicos que foram expostos a estas teorias.⁷¹ A Teoria da Autodeterminação (TAD), desenvolvida por Edward Deci and Richard Ryan em 2000 é a principal teoria da psicologia motivacional até o presente momento.⁸⁸

De acordo com a TAD, as motivações que irão determinar o comportamento humano variam dentro de uma escala qualitativa, em dois extremos, de um lado a ausência de motivação e, de outro, a motivação intrínseca, que seria determinada pelo próprio indivíduo, permitindo engajamento e satisfação pessoal para participar de uma atividade educacional. Entre os extremos, há a motivação extrínseca, que é a determinada por efeitos ou orientações de outras pessoas, havendo um “controle externo”, em geral dependente de prêmios e punições.⁸⁹

Mesmo quando não há motivação inicial, ou a motivação é extrínseca, pode haver o desenvolvimento de motivação intrínseca, por um processo chamado de internalização, que seria a transformação progressiva da regulação externa para a regulação interna da motivação.

Esse processo em geral é realizado em alguns passos: 1) regulação externa: o aluno realiza uma tarefa apenas com a preocupação de não sofrer punição, apenas preocupado em satisfazer uma solicitação externa; 2) introjeção: o aluno passa a aceitar uma regra feita pelo professor, mas não aceitou ainda como uma regra própria; 3) identificação: o aluno sinceramente entende os benefícios da regra que lhe foi imposta, identifica que realmente é importante; 4) integração: as regras passam a se conectar com os próprios valores e normas do aluno.

Na **Figura 3**, os tipos de motivação de acordo com a TAD são melhor visualizados.



Figura 3 – A motivação pode evoluir de um extremo (amotivação) para o outro (motivação intrínseca), passando pelos passos da motivação extrínseca, pelo processo de internalização. A motivação para uma tarefa pode se iniciar em qualquer um dos estágios de motivação, podendo se dirigir a algum dos extremos de acordo com modificações nas estratégias didáticas. O passo integrado de motivação extrínseca e a motivação intrínseca seriam aqueles mais associados à motivação autônoma.

De acordo com a TAD, quanto maior o controle interno e motivação intrínseca para uma atividade, maior serão os benefícios obtidos pelo aluno nesta atividade. Em geral há um melhor entendimento de conceitos, melhor performance acadêmica, maior aprendizado significativo, maior sensação de competência, maior criatividade, escolha por desafios ao invés de escolha por sucesso fácil, sensações positivas com o aprendizado, tendência a se manter positivo mesmo nas adversidade e menor sensação de exaustão.^{71,86}

Todo o esforço deve ser realizado para aumentar a motivação dos alunos para uma atividade. Neste contexto, especialmente para o processo de internalização, é fundamental contemplemos três necessidades psicológicas inatas do ser humano: 1) a necessidade de autonomia; 2) a necessidade por competência; e 3) a necessidade de vínculo com outras pessoas.⁸⁹

Como autonomia, para a TAD, não se entende independência especificamente, mas sim uma sensação de livre arbítrio, permitindo ao aluno escolher o que deseja e considera útil.⁸⁹ Entender inicialmente quais os desejos, vontades e necessidades dos alunos é passo fundamental para se criar uma estratégia didática.⁹⁰ De forma

interessante, alunos que são ensinados nestes modelos tendem a estimular a autonomia de seus pacientes e os motivar.⁷¹

Já a sensação de competência não se relaciona necessariamente a conseguir realizar uma atividade, mas sim com sentir-se efetivo e confiante. Seria relacionada ao desejo de procurar desafios que são adequados para sua capacidade e que permita a noção de crescimento intelectual.⁸⁹ A sensação de competência vem direto das expectativas do aluno e de se criar desafios adequados para estas expectativas, além de fornecer feedback adequado.⁹⁰ O simples ato de fornecer feedback não necessariamente aumenta a motivação intrínseca, mas se fornecer informações sem claro julgamento, a autonomia e a sensação de competência podem ser estimuladas, estimulando um maior controle interno de motivação.⁹¹

Por fim, a sensação de vínculo com outros se relaciona ao desejo de sentir conexão com outras pessoas, cuidar e ser cuidado, pertencer a uma equipe, sentir-se aceito pelos demais, sem necessidade de ser membro formal de um grupo.⁸⁹ Há correlação imediata com empatia.⁹⁰ Há estudos na área de Educação Física que evidenciam que nas atividades realizadas em grupo, a presença de colegas e amigos é associada com maior engajamento e prazer, sendo um motivador para a atividade, em geral com melhores resultados.^{92,93}

Neste contexto, é fundamental o papel do professor, que pode influenciar diretamente o aluno em sua forma de motivação. Tecnicamente, o professor deve levar em conta as necessidades e desejos dos alunos, dar informações e escolhas, encorajar os alunos a ter mais responsabilidade no que aprenderão e minimizar a pressão.^{71,87} É importante ainda levar em consideração a motivação inata, inerente ao estudante de Medicina, em se tornar médico. A utilização de estratégias de ensino que estimulem e mantenham essa motivação pode obter resultados excelentes.

Teorias motivacionais podem ser importantes inclusive para a avaliação do currículo médico. Quando se analisam diferentes currículos, que empregam diferentes metodologias de ensino, ainda não foi possível provar a superioridade de um deles sobre os demais^{94,95}. A TAD pode ser útil em nos auxiliar a entender melhor essas dificuldades.

Há inúmeras possíveis aplicações da TAD para a Educação Médica⁸⁹, conforme mostrado na **Tabela 4**.

Tabela 4 – Aplicações práticas da TAD

Possíveis aplicações da TAD para Educação Médica	
Setor	Descrição / Exemplos
Estruturação de currículo	Atividades centradas no aluno, aprendizado em pequenos grupos, “Problem-based learning”, disciplinas eletivas
Avaliação	Mudança em sistemas de avaliação; avaliação baseada em competências, alunos com autonomia para decidir quando e como serão avaliados
Estudo auto-dirigido	Uma parte das aulas tradicionais substituída por atividades desenvolvidas pelos professores e alunos, com tempo livre para que o aluno estude o conteúdo que desejar no formato que desejar; estímulo ao trabalho de equipe
Ensino no ambiente clínico	Feedback baseado em fatos objetivos, evitando juízos morais subjetivos; estímulo ao trabalho em equipe; responsabilizar o aluno para tarefas específicas
Educação continuada	Alunos continuarão a aprender e estudar um assunto se a motivação intrínseca for mantida
Estudos de stress e “burnout”	Estratégias que estimulem a motivação poderiam reduzir sensação de stress e burnout, um dos principais problemas para alunos de Medicina e médicos residentes
Vida profissional	Alunos que aprendem e se desenvolvem em ambientes que estimulem a autonomia, passam a estimular também a autonomia de seus pacientes

Assim, para otimizar o aprendizado, e considerando a TAD, o planejamento pedagógico de um curso deve promover a motivação intrínseca dos alunos, guiando o processo de internalização e integração. Caso seja bem sucedido, esse processo pode levar a um aprendizado mais profundo, a melhor performance, e sensação de bem estar.⁸⁷

Analisando os problemas relatados e as possíveis soluções discutidas, surgiram nossas primeiras hipóteses para o desenvolvimento do trabalho. Inicialmente tentamos refletir sobre as dificuldades de ensino no mundo real e o uso cada vez maior de tecnologia em todos os setores da sociedade. Neste ponto pensamos em utilizar um AVA na disciplina de Emergências Clínicas, associada às formas tradicionais de ensino, para permitir ao aluno ganhar novas habilidades e competências clínicas que poderiam aumentar sua confiança nos ambientes reais de prática. A aplicação de estratégias didáticas baseadas nas Teorias da Carga Cognitiva e Autodeterminação poderiam guiar o desenvolvimento do curso online, permitindo manejo da carga cognitiva e maior motivação, com impacto positivo no aprendizado.

OBJETIVOS

Resumindo, as dificuldades identificadas como mais importantes para o ensino de Emergências Clínicas foram:

Problemas:

- Alunos sem contato prévio com conteúdo específico de Emergências Clínicas;
- Grande quantidade de conteúdo teórico a ser aprendido, com elevada carga cognitiva;
- Impacto que o ambiente do setor de emergência pode determinar na carga cognitiva do aluno, reduzindo o aprendizado efetivo;
- Este impacto negativo na carga cognitiva pode reduzir a motivação para aprender;

Com base nos problemas e soluções destacadas, e em nossas hipóteses, nossos objetivos principais foram:

- a) Criar um curso de ensino virtual em Emergências Clínicas, utilizando um ambiente de aprendizado Virtual (plataforma Moodle), para dar suporte teórico e complementar às atividades diárias da Disciplina de Emergências Clínicas;
- b) Criar o curso baseado nos conceitos da Teoria da Carga Cognitiva e Teoria da Autodeterminação.
- c) Avaliar correlação entre a participação no curso e o desempenho acadêmico;

Como objetivos secundários:

- d) Avaliar a aceitação dos alunos neste novo ambiente de aprendizado;
- e) Medir a carga cognitiva total associada ao curso, ao término da participação no curso;
- f) Medir os subtipos de carga cognitiva associada ao curso;
- g) Graduar a motivação dos alunos em participar em nosso curso e explicitar as razões associadas à motivação;

METODOLOGIA

3.1 Sujeitos

Participaram do trabalho todos os alunos do sexto ano de Graduação em Medicina da Universidade Estadual de Campinas, nos anos letivos de 2013 a 2015 (n=304).

3.2 A Estrutura Atual do Estágio de Emergências Clínicas

O estágio de Emergências Clínicas está inserido no sexto e último ano de Graduação, é obrigatório, e tem duração de 2 meses.

Vinte alunos se dividem em 2 locais de estágio, cada um com duração de 20 dias úteis: Pronto Socorro (PS) e Enfermaria de Emergência / Unidade de Terapia Intensiva (EEUTI).

Os alunos participam de atividades práticas e teóricas durante 11 horas por dia, de segunda a sexta-feira, com diferenças específicas relativas à cada local.

No PS, os alunos permanecem o dia todo no setor de emergência (das 07h às 18h), sendo 14 dias na Clínica Médica, 2 dias na Psiquiatria, 1 dia na Neurologia, 1 dia na Ortopedia e 2 dias no Serviço de Atendimento Pré-Hospitalar (SAMU). São sempre supervisionados por pelo menos 3 professores em cada período, realizam consultas de pronto-atendimento, passam a Visita Médica à beira do leito ao lado dos médicos residentes e professores, e acompanham os casos atendidos na sala de emergência e cuidam dos pacientes em observação no PS.

O autor deste trabalho é um dos responsáveis pela visita médica diária no estágio do PS, e tem contato diário e próximo com todos os alunos.

A **Tabela 5** esquematiza o estágio do Pronto Socorro.

Tabela 5: Estágio do Pronto Socorro.

ESTÁGIO DO PRONTO SOCORRO			
Local	Dias	Alunos/Dia	Atividades
Pronto Atendimento	8	3	Atendimentos supervisionados de pronto atendimento.
Macas	3	2	Visita Médica com Professores e Médicos Residentes (30 a 50 pacientes/dia). Evolução de 5 pacientes.
Sala de Emergência	3	1	Acompanhamento dos atendimentos de Emergência
Psiquiatria	2	1	Visita com Supervisores e Médicos Residentes aos pacientes internados pela Psiquiatria e atendimentos em pronto atendimento psiquiátrico
Neurologia	1	1	Visita com Supervisores e Médicos Residentes aos pacientes internados pela Neurologia e atendimentos em pronto atendimento neurológico
Ortopedia	1	1	Atendimentos de casos da Ortopedia com Médico Residente e Supervisores
Pré Hospitalar	2	1	Acompanhamento de Regulação Médica e de Atendimentos Pré-Hospitalares

Em 20 dias úteis, 10 alunos se dividem nos locais de estágio Pronto Atendimento, Macas, Sala de Emergência, Psiquiatria, Neurologia, Ortopedia e Atendimento Pré-Hospitalar.

Já no estágio da EEUTI, os alunos realizam estágio na UTI em 10 dias úteis e na Enfermaria de Emergência em outros 10 dias. Em ambos os locais, passam a Visita Médica a beira do leito ao lado dos professores e dos médicos residentes, e nestes locais, são os responsáveis pelas informações que levarão à tomada de decisões. Além disso, participam de diversas atividades teóricas, tais como: Reunião de Caso

Clínico, Reunião de Ética Clínica, Aula sobre Terminalidade, Simulação de Emergência com manequim de alta fidelidade (SinMan), Simulação de consulta médica com pacientes simulados (treinamento de empatia e profissionalismo), e treinamento prático e teórico em Ultrassonografia focada à beira do leito (“ultrassonografia point-of-care”).

A Tabela 6 fornece a semana padrão do Estágio EEUTI.

Tabela 6: Estágio da Enfermaria de Retaguarda / UTI.

SEMANA PADRÃO ESTÁGIO ENFERMARIA RETAGUARDA - UTI					
Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
07h-10h	Visita Médica	Visita Médica	Visita Médica	Visita Médica	Visita Médica
10h-12h	Atividades na Enfermaria / UTI	Aula (UTI) Atividades na Enfermaria	Reunião da Disciplina	Reunião de Artigos	Reunião de Ética Clínica
14h-18h	Reunião de Bioética (UTI) e evolução dos pacientes/ Conversa com familiares	Curso de US “Point of Care”. Aula de Ventilação (1 por mês)	Simulação de Emergência com manequim de alta fidelidade	Simulação de consultas e Empatia	Curso de US “Point of Care”. Aula de Terminalidade e Cuidados Paliativos (1 por mês)

Em 20 dias úteis, 10 alunos se dividem nos locais de estágio, com 2 grupos de 5 alunos de dividindo entre os estágios da Enfermaria de Retaguarda (10 dias úteis) e UTI (10 dias úteis).

3.2.1 Avaliação no Estágio de Emergências Clínicas

Durante o estágio de Emergências Clínicas os alunos são submetidos à 2 avaliações, uma ao término do estágio do PS e outra ao término do estágio na EEUTI. Cada avaliação é composta por:

- a) Avaliação Cognitiva: 50 questões de múltipla escolha e 8 questões discursivas; a nota equivale a 50% da nota final no estágio.
- b) OSCE: 04 questões que avaliam comportamentos, conhecimento teórico e habilidades; a nota equivale a 40% da nota final no estágio;
- c) Avaliação de Atitudes e Comportamentos (AAC) – **Anexo 1A (PS) e 1B (EEUTI)**: realizada com a aplicação, pelos professores dos estágios, de escala com 10 itens criada pela equipe da Disciplina de Emergências Clínicas, com o objetivo de avaliar atitudes e comportamentos; esta nota representa 10% da nota final do estágio;
- d) Auto-avaliação e avaliação pelos pares: feita pela mesma escala utilizada para AAC. Não tem impacto na nota final do aluno.
- e) Avaliação pelos pacientes: Cada aluno foi avaliado por 3 pacientes, no Pronto Socorro, imediatamente após as consultas no setor de emergência. Para essa avaliação, foi utilizada a Escala CARE – **Anexo 2**. Também não tem impacto na nota final do aluno.

Portanto, a nota final do aluno na Disciplina de Emergências Clínicas é composta 90% pelo somatório da Prova Cognitiva e OSCE e 10% pela AAC realizada pelos professores.

O feedback da avaliação é realizada através de envio, por email, das notas individuais e a nota média da turma obtidas pelos alunos nas provas cognitivas e na avaliação OSCE. Também são enviadas todas as notas obtidas na AAC, pelos professores, pares e pacientes. Ao término do estágio, os alunos realizam um feedback presencial geral sobre o estágio, com os professores, com duração aproximada de 2 horas.

3.3 Curso à Distância de Emergências Clínicas em Plataforma Moodle

O curso à Distância de Emergências Clínicas foi criado em outubro de 2011, sendo utilizada um ambiente virtual de aprendizado, a plataforma Moodle, disponível no servidor da Informática da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp.

Foram necessários 4 meses para que pudéssemos nos familiarizar com a plataforma, entender seu funcionamento e como utilizar seus principais recursos.

3.3.1 Convite para participação e inscrição no Curso

O curso foi disponibilizado a todos os alunos desde o primeiro dia do ano letivo, em cada um dos três anos. Todos os alunos foram automaticamente inscritos no curso. Portanto, foi possível utilizar a plataforma durante todo o ano letivo (antes, durante e após o estágio de Emergências Clínicas).

O convite para a participação no curso foi realizado através de contato com os representantes de turma, com quem foi obtido e-mail de todos os alunos do Sexto Ano de Medicina. Foi então enviada para todos os alunos uma mensagem contendo uma Carta Convite para a participação no curso, conforme o **Anexo 3**;

Para acesso ao nosso curso, os alunos utilizaram login e senha individuais e sigilosos já fornecidos pela Diretoria Acadêmica da UNICAMP.

3.3.2 Criação do Conteúdo do Curso à Distância

Para a criação das atividades e conteúdo que seriam desenvolvidos em nosso curso, os seguintes pontos foram inicialmente definidos:

- a) As atividades seriam todas desenvolvidas em formato de casos clínicos, permitindo ao aluno identificar correlação com as atividades práticas diárias da disciplina;
- b) Os casos clínicos seriam baseados em casos reais atendidos nos locais de estágio da nossa Disciplina, PS e EEUTI;
- c) Sempre que possível permitir ao aluno experimentar a posição do médico, que precisa tomar rápidas decisões;
- d) A participação no curso seria voluntária; os alunos poderiam acessar se e quando quisessem, e participar da atividade que escolhessem;
- e) Não seria fornecido nenhum tipo de nota, prêmio ou punição pela participação, ou não, no curso;

- f) A criação de conteúdo e a interação com os alunos na plataforma seriam feitos pelos mesmos professores que estão com os alunos nas atividades presenciais da nossa Disciplina.

Com base nesses principais objetivos, e com base nos conceitos fornecidos pelas Teorias da Carga Cognitiva e da Autodeterminação, iniciamos a criação das atividades e do conteúdo do curso.

3.4 Layout da Plataforma

O layout padrão dos cursos em plataforma Moodle da Unicamp é fixo, o mesmo para todos os cursos. Uma das principais críticas aos ambientes virtuais de aprendizado é que geralmente possuem um formato não tão atrativo aos alunos, por ser em geral monocromático e por colocar as categorias e atividades “uma abaixo da outra” na página principal, sendo necessário utilizar a barra de rolagento para chegar em cada atividade, dificultando a navegação na página.

O layout padrão do Moodle na Unicamp é mais monocromático, seguindo o padrão mundial de cursos em plataforma Moodle.

Realizamos algumas modificações no “layout” do Moodle original, com o objetivo de tornar a página mais atrativa para o aluno, possibilitando um acesso mais rápido e intuitivo às diversas atividades.

Com o auxílio fundamental de “*web-design*”, realizamos modificações no Moodle original para melhorar sua “usabilidade”, ou seja, aumentar a facilidade da navegação pela plataforma. Objetivamos criar uma identidade visual única para nosso curso.

A **figura 4** ilustra o atual Layout da página inicial do nosso curso, sendo destacadas três das principais modificações, A, B e C:

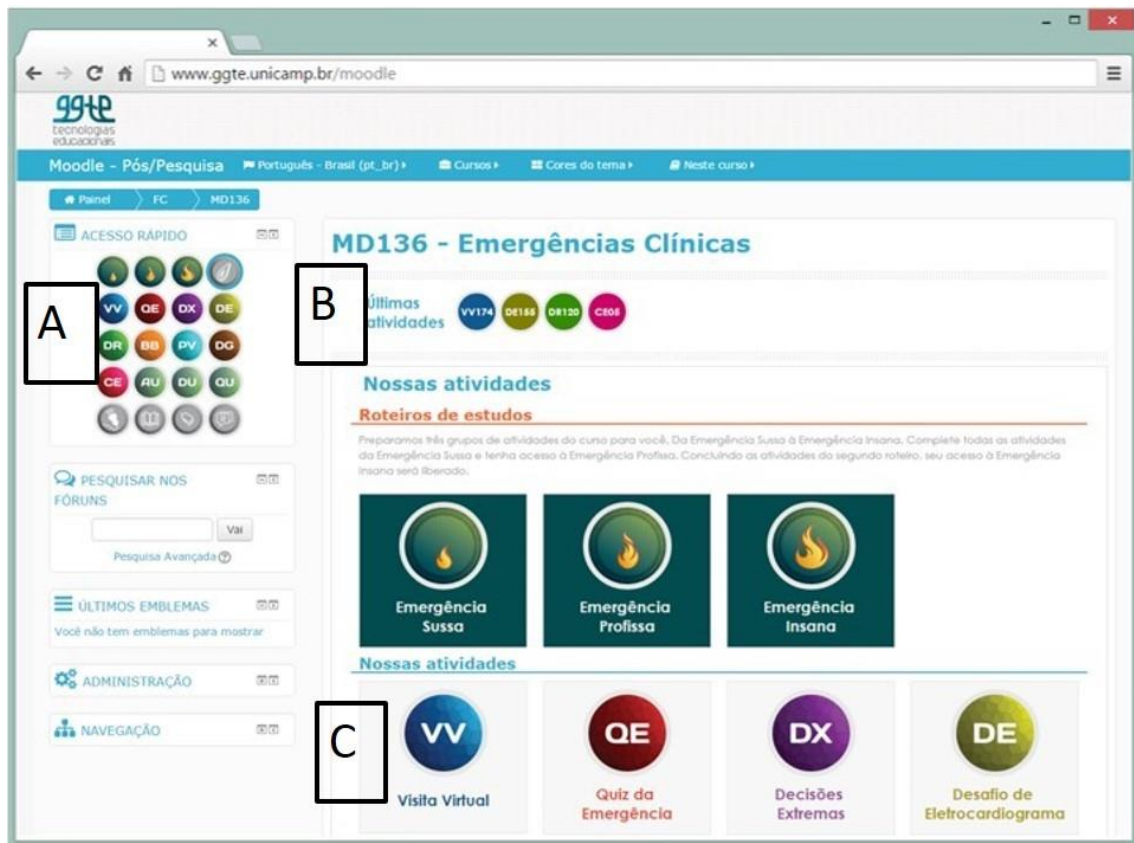


Figura 4 – Página inicial do nosso curso

- A) No canto superior esquerdo sempre há o Menu Acesso Rápido, que permite acesso a qualquer categoria a partir de qualquer página que o aluno estiver;
- B) Na porção superior da página o aluno pode acessar as últimas atividades das categorias, postadas diariamente e naquela semana;
- C) Cada categoria criada tem seu ícone e sua cor específicos, uma espécie de identidade visual própria, que será repetida em todos os títulos destas atividades;

Os objetivos principais foram permitir um acesso e navegação mais fácil e intuitiva pela plataforma, além de permitir identificação visual mais agradável para cada categoria.

3.5 Categorias criadas

A seguir serão descritas as categorias criadas no nosso curso.

3.5.1 VISITA VIRTUAL:

Objetivos:

A Visita Virtual foi desenvolvida como a principal categoria do nosso curso. No setor de Emergência os alunos passam por experiências distintas, não sendo possível expor todos os alunos aos mesmos casos, além de não serem os responsáveis diretos pelo cuidado do paciente e a tomada de decisões. Por isso, tentamos recriar de forma online, com a maior fidelidade possível, visitas médicas a um caso internado no setor de emergência. Neste contexto, uma primeira premissa foi que todos os casos fossem baseados em casos reais atendidos no setor de emergência.

Queríamos que o aluno tivesse a oportunidade de estar no papel de protagonista, realmente se sentir como médico, refletindo e entendendo todos os passos necessários para o atendimento de um paciente no setor de emergência, da chegada ao serviço até a resolução do caso.

Formato da atividade:

A categoria Visita Virtual foi desenvolvida na forma de fóruns de discussão entre professores e alunos.

Toda semana foi postada uma nova atividade, composta de um caso clínico baseado em um caso real atendido no nosso setor de emergência.

Cada atividade (caso clínico) foi dividido em 5 partes, 1 para cada dia da semana. Inicialmente foi priorizada a queixa principal que motivou o paciente à procurar o setor de emergência, tais como cefaléia, dor torácica, dor lombar, dor abdominal, dispnéia, entre outros.

Neste primeiro dia, além da queixa principal, eram fornecidas ao aluno questões que indicariam o caminho inicial a seguir, ou seja, quais deveriam ser as primeiras preocupações e quais as informações que os alunos deveriam obter, estimulando o aluno a desenvolver o raciocínio clínico para atendimentos de emergência. Na **figura 5**, mostramos um exemplo da primeira parte (segunda feira) de uma das Visitas Virtuais criadas.

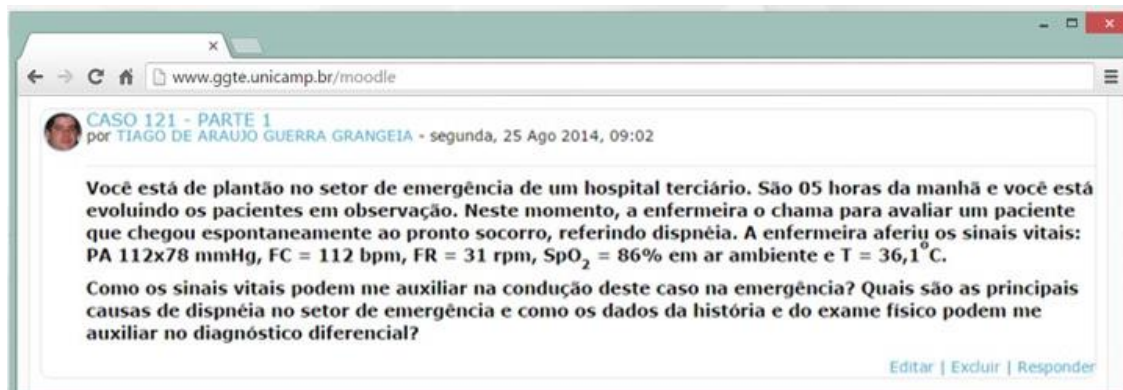


Figura 5 – Parte 1 (segunda-feira) de um caso da Visita Virtual

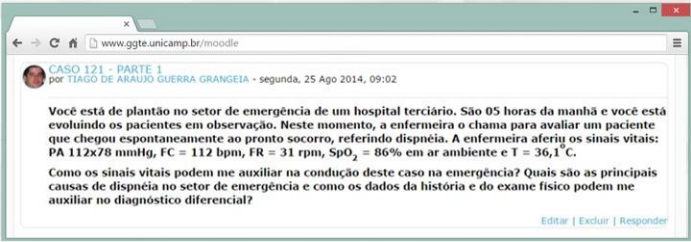
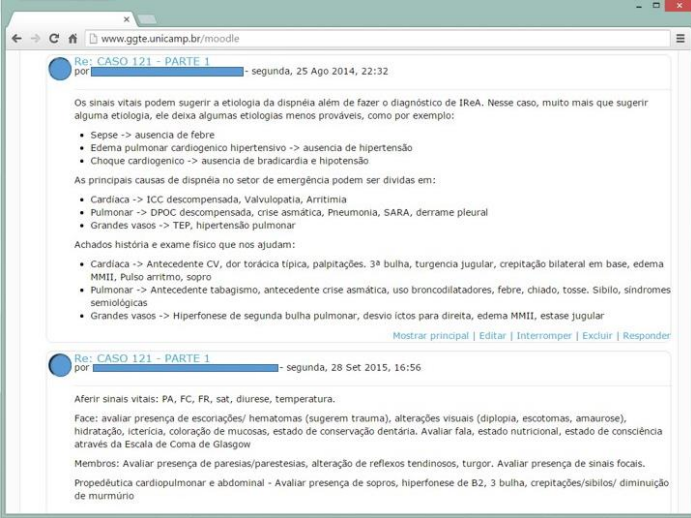
Os alunos poderiam refletir e responder a essas questões na segunda-feira, e postar as respostas na plataforma, que ficavam visíveis a todos os alunos inscritos no curso, assim como para o professor. Os alunos poderiam também comentar e complementar as respostas e dúvidas dos colegas.

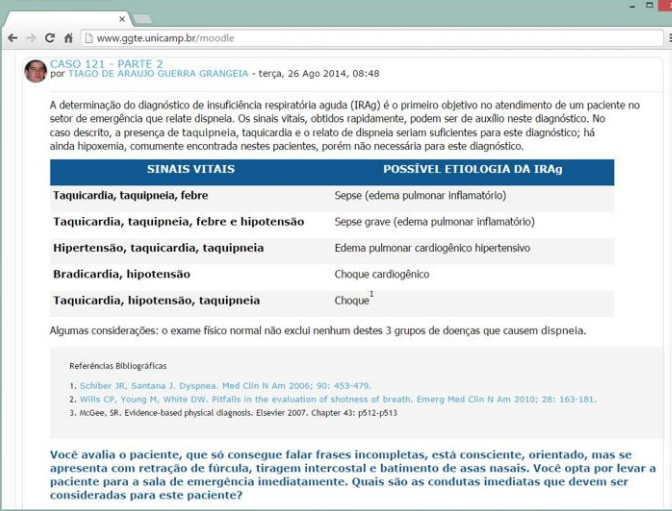
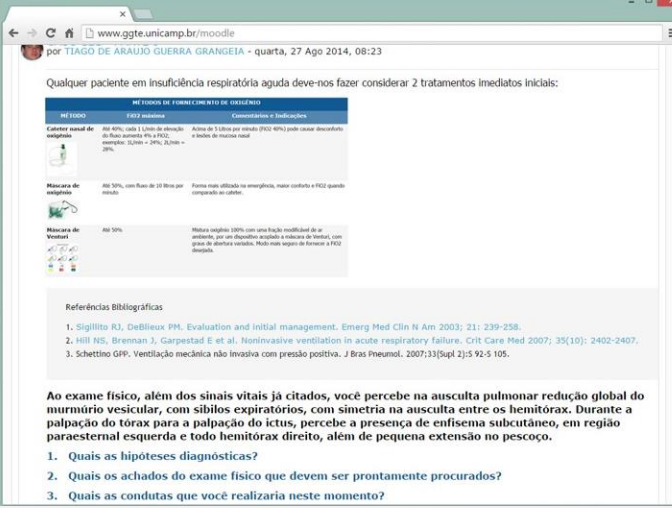
No dia seguinte, o professor coloca sua resposta às suas questões realizadas no dia anterior, contemplando ainda eventuais dúvidas dos alunos. Caso o aluno preferisse tirar uma dúvida de forma particular com o professor, também era possível através de mensagem direta a ele, enviada dentro da própria plataforma Moodle.

Após a resposta das questões do dia anterior, o professor postava as referências bibliográficas que utilizou para elaborá-la, no formato de hyperlinks à página do Pubmed, permitindo leitura adicional caso fosse de interesse do aluno. O professor então postava novas informações sobre o caso, de forma sequencial do dia anterior, e postava novas questões aos alunos.

Toda essa rotina era realizada na terça, quarta e quinta-feira. Na sexta-feira o professor fornecia, além das respostas às questões de quinta-feira e as referências bibliográficas, o desfecho do caso. Assim, os alunos podiam “cuidar” de um paciente ao longo de uma semana, enfrentando os desafios que também seriam exigidos no mundo real. Dividindo o caso em 5 partes, foi permitido aos alunos resolverem problemas mais simples no início da semana, resolvendo problemas com complexidade cada vez maior ao longo da semana (progressão do simples ao complexo).

Para a elaboração do caso e das respostas, era possível utilizar todos os recursos de multimídia, como figuras, imagens, vídeos e sons. Na **tabela 4**, exemplificamos como funcionava a Visita Virtual, de maneira mais sistemática. Nesta tabela, não é possível incluir todas as informações da Visita Virtual, mas aquelas mais relevantes, especialmente os recursos que puderam ser utilizados.

EXEMPLO – FUNCIONAMENTO DA VISITA VIRTUAL		
Dia da semana	Atividades	Breve descrição
2 ^A f		Informações iniciais sobre o caso. A prioridade é a queixa inicial
3 ^A f		Respostas dos alunos às questões do dia anterior Resposta do professor as questões do dia anterior; referências

		bibliográficas; evolução do caso e novas questões
4^A f		Respostas dos alunos às questões do dia anterior Resposta do professor as questões do dia anterior; referências bibliográficas; evolução do caso e novas questões Uso de imagens e tabelas

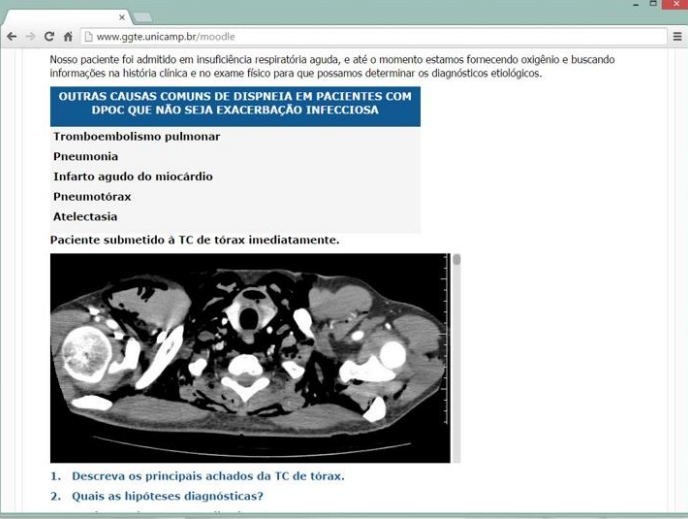
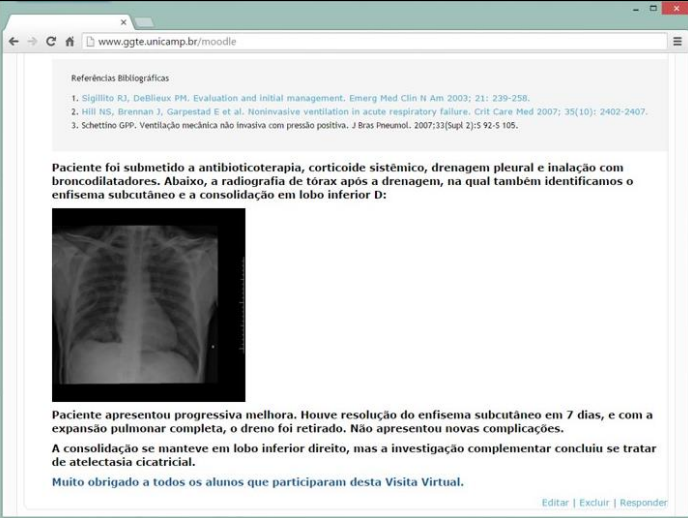
5 ^A f		Respostas dos alunos às questões do dia anterior Resposta do professor as questões do dia anterior; referências bibliográficas; evolução do caso e novas questões Uso de imagens (tomografias) e tabelas
6 ^A f		Respostas dos alunos às questões do dia anterior Resposta do professor as questões do dia anterior; desfecho do caso; referências bibliográficas; evolução do caso e novas questões Uso de imagens (radiografia)

Tabela 5 – Funcionamento da Visita Virtual

Criação de Esquemas

De acordo com a TCG, a criação de esquemas e sua automação são dois fatores que influenciam muito o aprendizado efetivo. A MT pode recuperar esquemas existentes na ML, aos quais novas informações serão incorporadas. Portanto, auxiliar

os alunos a criarem seus esquemas, e ainda os tornar “automáticos”, ou seja, rapidamente recuperáveis, pode permitir a incorporação de novas informações, ou ainda, caso não haja esquemas pré-formados para as informações recebidas, criar novos.

Desta forma, optamos por criar esquemas referentes às principais queixas iniciais apresentadas pelos pacientes no setor de emergência, conforme **tabela 6**:

Tabela 6 – Queixas para as quais foram criadas esquemas

QUEIXAS INICIAIS COM ESQUEMAS		
Dor torácica	Diarréia	Síncope
Sepse	Cefaléia	Dor lombar
Choque	Odinofagia	Delirium
Insuficiência respiratória	Dor abdominal	Palpitações
Dispnéia	Tosse	Icterícia
Coma	Hemoptise	Edema membros inferiores

Eles sempre foram repetidos em todos os casos que tinham a mesma queixa inicial, mas que evidentemente teriam desfechos diferentes. Assim, foi permitido ao aluno refletir e ter contato frequente com todos os esquemas referentes às queixas iniciais.

Eles forneceram ainda um modelo que seria utilizado para a criação de cada um dos casos da Visita Virtual. Sempre, a partir da queixa inicial, as informações do esquema eram discutidas inicialmente para então se discutir diagnóstico diferencial e plano terapêutico. Isto pode ser melhor visualizado na **Figura 6**:



Figura 6 – Para a elaboração de um caso clínico que tivesse queixa inicial de dor torácica, esse era o modelo utilizado. Acima, em azul, como seria a sequência de informações a serem perguntadas/fornecidas aos alunos; abaixo, em verde, o esquema para dor torácica. Para todo caso de dor torácica, sempre eram questionadas as 5 causas ameaçadoras à vida, para então perguntar sobre história clínica e depois exame físico (baseados em evidência); apenas após essa discussão o diagnóstico diferencial e o plano terapêutico eram propostos. O raciocínio clínico era estimulado com a junção de todos os passos, e a complexidade durante a semana da Visita Virtual era progressivamente maior.

Ao longo dos 3 anos de atividades (2013 a 2015), foram criados 135 casos da Visita Virtual.

Todos os casos ficaram disponíveis, mesmo após o seu desfecho, para serem estudados e revisitados pelos alunos no momento e quantas vezes quisessem.

Hoje contamos com 200 casos neste formato.

3.5.2 QUIZ DA EMERGÊNCIA

Objetivos:

Fornecer ao aluno uma forma de testar seus conhecimentos em Emergências Clínicas, para os temas de Pronto Socorro, Enfermaria de Emergência e Unidade de Terapia Intensiva, de forma rápida e com feedback imediato, podendo permitir ao aluno verificar áreas nas quais necessita complementar e intensificar o estudo.

Formato das atividades:

Três questões semanais, no formato de múltipla escolha, com 4 alternativas, sendo apenas 1 correta. Todas as questões foram criadas no formato de casos clínicos.

Ao responder a questão, o aluno recebia um feedback imediato, seja a alternativa escolhida correta ou incorreta (**Figura 7 – 7A e 7B**).

A

www.ggte.unicamp.br/moodle

região postero-lateral do pé esquerdo. Paciente está mormotensa, porém febril e taquicárdica. É realizado sua radiografia de pé esquerdo:



A CONDUTA É:

Escolha uma:

- ☒ A. Piperacilina+tazobactam e tratamento cirúrgico. **Resposta correta** Paciente apresenta comprometimento sistêmico, com radiografia e exame físico sugestivos de gangrena gasosa. Deve-se iniciar imediatamente tratamento com antibiótico de amplo espectro com cobertura para Gram positivo, negativo e anaeróbios, além de contatar a equipe da ortopedia para realização de intervenção cirúrgica.
- ☐ B. Piperacilina+tazobactam e cintilografia com gálio.
- ☐ C. Ciprofloxacina e tratamento cirúrgico.
- ☐ D. Cefalexina + metronizadol e retorno ambulatorial em 7 dias.

Verificar



Figura 7 – 7A) resposta correta ao Quiz. 7B) resposta incorreta ao Quiz.

O aluno não recebia nenhuma nota pela atividade, podendo responder à questão quantas vezes quisesse. Poderia inclusive, mesmo sabendo qual a resposta era a correta, clicar em alternativas incorretas para verificar a justificativa que indicava o porquê de não serem corretas.

Com o acerto da questão, além do feedback imediato, o aluno recebia bibliografia complementar na forma de hyperlinks à página do Pubmed para a obtenção dos artigos para leitura complementar, caso o aluno desejasse.

Ao longo dos 3 anos do trabalho, foram criadas 207 questões de múltipla escolha neste formato. Todas as questões ficaram sempre disponíveis aos alunos, que podiam as repetir quando quisessem, e quantas vezes achassem necessário.

3.5.3 DESAFIOS DE ELETROCARDIOGRAMA:

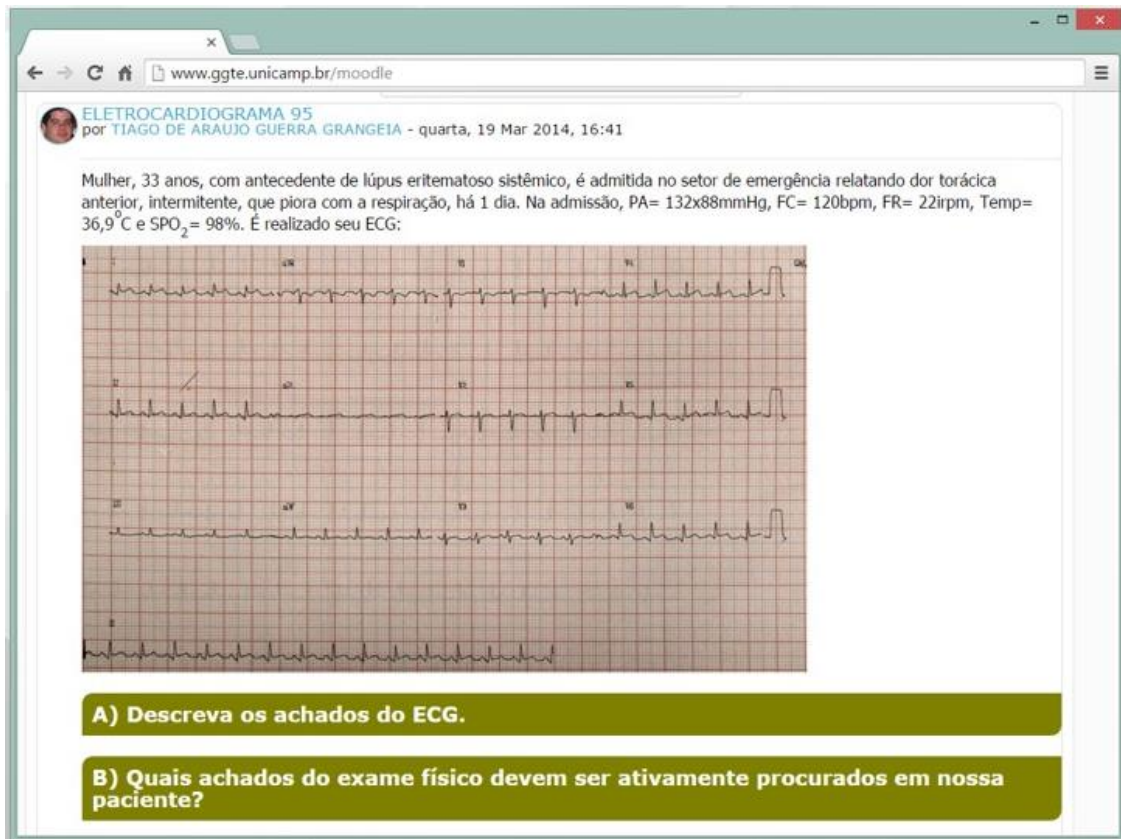
Objetivos:

O eletrocardiograma (ECG) é um dos exames complementares mais utilizados no setor de emergência, barato, não invasivo e de rápida execução, fornecendo informações extremamente úteis para qualquer paciente clínico. Em muitos casos, sua interpretação correta poderá levar a condutas que salvem vidas. Notamos que muitos alunos no setor de emergência apresentavam dificuldades na interpretação do ECG.

Neste contexto, decidimos criar uma seção específica para a interpretação do ECG, sempre baseado em formato de caso clínico, no qual a interpretação deste exame fosse fundamental para estabelecimentos de diagnósticos e condutas. O objetivo foi sistematizar a interpretação deste exame e mostrar exemplos de sua utilidade no setor de emergência.

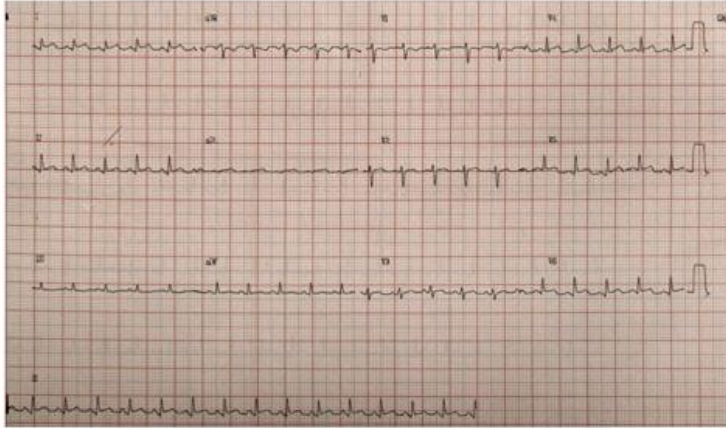
Formato das atividades:

Foram criados no formato de fóruns de discussão, sendo postada 1 atividade (caso e ECG) por semana (quarta-feira). Um exemplo é fornecido na **figura 8**.



ELETROCARDIOGRAMA 95
por TIAGO DE ARAUJO GUERRA GRANGEIA - quarta, 19 Mar 2014, 16:41

Mulher, 33 anos, com antecedente de lúpus eritematoso sistêmico, é admitida no setor de emergência relatando dor torácica anterior, intermitente, que piora com a respiração, há 1 dia. Na admissão, PA= 132x88mmHg, FC= 120bpm, FR= 22irpm, Temp= 36,9°C e SPO₂ = 98%. É realizado seu ECG:



A) Descreva os achados do ECG.

B) Quais achados do exame físico devem ser ativamente procurados em nossa paciente?

Figura 8 – Exemplo de Desafio de Eletrocardiograma

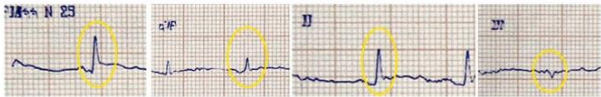
Os alunos tinham o tempo de 1 semana para responder aos desafios de eletrocardiograma. As respostas postadas por eles ficavam disponíveis para todos, que podiam postar novas respostas ou comentar as dos colegas.

Após 1 semana, o professor fornecia sua resposta para o desafio, sendo que para a maioria dos desafios foi postada uma resposta em vídeo (**figura 9A**) e uma resposta em texto (**figura 9B**). O aluno poderia escolher qual tipo de resposta preferia acessar: texto, vídeo ou ambas. Para a resposta em vídeo foi criada uma sequência de slides que foi sincronizada com a filmagem do professor.

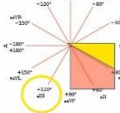
A  **Re: ELETROCARDIOGRAMA 112**
por TIAGO DE ARAUJO GUERRA GRANGEIA - quarta, 6 Ago 2014, 09:31

Resposta em vídeo

QRS




Estreito (<120ms)



Eixo entre 0 e 30 graus

B

A) Descrevendo os achados do ECG.

Frequência cardíaca (FC) = $1500/RR = 1500/16 = 94\text{bpm}$

Como a FC está normal, devemos avaliar onda por onda, intervalo por intervalo.

ACHADOS DO ELETROCARDIOGRAMA

Ritmo Sinusal; presença de ondas P positivas em DI, DII, DIII e aVF, com morfologia aparentemente iguais e precedendo cada QRS

Onda P Duração e amplitude normais, não havendo sinais de sobrecargas atriais

Intervalo PR Normal (160ms); há infradesnivelamento do segmento PR nas derivações inferiores e supradesnivelamento do segmento PR em aVR

QRS Estreito (<120ms), com eixo normal (entre 0 e 90 graus); observem que especialmente em DII longo, verificamos alguma variação na amplitude do QRS, com complexos mais curtos variando com outros mais longos

Segmento ST Presença de supradesnivelamento difuso do segmento ST, especialmente evidente de V3 a V6, DI e aVL, DII e aVF; o segmento ST está retificado, assim como as ondas T

E Ondas T

Intervalo QT Normal



Figura 9 – 9A) Resposta em vídeo – sincronia entre a fala do professor e a resposta realizada em slides. **9B)** Parte inicial da resposta em texto.

Durante os 3 anos, foram criados 130 desafios de Eletrocardiograma, e, a partir da data de postagem, ficavam sempre disponíveis para os alunos, que podiam responder e visitar os desafios quando e quantas vezes quisessem.

3.5.4 DESAFIOS RADIOLÓGICOS:

Objetivos:

Assim como para com o ECG, também notamos no setor de emergência a dificuldade na interpretação de exames radiológicos, o que dificultava a aplicação de seus achados para o atendimento de um paciente e definição de condutas.

O objetivo principal da criação desta categoria foi sistematizar a interpretação dos exames radiológicos (especialmente radiografias e tomografias), permitindo ao aluno perceber sua utilidade prática.

Formato das atividades:

Foram criados no formato de fóruns de discussão, sendo postada 1 atividade (caso e exame radiológico) por semana (terça-feira). Um exemplo é fornecido na **figura 10**.

www.ggte.unicamp.br/moodle

DESAFIO RADIOLÓGICO 63
por TIAGO DE ARAUJO GUERRA GRANGEIA - segunda, 24 Mar 2014, 11:38

Mulher, 65 anos, é admitida no setor de emergência em insuficiência respiratória aguda. Tem doença renal crônica por nefropatia hipertensiva, em programa de hemodiálise há 2 meses. Há 7 dias relata febre e calafrios, além de saída de secreção purulenta na inserção do cateter de Shiley em jugular direita; há 1 dia foi tentado a troca do cateter pela mesma via, e depois também pela subclávia direita, sem sucesso, sendo então passado novo cateter em veia femoral direita. Após a passagem do cateter, foi realizada diálise e iniciado vancomicina + amicacina. Hoje paciente é admitida em insuficiência respiratória aguda, com sinais vitais evidenciando: PA= 106x80mmHg, FC= 108bpm, FR= 29irpm, Temp= 35,7°C e SatO₂= 91% em ar ambiente; as extremidades estão frias. Foi submetida à radiografia de tórax abaixo:



1. Descreva os achados da imagem radiológica.
2. Quais as principais hipóteses diagnósticas?

Figura 10 – Exemplo de um caso do Desafio Radiológico.

Os alunos tinham o tempo de 1 semana para responder aos Desafios Radiológicos. As respostas postadas ficavam disponíveis para todos os alunos, que podiam postar novas respostas ou comentar as dos colegas.

Após 1 semana, o professor fornecia sua resposta para o desafio, sendo que para a maioria dos desafios foi postada uma resposta em vídeo (**Figura 11A**) e uma resposta em texto (**figura 11B**). O aluno poderia escolher qual tipo de resposta preferia acessar: texto, vídeo ou ambas. Para a resposta em vídeo foi criada uma sequência de slides que foi sincronizada com a filmagem do professor.

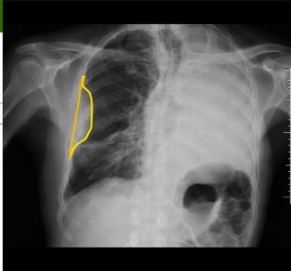
A

Resposta em vídeo

Alterações Radiológica

Pleura

Opacidade homogênea em hemitórax D com margens definidas, ângulos obtusos com a parede torácica



B

A) Descrevendo os achados das radiografias de tórax.

ASPECTOS TÉCNICOS DA RADIOGRAFIA EM PA

Representação	Nem todo o tórax é visível. Não identificamos a constrição da laringe
Posicionamento	Aparentemente centrado, as bordas mediais das clavículas estão equidistantes da apófise espinhosa de T3
Penetração dos raios	Muito penetrado; observa-se com nitidez os corpos vertebrais abaixo da carina traqueal
Expansibilidade	Adequada (9 espaços intercostais posteriores)
Escápulas	Não foram adequadamente retiradas dos campos pulmonares
Seios costofrênicos	Visualizados

ACHADOS RADIOLÓGICOS

Partes Ósseas	Sem alterações
Partes Moles	Aparentemente sem alterações
Área Cardíaca	Impossível avaliação nesta radiografia; não é possível identificar, com precisão, os bordos da silhueta cardíaca
Parênquima Pulmonar	Observamos que o hemitórax esquerdo está totalmente radiopaco; Não se notam broncogramas aéreos No pulmão direito, adjacente à escápula, identificamos uma opacidade homogênea, em parede torácica, sem broncogramas aéreos, que forma ângulos obtusos com a parede torácica; nota-se ainda uma opacidade mal definida, aparentemente intersticial, na base do pulmão D
Pleura	Espessamento pleural em hemitórax D
Hilos e Mediastino	Há evidente desvio de traquéia para o lado esquerdo O hilo esquerdo não pode ser identificado; o hilo direito parece estar em altura normal, mas deslocado para a esquerda
Diafragma	Há elevação do hemidiafragma E
Seios costofrênicos	Obliteração total do seio costofrênico E

Figura 11 – 11A) Resposta em vídeo – sincronia entre a fala do professor e a resposta realizada em slides. **11B)** Parte inicial da resposta em texto.

Durante os 3 anos, foram criados 115 Desafios Radiológicos, e, a partir da data de postagem, ficavam sempre disponíveis para os alunos, que podiam responder e revisitar os desafios quando e quantas vezes quisessem.

3.5.5 DECISÕES EXTREMAS:

Objetivos:

Uma das características do setor de emergência é que algumas doenças podem e devem ter seu diagnóstico imediato, pois são ameaçadoras à vida. Condutas realizadas de forma sistemática, corretas, no menor tempo possível minimizam os riscos e aumentam consideravelmente a possibilidade de um desfecho positivo.

Citam-se nestas condições crises agudas de asma, exacerbações de doença pulmonar obstrutiva crônica, parada cardiorrespiratória, insuficiência respiratória por pneumotórax hipertensivo, edema pulmonar cardiogênico hipertensivo, entre tantos outros. Além de ser necessário reconhecer imediatamente essas condições, e saber o que deve ser feito, é imperativo saber como deve ser feito. Como exemplo, devemos saber não apenas que é necessário usar beta2-agonista inalatório no tratamento da crise de asma, mas também qual a dose a ser utilizada e como se deve realizar corretamente o tratamento inalatório.

O objetivo desta categoria foi permitir ao aluno desenvolver essas habilidades.

Formato das atividades:

Cada caso do Decisões Extremas foi desenvolvido no formato de questões sequencias de múltipla escolha relacionadas ao mesmo caso clínico (entre 8 a 12 questões por caso), todas em formato de caso clínico e contemplando da admissão até a alta, com 4 a 5 alternativas a serem escolhidas, sendo apenas 1 a correta. A periodicidade foi mensal. O caso se iniciava com a queixa inicial que motivou o paciente procurar o setor de emergência, e terminava no desfecho (alta hospitalar ou internação em Enfermaria ou UTI). Um exemplo é mostrado na **figura 12**.

www.ggte.unicamp.br/moodle

DECISÕES EXTREMAS 01

Paciente do sexo masculino, 27 anos, é levado para a sala de emergência por sua esposa. O paciente apresenta dificuldade para falar; sua esposa refere que ele tem antecedente de asma, e que há 1 dia apresenta piora da dispnéia e chiado no peito. Não faz uso regular de medicações, utilizando-se de inalações com fenoterol quando sente dispnéia. Paciente está alerta, apresentando os seguintes sinais vitais: PA=142x88 mmHg, FC = 126 rpm, FR = 34 rpm, SpO2 = 93% em ar ambiente e T = 36,8°C. Realizou Pico de fluxo expiratório, com resultado de 27% em relação ao previsto. Apresenta retração de fúrcula, bulhas cardíacas hipofonéticas e murmúrio vesicular muito reduzido globalmente e bilateralmente, com sibilos; traquéia está centrada.

Qual o diagnóstico síndrome e o diagnóstico etiológico?

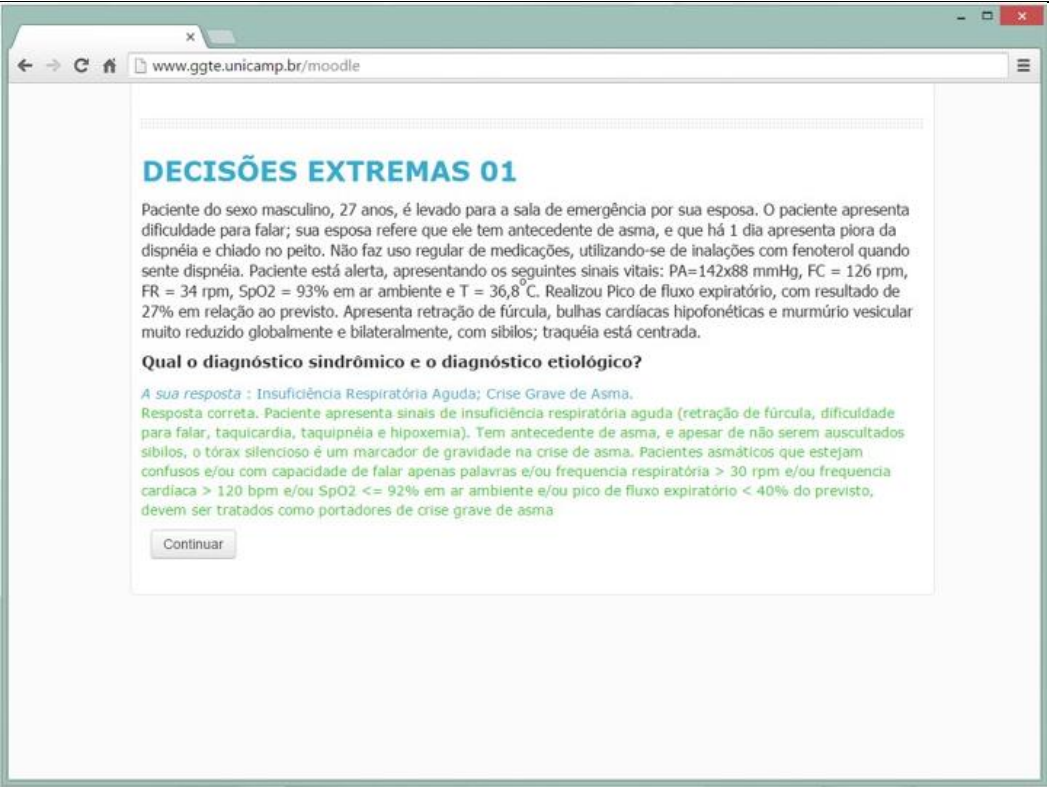
- ☐ Seps; Pneumonia
- ☐ Insuficiência respiratória aguda; Pneumotórax
- ☐ Insuficiência Respiratória Aguda; Crise Grave de Asma.
- ☐ Insuficiência Respiratória Aguda; Crise moderada de asma
- ☐ Seps; Empiema

Enviar

Figura 12 – Pergunta inicial de um Caso clínico da categoria Decisões Extremas.

Para toda alternativa escolhida, seja ela errada ou certa, havia um comentário imediato (feedback) que justificava o acerto ou o erro (**figura 13**). Apenas quando o aluno acertasse a questão, seria dirigido para a questão seguinte.

A



DECISÕES EXTREMAS 01

Paciente do sexo masculino, 27 anos, é levado para a sala de emergência por sua esposa. O paciente apresenta dificuldade para falar; sua esposa refere que ele tem antecedente de asma, e que há 1 dia apresenta piora da dispnéia e chiado no peito. Não faz uso regular de medicações, utilizando-se de inalações com fenoterol quando sente dispnéia. Paciente está alerta, apresentando os seguintes sinais vitais: PA=142x88 mmHg, FC = 126 rpm, FR = 34 rpm, SpO2 = 93% em ar ambiente e T = 36,8 °C. Realizou Pico de fluxo expiratório, com resultado de 27% em relação ao previsto. Apresenta retração de fúrcula, bulhas cardíacas hipofonéticas e murmúrio vesicular muito reduzido globalmente e bilateralmente, com sibilos; traquéia está centrada.

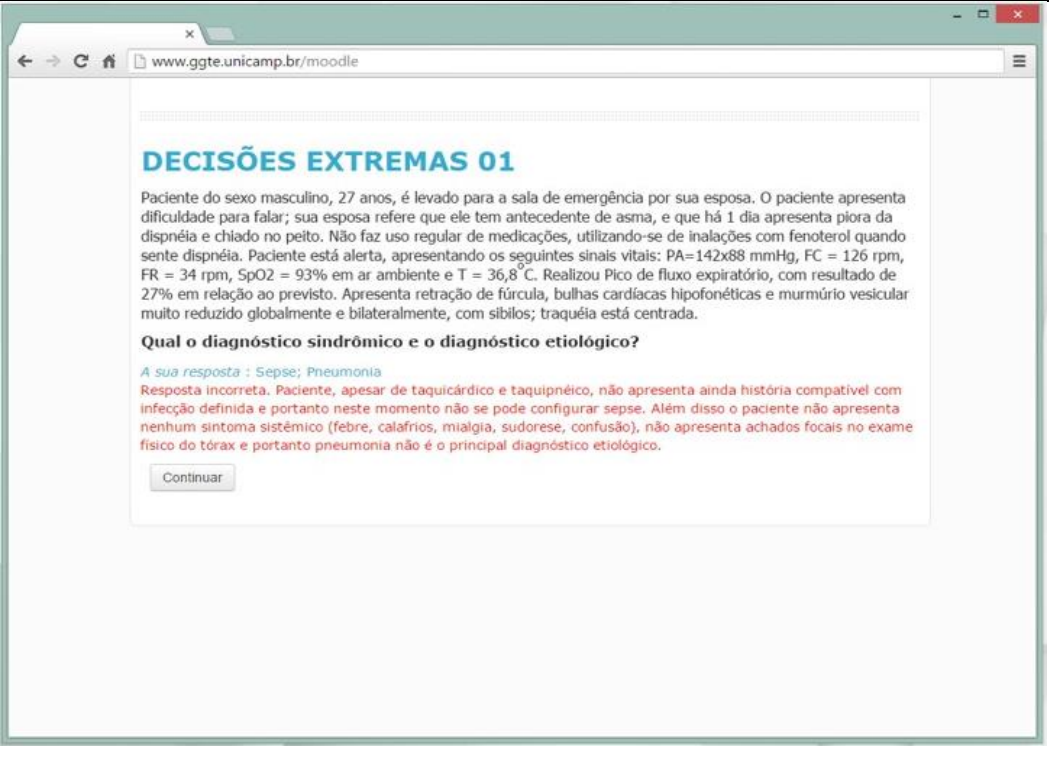
Qual o diagnóstico síndrome e o diagnóstico etiológico?

A sua resposta : Insuficiência Respiratória Aguda; Crise Grave de Asma.

Resposta correta. Paciente apresenta sinais de insuficiência respiratória aguda (retração de fúrcula, dificuldade para falar, taquicardia, taquipnéia e hipoxemia). Tem antecedente de asma, e apesar de não serem auscultados sibilos, o tórax silencioso é um marcador de gravidade na crise de asma. Pacientes asmáticos que estejam confusos e/ou com capacidade de falar apenas palavras e/ou frequência respiratória > 30 rpm e/ou frequência cardíaca > 120 bpm e/ou SpO2 <= 92% em ar ambiente e/ou pico de fluxo expiratório < 40% do previsto, devem ser tratados como portadores de crise grave de asma

Continuar

B



DECISÕES EXTREMAS 01

Paciente do sexo masculino, 27 anos, é levado para a sala de emergência por sua esposa. O paciente apresenta dificuldade para falar; sua esposa refere que ele tem antecedente de asma, e que há 1 dia apresenta piora da dispnéia e chiado no peito. Não faz uso regular de medicações, utilizando-se de inalações com fenoterol quando sente dispnéia. Paciente está alerta, apresentando os seguintes sinais vitais: PA=142x88 mmHg, FC = 126 rpm, FR = 34 rpm, SpO2 = 93% em ar ambiente e T = 36,8 °C. Realizou Pico de fluxo expiratório, com resultado de 27% em relação ao previsto. Apresenta retração de fúrcula, bulhas cardíacas hipofonéticas e murmúrio vesicular muito reduzido globalmente e bilateralmente, com sibilos; traquéia está centrada.

Qual o diagnóstico síndrome e o diagnóstico etiológico?

A sua resposta : Sepsis; Pneumonia

Resposta incorreta. Paciente, apesar de taquicárdico e taquipnéico, não apresenta ainda história compatível com infecção definida e portanto neste momento não se pode configurar sepsis. Além disso o paciente não apresenta nenhum sintoma sistêmico (febre, calafrios, mialgia, sudorese, confusão), não apresenta achados focais no exame físico do tórax e portanto pneumonia não é o principal diagnóstico etiológico.

Continuar

Figura 13 – A) Feedback fornecido ao aluno quando acertava a questão; o aluno passaria para a questão seguinte. **B)** Feedback fornecido ao aluno quando não acertasse a questão; o aluno poderia responder novamente à questão, e só passaria à seguinte quando selecionasse a alternativa correta.

Ao término do caso, era fornecida bibliografia complementar sobre o assunto. Além disso, havia uma página final na qual o aluno poderia enviar questões especificamente ao professor, sobre dúvidas, críticas e sugestões. Essas questões eram respondidas pelo professor, em e-mail individual.

Ao término dos 3 anos, estavam disponibilizados 33 casos neste formato. Cada caso permaneceu disponível para todos os alunos, a partir do momento de sua postagem, podendo ser respondido e revisitado quando e quantas vezes os alunos quisessem.

3.5.6 DESAFIOS GASOMÉTRICOS:

Objetivos:

Assim como para os Desafios de ECG e os Desafios Radiológicos, fornecer ao aluno uma forma de interpretação sistemática do exame de Gasometria Arterial, fundamental para diagnósticos diferenciais e avaliação de gravidade de muitos casos no setor de emergência.

Formato das atividades:

Em 2013 foram criados 10 Desafios Gasométricos, sendo postado 1 a cada mês. Também na forma de fóruns de discussão, e no formato de caso clínico, nos quais o exame de gasometria arterial ou venosa traziam informações importantes para a condução do caso.

A partir da postagem do Desafio, os alunos tinham uma semana para responder e interagir.

O professor forneceu a resposta na semana seguinte.

Todos os casos ficaram disponíveis a partir do momento de sua postagem, podendo ser revisitados quando e quantas vezes o aluno quisesse.

3.6 BIBLIOGRAFIA DA DISCIPLINA:

A bibliografia de nossa Disciplina teve uma seção específica no nosso curso. Todos os artigos científicos que formavam a bibliografia mínima para a Disciplina foram disponibilizados em nosso curso na plataforma Moodle.

3.7 CONTEÚDOS ANTIGOS (repositórios)

Todas as atividades, de todas as categorias permaneceram continuamente disponíveis para todos os alunos a partir da data de postagem. Objetivo seria permitir aos alunos que pudessem acessar novamente o conteúdo sempre que quisessem.

Optamos por agrupar diferentes atividades em alguns grupos, com 2 objetivos. O primeiro, permitir ao aluno estudar assuntos correlatos, pois com o crescente conteúdo da plataforma, poderia dificultar a motivação dos alunos e aumentar muito a carga intrínseca do curso. O segundo, permitir ao aluno rever casos com queixas iniciais semelhantes, para que pudessem estudar casos que já tinham sido resolvidos, o que pode reduzir a carga extrínseca do curso.

Optamos por agrupar as atividades da categoria Visita Virtual e da categoria Decisões Extremas por queixa inicial, para as quais foram criados os esquemas. Assim, por exemplo, todos os casos nos quais o paciente tivesse cefaléia como queixa inicial, estariam agrupados. Isto também seria uma forma para os alunos solidificassem os esquemas para as queixas iniciais, assim como verificar diferentes desfechos para pacientes com a mesma queixa inicial, e quais foram os fatores decisivos que puderam indicar esses diferentes desfechos.

Os Desafios de Eletrocardiograma foram agrupados de acordo com o grupo de alterações eletrocardiográficas ao qual aquele ECG pertencia: arritmias, bloqueios de ramo, distúrbios de repolarização, isquemia, sobrecargas e marcapasso.

Os Desafios Radiológicos foram agrupados conforme o tipo e a topografia do exame: raio-x de tórax, raio-x de abdome, raio-x de membros, tomografia de crânio, tomografia de abdome e tomografia de tórax.

3.8 Modos de acesso à Plataforma

Os alunos podiam acessar o conteúdo da plataforma em qualquer computador com acesso a Internet, assim como aparelhos como smartphones e tablets, utilizando login e senha individuais fornecidos pela Diretoria Acadêmica.

Nos locais de estágio dos alunos na Disciplina de Emergências, havia computadores com acesso a Internet rápida, em banda larga, que os alunos podiam utilizar no momento que necessitarem e quiserem.

Podiam ainda acessar através dos computadores pessoais, da Biblioteca da e Setor de Informática da Faculdade de Ciências Médicas (FCM).

3.9 Análise Estatística

3.9.1 Dados Obtidos

Os dados de participação dos alunos em nosso curso foram obtidos diretamente da plataforma Moodle, a partir da qual toda a participação dos alunos (“logs”) foram transferidos para planilhas do Microsoft Excel.

Avaliamos os seguintes dados, para as turmas dos anos letivos 2013 e 2014 (n=204):

- a) Número de acessos totais e de páginas visualizadas à plataforma;
- b) Número de acessos e páginas visualizadas, por aluno;
- c) Número de horas totais logadas à plataforma;
- d) Número de horas logadas à plataforma, por aluno;
- e) Número de acessos totais / dia;
- f) Relação entre o número de horas logadas e a nota final da Disciplina de Emergências Clínicas, por aluno;
- g) Relação entre o número de horas logadas e a nota nas provas cognitivas e práticas, isoladamente, por aluno;

- h) Relação entre o número de horas logadas e a nota de avaliação de atitudes e comportamentos realizadas mensalmente pela Disciplina de Emergências Clínicas;
- i) Percentual do número de horas logadas, para cada categoria;
- j) Comparação, dentro do total de acessos de cada aluno no ano, do percentual de utilização da plataforma Moodle durante os 2 meses de estágio na Disciplina de Emergências Clínicas e o percentual nos restantes 10 meses do sexto ano letivo, por aluno.

3.9.2 Análise estatística dos dados

Inicialmente foi realizada uma análise descritiva dos dados de acesso e participação dos alunos, considerando os alunos dos anos letivos 2013 e 2014 (n=204).

Usamos o teste de correlação de Spearman (r) para avaliar a correlação entre a participação no curso e a performance acadêmica. Para esse fim, analisamos o coeficiente r entre o número de horas logadas na plataforma durante o estágio de Emergências Clínicas e:

- a) Nota final na Disciplina de Emergências Clínicas;
- b) Nota na prova cognitiva;
- c) Nota no OSCE;
- d) Nota na AAC, fornecida pelos professores;
- e) Nota dos pacientes (escala CARE).

Modelos de regressão logística ordinal foram usados para avaliar o ganho na nota final em relação ao acesso ao ensino à distância. Através de medidas de posição e dispersão das notas, as notas dos alunos foram divididas em 4 quartis, sendo o primeiro o quartil de menor nota e o quarto o de maior; posteriormente se avaliou o número de horas, em média, que os alunos dos 4 quartis permaneceram logados na plataforma, para verificar se o número de horas se correlacionou com a performance acadêmica.

Além disso, através de regressão logística, analisou-se cada um dos quartis (segundo, terceiro e quartos) em relação ao primeiro quartil, considerando as notas e o número de horas logadas na plataforma, para inferir se havia mudança de chance do aluno estar em melhores quartis a depender de um tempo maior de uso da plataforma.

3.9.3 Questionário ao término do curso

Ao término do ano letivo, os alunos de 2013 e 2014 responderam a um questionário de satisfação, com o objetivo de determinar as opiniões sobre o curso e as razões de suas respostas. As opções para a maioria das respostas era “sim”, “não” ou “indiferente”, havendo na sequência uma questão aberta para que o aluno pudesse justificar sua resposta. As questões realizadas foram:

- a) *Qual categoria você identificou como aquela que mais contribuiu para seu aprendizado? Por que?*
- b) *Os casos da Visita Virtual estimularam seu raciocínio clínico para o atendimento de um paciente no setor de emergência? Como?*
- c) *As informações e discussões fornecidas na Visita Virtual estimularam você a participar mais das visitas médicas reais no setor de emergência? Por que?*
- d) *As discussões dos exames complementares (eletrocardiograma, exames radiológicos e gasometria arterial) na forma de desafios semanais auxiliaram na interpretação destes exames quando atenderam um paciente no setor de emergência? Como?*
- e) *Qual sua opinião sobre o feedback fornecido após cada questão de múltipla escolha, seja no Quiz da Emergência ou no Decisões Extremas?*
- f) *Você se sentiu estimulado para a leitura de artigos científicos indicados como referências bibliográficas? Por que?*
- g) *Após sua participação no curso você se sente mais preparado para atendimentos de emergência? Por que?*

3.9.4 Medição da carga cognitiva

Os alunos do ano letivo 2015 (n=100) responderam a um questionário que tinha por objetivo realizar a medição da carga cognitiva do curso. O questionário foi aplicado ao término do ano letivo.

Para a avaliação da carga cognitiva total, utilizamos a mesma questão utilizada nos trabalhos de Pass *et al.*⁸¹ Fizemos a medição da carga cognitiva total associada à categoria Visita Virtual e também para a Visita Médica Real realizada no Pronto Socorro. As questões foram:

“Quanto esforço mental necessário você precisou fazer para acompanhar as visitas virtuais na plataforma Moodle?” e “Quanto esforço mental necessário você precisou fazer para acompanhar as visitas reais no Pronto Socorro?”. As questões foram respondidas através de uma escala Likert, de 1 a 7, sendo 1 nenhum esforço e 7 o máximo esforço.

Realizamos questões adicionais que visaram avaliar cada subtipo de carga cognitiva, relacionada ao curso. Para avaliar a carga intrínseca, a questão foi *“Quantifique a dificuldade do conteúdo teórico do nosso curso em nossa plataforma Moodle”*. A avaliação da carga extrínseca foi realizada com a questão *“Quantifique a dificuldade que teve para navegar em nossa plataforma Moodle”*. E, para avaliar a carga germânea, realizamos 2 questões: *“Gradue a concentração que conseguiu manter durante as atividades do nosso curso”* e *“Quantifique a quantidade de conhecimento adquirido após participar do nosso curso”*.

As questões que avaliaram os subtipos de carga cognitiva foram respondidas através de uma escala Likert, de 1 a 7, sendo 1 o mínimo e 7, o máximo.

3.9.5 Medição da Motivação

Realizamos, no mesmo questionário para avaliação da carga cognitiva, 2 questões para avaliar a motivação dos alunos para participar no curso.

As questões foram: “*Quantifique sua motivação para participar no nosso curso em plataforma Moodle*” e “*Cite 3 razões que justifiquem seu grau de motivação*”. A questão de motivação foi respondida através de uma escala Likert, de 1 a 7, sendo 1 nenhuma motivação 7, máxima motivação.

As razões citadas como motivadoras pelos alunos foram lidas e agrupadas em uma “word cloud”, na qual as respostas mais citadas aparecem maiores.

3.10 Submissão e Aprovação pelo Comitê de Ética:

Este trabalho foi submetido à Plataforma Brasil e ao Comitê de Ética e Pesquisa da Unicamp, recebendo sua aprovação para a realização como foi feito. O número de aprovação é 451.130 (CAAE: 20424013.1.0000.5404). No **anexo 4**, a aprovação final do Comitê de Ética.

RESULTADOS

Como resultado será apresentado o artigo científico publicado pela revista Plos One, “*Cognitive Load and Self-Determination Theories applied to e-learning: impact on students’ participation and academic performance*”. A publicação ocorreu em 31 de março de 2016.

No **Anexo 5**, apresentamos a autorização para a publicação deste artigo nesta Dissertação de Mestrado (“copyright”).

RESEARCH ARTICLE

Cognitive Load and Self-Determination Theories Applied to E-Learning: Impact on Students' Participation and Academic Performance

Tiago de Araujo Guerra Grangeia¹, Bruno de Jorge², Daniel Franci¹, Thiago Martins Santos¹, Maria Silvia Vellutini Setubal², Marcelo Schweller¹, Marco Antonio de Carvalho-Filho^{1*}

1 Department of Internal Medicine, Division of Emergency Medicine, Faculty of Medical Sciences at State University of Campinas (Unicamp), São Paulo, Brazil, **2** Faculty of Medical Sciences at State University of Campinas (Unicamp), São Paulo, Brazil

* macarvalhofilho@gmail.com



OPEN ACCESS

Citation: de Araujo Guerra Grangeia T, de Jorge B, Franci D, Martins Santos T, Vellutini Setubal MS, Schweller M, et al. (2016) Cognitive Load and Self-Determination Theories Applied to E-Learning: Impact on Students' Participation and Academic Performance. PLoS ONE 11(3): e0152462. doi:10.1371/journal.pone.0152462

Editor: Emmanuel Manalo, Kyoto University, JAPAN

Received: September 12, 2015

Accepted: March 15, 2016

Published: March 31, 2016

Copyright: © 2016 de Araujo Guerra Grangeia et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Funding: The authors Tiago de Araujo Guerra Grangeia, Daniel Franci, Thiago Martins Santos, Marcelo Schweller, and Marco Antonio de Carvalho-Filho work as medical teachers at Faculty of Medical Sciences at State University of Campinas. Bruno de Jorge is an advertiser and educational Web designer employed by Faculty of Medical Sciences at State University of Campinas. Maria Silvia Vellutini Setubal is a psychologist and PhD student at Faculty of Medical Sciences at State University of Campinas.

Abstract

Background

Emergency clerkships expose students to a stressful environment that require multiple tasks, which may have a direct impact on cognitive load and motivation for learning. To address this challenge, Cognitive Load Theory and Self Determination Theory provided the conceptual frameworks to the development of a Moodle-based online Emergency Medicine course, inspired by real clinical cases.

Methods

Three consecutive classes (2013–2015) of sixth-year medical students (n = 304) participated in the course, during a curricular and essentially practical emergency rotation. “Virtual Rounds” provided weekly virtual patients in narrative format and meaningful schemata to chief complaints, in order to simulate real rounds at Emergency Unit. Additional activities such as Extreme Decisions, Emergency Quiz and Electrocardiographic challenge offered different views of emergency care. Authors assessed student’s participation and its correlation with their academic performance. A survey evaluated students’ opinions. Students graduating in 2015 answered an online questionnaire to investigate cognitive load and motivation.

Results

Each student produced 1965 pageviews and spent 72 hours logged on. Although Clinical Emergency rotation has two months long, students accessed the online course during an average of 5.3 months. Virtual Rounds was the most accessed activity, and there was positive correlations between the number of hours logged on the platform and final grades on Emergency Medicine. Over 90% of students felt an improvement in their clinical reasoning

None of the authors has received a salary specifically related to this work. The funder had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.

and considered themselves better prepared for rendering Emergency care. Considering a Likert scale from 1 (minimum load) to 7 (maximum load), the scores for total cognitive load were 4.79 ± 2.2 for Virtual Rounds and 5.56 ± 1.96 for real medical rounds ($p < 0.01$).

Conclusions

A real-world inspired online course, based on cognitive and motivational conceptual frameworks, seems to be a strong tool to engage students in learning. It may support them to manage the cognitive challenges involved in clinical care and increase their motivation for learning.

Introduction

Students learn to be real doctors in the clinical environment, which is at the same time stimulating and challenging. In this setting, unanticipated events, patients too sick to participate in the teaching encounter and the difficulty to engage all learners simultaneously may affect teaching and learning [1,2]. Emergency Medicine environment takes those challenges to a higher level, as it deals with many complex diseases and demands quick decisions, good communication skills, and positive leadership in a multi-professional team [3,4].

Furthermore, undergraduate students are rarely in charge of patient care, which may cause distress and confidence reduction [4]. Noteworthy, it is hard to gather all students for a traditional lecture [5]. In this context, it is difficult to manage the cognitive load required to perform tasks adequately. As students have to deal with so many challenges, it may be hard to develop sustained relationships among them, with their teachers and patients, hindering intrinsic motivation for learning [6,7].

In order to deal with these challenges, teachers are required to have an expanded toolkit of teaching skills, taking into account conceptual frameworks [2]. They should deliver educational content in a way that facilitates students' learning processes, and should support students to manage the clinical and emotional challenges involved in patient care [8].

Cognitive Load Theory (CLT) is a conceptual framework relevant to activities that involve executing tasks, by focusing on the management of working memory during learning. This framework describes the three aspects of cognitive load: intrinsic, extraneous and germane. The *intrinsic load* is related to the task difficulty and the learner's level of expertise. The *extraneous load* is related to how the task is presented and to elements that are unconnected to the goals of the task and not essential for learning. The *germane load* is related to the learner's level of concentration, which is important to long-term storage of new information [9,10,11]. This framework hypothesizes that a high extraneous load may jeopardize both intrinsic and germane loads on the working memory, hindering opportunities for effective learning [9,10]. So, an efficient instructional design should aim to minimize extraneous load, to manage intrinsic load and to optimize germane load [9,10,11].

Extraneous load may be minimized by reducing the ineffective load through diminishing the effect of environment on learning. Different pedagogic approaches can also reduce the extraneous load, such as, splitting the main task in partial ones which students can complete by themselves (problem completion), providing worked examples and maintaining one integrated source of information [10,12].

Intrinsic load should be managed through selection of tasks that matches learner's level of expertise [13]. Germane load could be improved with activities that provide schemata construction and automation [9,10,12].

Total cognitive load have been measured with self-rating evaluation of learner's mental effort, response time to secondary tasks, and psychophysiological measures [9,11]. Instruments such as the Paas Cognitive Load Scale [14] and the NASA Task Load Index [15] have been used as measures of total cognitive load [10].

Instructional designs that deal with the mental load will only be effective if students are motivated and ready to invest mental effort in it [16]. Therefore, motivation is another essential attribute of effective learning, and its influence has been described by studies in the field of psychology. According to the Self Determination Theory (SDT), the internalization process (from external regulation of behavior to self-regulation) may improve motivation for learning. It may be facilitated by accomplishing three innate psychological needs: the need for autonomy, competence and relatedness to others [6,7].

Active teaching methods are at least as effective as traditional techniques based on lectures [17–19], encouraging critical thinking, reflection and the development of clinical reasoning [20–24]. A variety of techniques has been included in the medical curriculum, such as high-fidelity simulation, problem-based learning, and distance education, especially over the Internet (e-learning) through virtual learning environments (VLE) [25].

E-learning offers countless advantages, such as its continuously available and updated content, which is easily accessed by a large number of students from anywhere, even through mobile devices [26,27]. It is possible to deliver knowledge through several different formats such as discussion forums, blogs, quizzes, hyperlinks, chats and wikis [5]. Interactivity may improve satisfaction and motivation for learning [28,29].

Therefore, e-learning has been widely used in medical education, usually in association with face-to-face activities, an approach known as blended learning. Although many studies show that students may be satisfied with e-learning [3], the perceptions and experiences of the students themselves have not been adequately addressed [29]. Besides, the impact of e-learning teaching strategies on students' academic performance is poorly known [30–32].

We have developed an online Clinical Emergencies course on Moodle platform based on these two conceptual frameworks, CLT and SDT, aiming to enhance and facilitate student's learning. Real clinical cases provided inspiration for our virtual patients, which were presented to students in a narrative format. Differently from traditional setups, in Virtual Rounds, we offered a step-by-step daily discussion in online forums during the course of a week, stimulating students to think about how he or she would proceed if they were in a real medical round. We posted a new case weekly over the course of three years, and used schemata (illness scripts) to foster the discussion of every common complaint that brings patients to emergency rooms. Some other VLE tools, such as diagnostic challenges based on supplementary tests (laboratory and imaging) and quizzes could sustain students' interest in the online course and optimize their virtual experiences.

The purpose of this study was to assess sixth-year undergraduate medical students for their participation in and acceptance of this new learning environment, and to search for correlation between their participation and academic performance. We also measured the cognitive load related to our course's tasks and students' motivation for learning.

Methods

Participants

The subjects enrolled in our study were every sixth-year undergraduate medical students of three consecutive classes (2013–2015) at the University of Campinas. Students of the classes of 2013 and 2014 ($n = 204$) provided data related to participation and satisfaction in our course, and academic performance. Students graduating in 2015 ($n = 59$) answered an online questionnaire to investigate cognitive load and motivation.

The Clinical Emergency Rotation

Clinical Emergency is a curricular and mandatory rotation that takes place in the sixth-year of our internship, lasting two months. In this rotation, all students spend one month at the Emergency Ward (EW) and the Intensive Care Unit (ICU), and another month at the Emergency Room (ER). They have practical supervised activities for 11 hours daily, Monday through Friday.

In the EW and ICU, students participate actively in daily bedside medical rounds, contributing with data that will be truly considered in the medical decisions related to patient care. Five physicians supervise students continuously, being responsible for in-person daily learning activities (Clinical Ethics meetings, Clinical Cases and Scientific Papers discussions).

At the ER, students perform supervised emergency care consultations, undertake procedures, shadow resident physicians and assistants, and participate in daily medical rounds with two instructing physicians. They also take part in weekly emergency care simulations using a high-fidelity mannequin (SimMan).

Student's participation in the online course was voluntary and not graded. Their participation started from the beginning of their Emergency rotation period, and they were allowed to continue using the platform until they want. Other activities in the Emergency Discipline such as Clinical Ethics Meetings, Clinical Cases Discussions, Scientific Papers Discussions and Simulations were all mandatory.

Content of the online course

An ER instructing physician who is with the students on daily basis was in charge of creating the VLE course content, based on real clinical cases seen in the ER and EW/ICU at least three months before. Our main purpose was to allow students to experience the decision-making process at online course. They could assume the role of the leading physician and draw a direct relationship between the virtual environment content and its application in actual care.

Our main activity was **Virtual Rounds**, an online-shared forum among students and teachers. Our main objective was to reproduce a real bedside medical round in the virtual environment. The discussions started with the chief complaint, encouraging students to deal with the differential diagnosis and to establish a treatment plan. They would answer open-ended questions posted by the teacher in a narrative format, and share their thoughts with the group. In this way, students could have a glimpse of what happens in the physician's mind throughout the diagnostic process, and even discuss with peers and teachers specific points that are often omitted during a real medical round. Usually, students have no access to the decision-making process as a whole, and the virtual environment may provide adequate time and availability for this to occur.

On Virtual Rounds, each case has five parts, one for each day of the week, compelling students to reflect on their medical actions every day. On Monday, we posted the first part of the case, prioritizing the chief complaint that had led the patient to the emergency room (e.g., headache, chest pain, respiratory distress, coma). Then, students answer open-ended questions designed to extract the most important data from the clinical history and physical examination.

For each subsequent day (Tuesday through Thursday), those questions were answered, new information was provided (including figures, tables and imaging tests), and new questions were posted. The purpose was to discuss differential diagnosis and to establish a treatment plan. On Friday, the teacher presented the patients' outcomes. In this way, students were able to face simple-to-complex sequencing of questions based on authentic, real-life tasks, following the same steps necessary in the real world. In addition, students could compare their peers and teachers' thoughts with their own, since answers remained available at the forums.

In three years, we posted 144 cases, providing variability of practice. Every case remained available throughout the whole course, being studied as worked-examples. These cases were

also categorized and grouped according to the chief complaint, and students could choose to study randomly or focused on a topic. After participating in the week's Virtual Round, students could compare the present case with previous ones, especially those with the same chief complaint but diverse final diagnosis, progression and outcomes. Students' average time to complete a Virtual Rounds case was around 10 minutes per day.

Schemata and Virtual Rounds case construction. According to the Cognitive Load Theory, the most important learning processes for developing the ability to acquire knowledge and skills are schemata construction and automation [9, 10, 16].

Each external stimulus, such as sounds and images, enters the brain as a single unit of information, primarily through the working memory (WM). WM may process up to 9 units at the same time, being easily overloaded when it is dealing with a novel task that requires a large number of information units [33, 34].

When the student dedicates attention to the external information, multiple units can be grouped into "chunks" that will be stored as a single unit at the long term memory (LTM), providing a schema for the studied task. Therefore, schemata organize knowledge and markedly reduce WM load, because even a complex schema can be recovered as one unit of information [35].

Besides, information is retained by the WM for a limited period of time, up to 30 seconds. For this reason, it is frequently necessary to rehearse by repetition to retain information and store it in the LTM [10].

In Virtual Rounds, we used evidence-based Medicine to create schemata. For each main complaint that may drive a patient to the emergency department, we offered the signs and symptoms that increase or reduce the probability of each differential diagnostic. Therefore, each major clinical complaint had an individual schema ("illness script") which would be repeated in subsequent cases that had the same initial complaint. Each schema had sequential steps to help students to manage their clinical reasoning. Our aim was to provide schema automation for recurrent aspects of the whole task, trying to improve student's clinical reasoning. In Table 1 we present initial complaints that had their individual schema on our online course.

Schemata were structured by a series of clinical problems of increasing complexity, and each one of these problems can only be solved when the previous one is adequately addressed. Every clinical case that starts from the same initial main complaint is discussed following the same clinical reasoning steps based on the specific schema for that complaint. Repetition may help students to internalize the clinical reasoning for each complaint. Figs 1–3 show simplified diagrams of schemata used by teachers to elaborate Virtual Rounds' clinical cases.

Other VLE activities. Other VLE activities were also available, with the intention of stimulating students' interest on the course and providing theoretical background relevant for the solution of Virtual Rounds cases. These activities are presented below.

Emergency Quiz. Two hundred multiple-choice questions were available. Students received immediate feedback soon after choosing an alternative whether correct or not. Each Quiz could be accomplished in an average time of 10 minutes.

Table 1. Initial complaints that had their individual schema.

Chest Pain	Diarrhea	Syncope
Sepsis	Headache	Low back pain
Shock	Sore throat	Delirium
Respiratory Failure	Abdominal Pain	Palpitations
Dyspnea	Cough	Jaundice
Coma	Hemoptysis	Lower limb edema

doi:10.1371/journal.pone.0152462.t001

Extreme Decisions. Weekly virtual patients based on real ER cases, focusing on quick decision-making situations, such as an asthma exacerbation, from admission to discharge. These cases were presented through sequential multiple-choice questions (eight to twelve), revisiting the steps a real doctor should follow. Immediate feedback occurred upon clicking on an alternative, whether correct or not. Each Extreme Decision could be accomplished in an average time of 15 minutes. We created thirty cases in this format.

Electrocardiogram and Radiology Challenges. Weekly clinical case discussions assessing supplementary tests essential to the case diagnosis and treatment plan, placing the student in the decision maker position. We created 120 challenges for each format throughout the years. Each one of these Challenges could be completed in an average time of 10 minutes.

Links to related bibliography. We have posted hyperlinks to review papers related to each activity for every Virtual Round, Emergency Quiz and Extreme Decisions. So, students could access papers directly from the activity of interest, without being necessary looking for other sources. We have tried to avoid split-attention, providing all information in integrated way.

Feedback

In Virtual Rounds, the teacher provided answers for the questions posted the day before, and for additional questions asked by students. The main purpose of this specific teacher intervention was to promote cognitive and friendly feedback on a daily basis. Students could reflect beyond teacher's and peer's answers and post their own conclusions.

Students also received teacher's feedback regarding Electrocardiogram and Radiology challenges within a week. Activities with multiple-choice questions had immediate and automatic feedback. In Extreme Decisions, not only the students had immediate feedback, but were also invited to post specific questions, answered through personal e-mail within 48 hours.

Tutor's work

The tutor dedicated at least 20 hours per week to the online course activities, including creating course content, providing feedback and analyzing students' participation. In order to provide feedback, the tutor had to look for answers and doubts of students every day, at least one time. Some activities, such as, Emergency Quiz and Extreme Decisions had a previous set, automatic feedback. An educational web designer helped the tutor posting the content in the Moodle platform.

Assessment Methods

Along the two months of Emergency Medicine rotation, every student took two theoretical tests and two practical tests (OSCE format), one midterm and one final. The weighted average of these exams (60% for the theoretical exam and 40% for OSCE) comprised their final grade. If the student had an insufficient score, a third exam was applied at the end of the two months period. At the end, all the students were approved in the rotation. It is worth knowing that all the exams were performed during the rotation, which means that at the end of the rotation all students were aware about their final grades.

In each rotation site (EW/ICU and ER), preceptors performed the attitudes and behaviors assessment (AAB), including technical aspects (clinical history and the physical exam), attitudes (willingness to learn, medical visit and chart organization) and behavior (towards the medical team, patients, his/her family and health team). Three real patients also graded students' performances right after their consultation using the CARE (Consultation and Relational Empathy) scale.

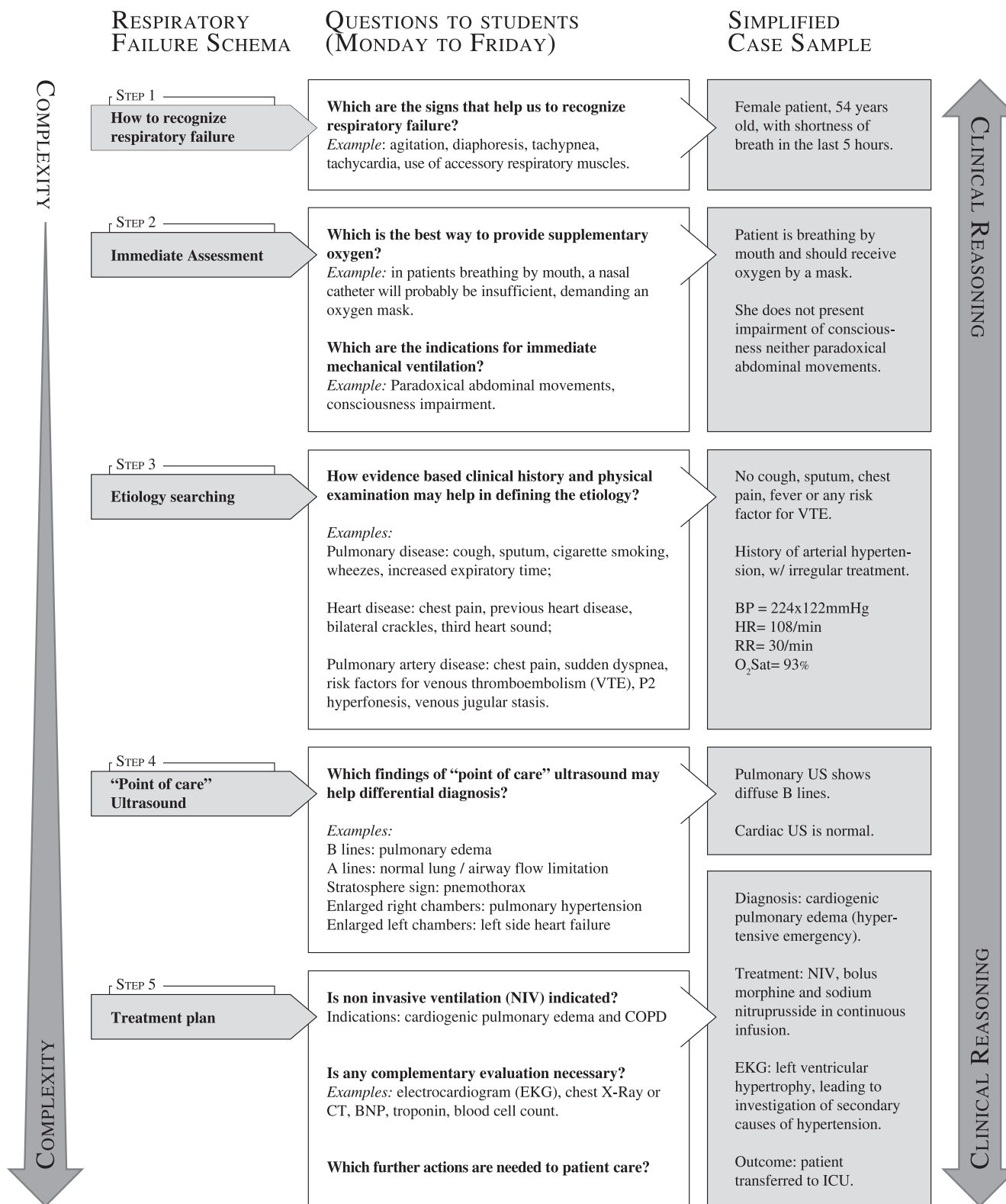


Fig 1. Virtual Rounds case construction—Respiratory Failure. At left, a schema is shown in six successive steps, discussed during the week. In general, one or two steps are discussed in a single day, from Monday to Friday. The following steps were addressed only after the previous had been accessed. At right, we provide a resumed Virtual Round model, with the main information that would be discussed at the online shared forums with students, having the schema as a guide.

doi:10.1371/journal.pone.0152462.g001

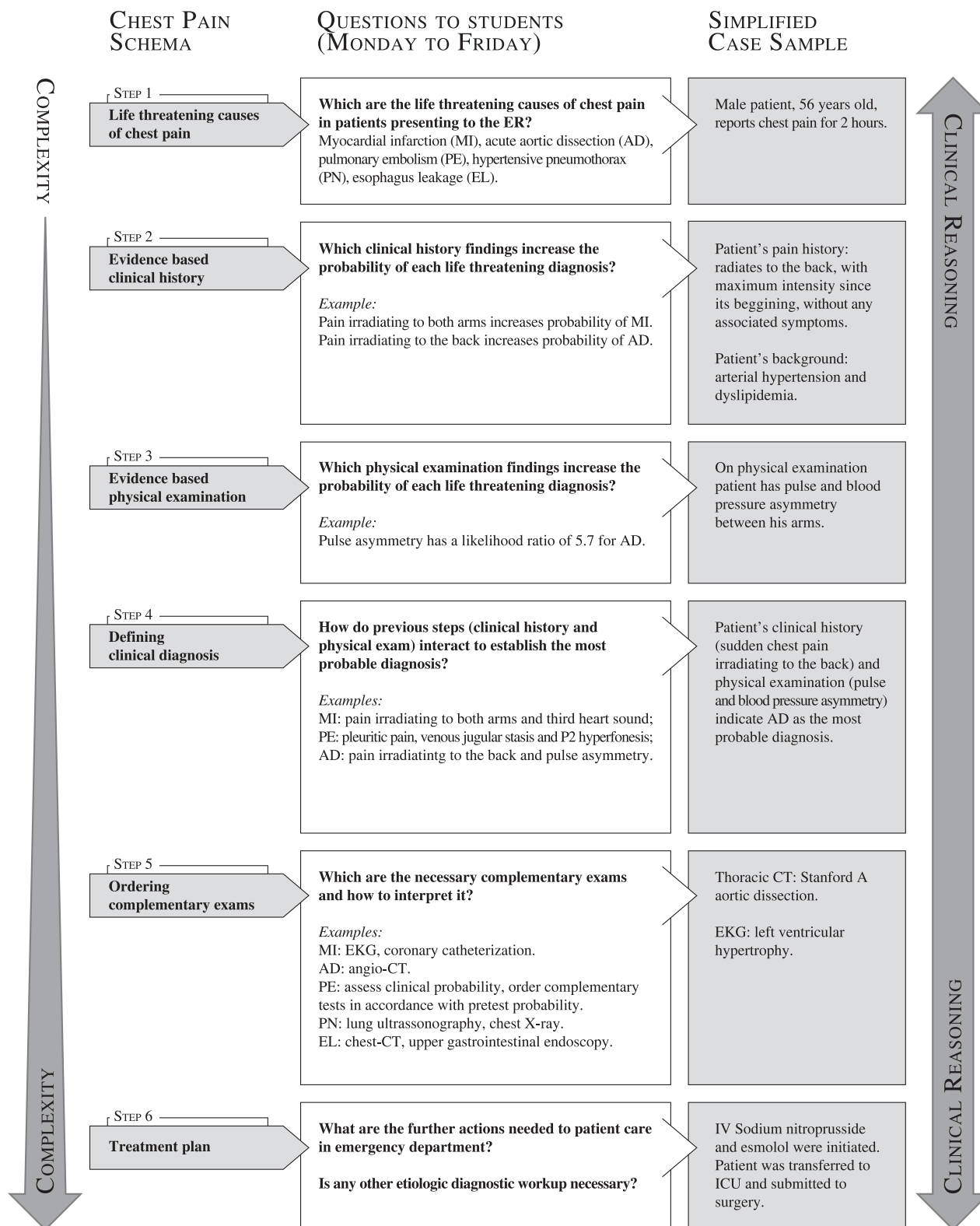


Fig 2. Virtual Rounds case construction—Chest Pain. At left, a schema is shown in six successive steps, discussed during the week. In general, one or two steps are discussed in a single day, from Monday to Friday. The following steps were addressed only after the previous had been accessed. At right, we provide a resumed Virtual Round model, with the main information that would be discussed at the online shared forums with students, having the schema as a guide.

doi:10.1371/journal.pone.0152462.g002

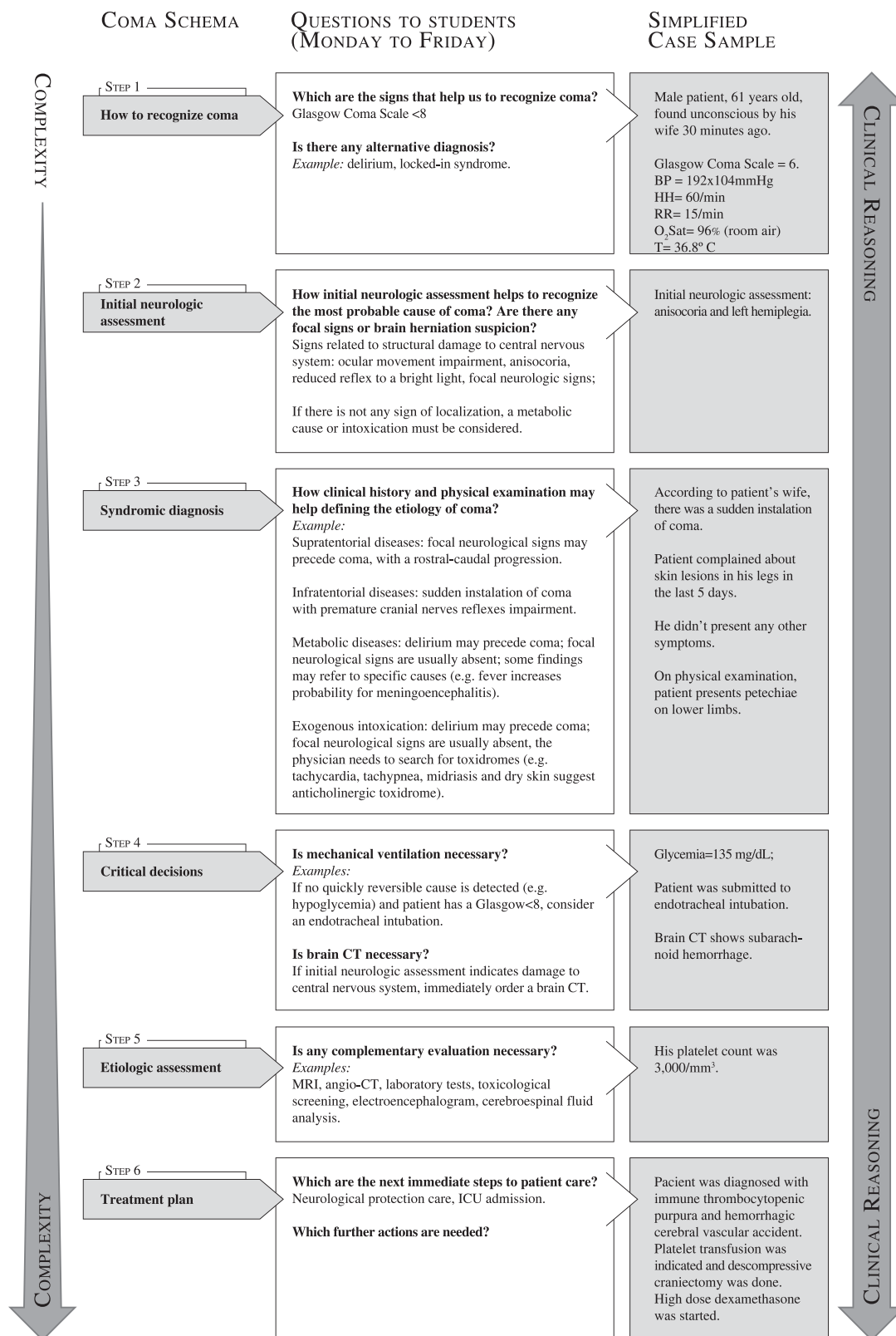


Fig 3. Virtual Rounds case construction—Coma. At left, a schema is shown in six successive steps, discussed during the week. In general, one or two steps are discussed in a single day, from Monday to Friday. The following steps were addressed only after the previous had been accessed. At right, we provide a resumed Virtual Round model, with the main information that would be discussed at the online shared forums with students, having the schema as a guide.

doi:10.1371/journal.pone.0152462.g003

Student satisfaction survey

At the end of the Emergency rotation, students of 2013 and 2014 academic years filled out a survey posted on the Moodle platform to assess their impressions about the course. The answers could be “yes”, “no” and “indifferent”. A text box for each question allowed students to further elaborate on their answers and write comments about their experience of participating in VLE activities. The questions were: (1) “Which category do you identify as the one that most contributed to your learning? Why?” (2) “Did the Virtual Rounds cases stimulate your clinical reasoning while seeing patients in the emergency room? How?” (3) “Did the information and discussions supplied in the Virtual Rounds stimulate you to increase your participation in real medical rounds in the emergency room? Why?” (4) “Did the discussions of diagnostic tests (electrocardiogram and radiology) in the form of weekly challenges help you interpret these exams when seeing a patient in the emergency room? How?” (5) “Did you feel stimulated to read the review papers listed in the bibliography? Why?” and (6) “After your participation in the course, do you feel better prepared to render emergency care? Why?”

Measurement of Cognitive Load

At the end of Emergency Rotation in 2015, we have measured the total cognitive load through a self-reported questionnaire based on the scale developed by Pass [36]. It is a 7-point Likert scale (1 = minimum; 7 = maximum).

The first two items of the questionnaire addressed total cognitive load of virtual and real rounds: “*How much mental effort was necessary to accomplish Virtual Rounds?*” and “*How much mental effort was necessary to accomplish real medical rounds?*”

Additional items addressed specific aspects of cognitive load on our online course: “*How difficult was the online course content?*” (intrinsic load); “*How difficult it was to navigate on our platform?*” (extrinsic load); “*How much knowledge did you acquire after participating in our online course?*” and “*How much concentration did you maintain during our course activities?*” (germane load). We also made a question about motivation: “*How motivated were you to participate in the online course?*”. Students were asked to name three main reasons to their motivation.

Statistical analysis

We provide a *descriptive analysis* of students’ access and participation in the online course.

We looked for correlations between students’ participation in our course and their academic performance. We used Spearman’s analysis to correlate *the number of hours logged on* during Emergency Rotation with *academic performance*, through 1) the final grade in the Clinical Emergency Discipline, 2) the theoretical exam, 3) the OSCE, 4) the CARE scores, and 5) the AAB assessment. For this purpose, it is worth registering that only the students’ online production that happened during the two months period of their rotation were utilized in correlation analysis. The student’s online production after the end of the rotation was not used in statistics analysis of academic performance, since it would not have any impact in students’ emergency rotation grades.

We also ran ordinal logistic regression models to analyze the relationship between the grade (divided in four quartiles) and the hours logged on the course.

To statistical analysis, we used the SAS System for Windows (Statistical Analysis System), version 9.4. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA.

Surveys Analysis. We analyzed students’ answers to the questionnaire of Student Satisfaction Survey. Results were described in percentages. The content of the open-ended questions underwent thematic content analysis after exhaustible material reading. We came up with

hypothesis and objectives and selected some responses for analysis to identify the most relevant categories for each topic, which we transcribed exactly as written by students.

In order to measure the cognitive load related to Virtual Rounds and real medical rounds, we analyzed the answers of sixth-year students of the 2015 academic year. After defining that the answers had a normal (Gaussian) distribution, we performed a t-test for paired samples to compare the students' cognitive load on both environments. The remaining items of the questionnaire underwent a descriptive analysis.

Students provided three main reasons that motivate their participation in our course. The most frequent answers were grouped at a word cloud, appearing bigger on the final diagram.

Ethics Statement

The “Comitê de Ética e Pesquisa da Unicamp”, that is the Ethics committee on human beings from the School of Medical Sciences of the University of Campinas (Unicamp), judged that it was not necessary to get written informed consent of the participants in this study. The main reasons were: our course was already curricular at that point; we did not use any data that allowed student's individual identification.

The study was approved by the Ethics committee. Number of approval: 451,130 (CAAE 20424013.1.0000.5404).

Results

Among 204 students from 2013 and 2014 academic years, 92 (45.1%) were male and 112 (54.9%) were female.

All students accessed the platform during the Emergency rotation period. [Table 2](#) displays the data from student's general participation (number of hours logged on, and total numbers of pageviews, accesses and of posts), as well as the means per student, considering the rotation period and the entire academic year.

One hour and 39 minutes was the average time a student remained logged on to the platform during each access event.

[Table 3](#) shows the percentage hours spent logged on for each online activity, with Virtual Rounds being the most accessed.

Although the Clinical Emergencies rotation is two months long, students accessed the online course during an average of 5.3 months, reflecting the fact that 76% of students also accessed the platform outside the Emergency Rotation period.

There was a positive correlation between the number of hours the student was logged on during the rotation period and their final grade ($r = 0.45$; $p < 0.001$)—[Fig 4a](#). We observed a positive correlation between the number of hours logged on during the rotation period and the score on the theoretical exam ($r = 0.51$; $p < 0.001$)—[Fig 4b](#), and between the number of hours

Table 2. Student participation at the emergency VLE course.

	Rotation Period	Total	Mean per student
Hours (h)	13,289	14,689	71.9
Pageviews	367,775	400,932	1,965
Accesses	9,701	10,720	49.4
Posts	3,174	3,450	17.1

General access figures for the VLE course; sixth-year students of academic years 2013 and 2014 (n = 204).

doi:10.1371/journal.pone.0152462.t002

Table 3. Proportional students' participation on each activity.

Activity	Percentage of hours logged on(%)
Virtual Rounds	44.5
Extreme Decisions	21.1
Emergency Quiz	21
Electrocardiogram Challenges	8.5
Radiology Challenges	4.9

Hours spent logged on, in percentages, by activity.

doi:10.1371/journal.pone.0152462.t003

logged on during the rotation period and the practical exam ($r = 0.35$; $p = 0.01$)—Fig 4c. No correlation was found between the number of hours logged on during the rotation period and the patient evaluation scores ($r = 0.08$; $p = 0.4$).

A weak positive correlation was found between the number of hours logged on during the rotation period and the AAB in the ER ($r = 0.18$; $p = 0.009$), and in the EW/ICU ($r = 0.13$, $p = 0.05$).

Students were divided in quartiles according to their grades in Emergency Medicine (1st being the lowest and 4th the highest). Fig 5 shows the confidence interval (95%) relating to minutes logged on during the rotation period and the grades quartiles. The more time students spent on the Moodle platform (in mean and standard deviation), the higher the quartile they got into.

Table 4 shows that when students spend more time logged on during the rotation period, their probability of being in better quartile of grades increases. For example, for each extra 60 minutes logged on the platform during the rotation period there is a 3.3% higher chance for a student to be in the 4th quartile of grades.

All data produced by students are available in Supporting Information files. S1, S2 and S3 Files contain all logs (pageviews) produced by students, during and outside emergency rotation period. S4 File contains Student's Grades.

Answers to the satisfaction survey

Among 204 students of academic years 2013 and 2014, 123 (60.2%) filled out the satisfaction survey. Virtual Rounds was considered the activity that contributed the most to their learning for 66% of the group.

The answers to the first question revealed that 97% of the respondents reported that Virtual Rounds stimulated their clinical reasoning in emergency care, and 82% reported that it encouraged them to increase their participation in real medical rounds. The main reasons given by

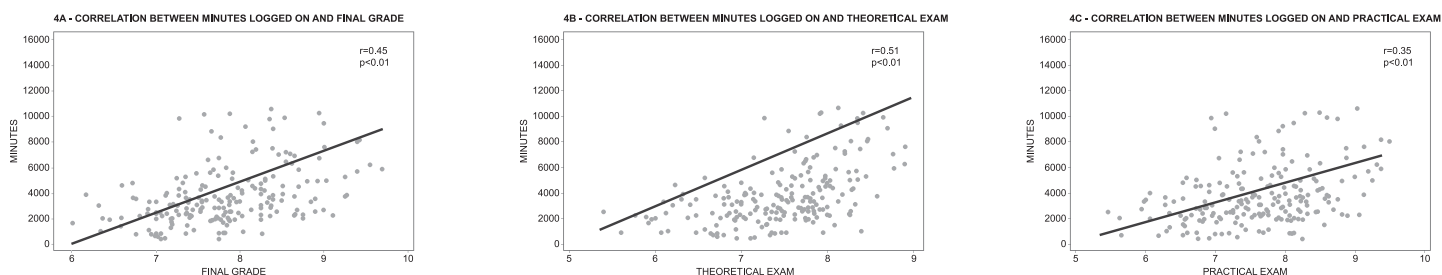


Fig 4. Correlations between number of hours logged on during the rotation period and final grade. 4A) Correlation between the number of hours logged per student during the rotation period and final grade in the discipline—Spearman coefficient = 0.45 ($p < 0.01$); 4B) Correlation between the number of hours logged on during the rotation period and the grade on the theory exam—Spearman coefficient = 0.51 ($p < 0.01$); 4C) Correlation between the number of hours logged on during the rotation period and the score on the practical exam—Spearman coefficient = 0.35 ($p < 0.01$).

doi:10.1371/journal.pone.0152462.g004

RELATIONSHIP BETWEEN MINUTES LOGGED ON AND GRADES QUARTILES

Confidence interval 95%

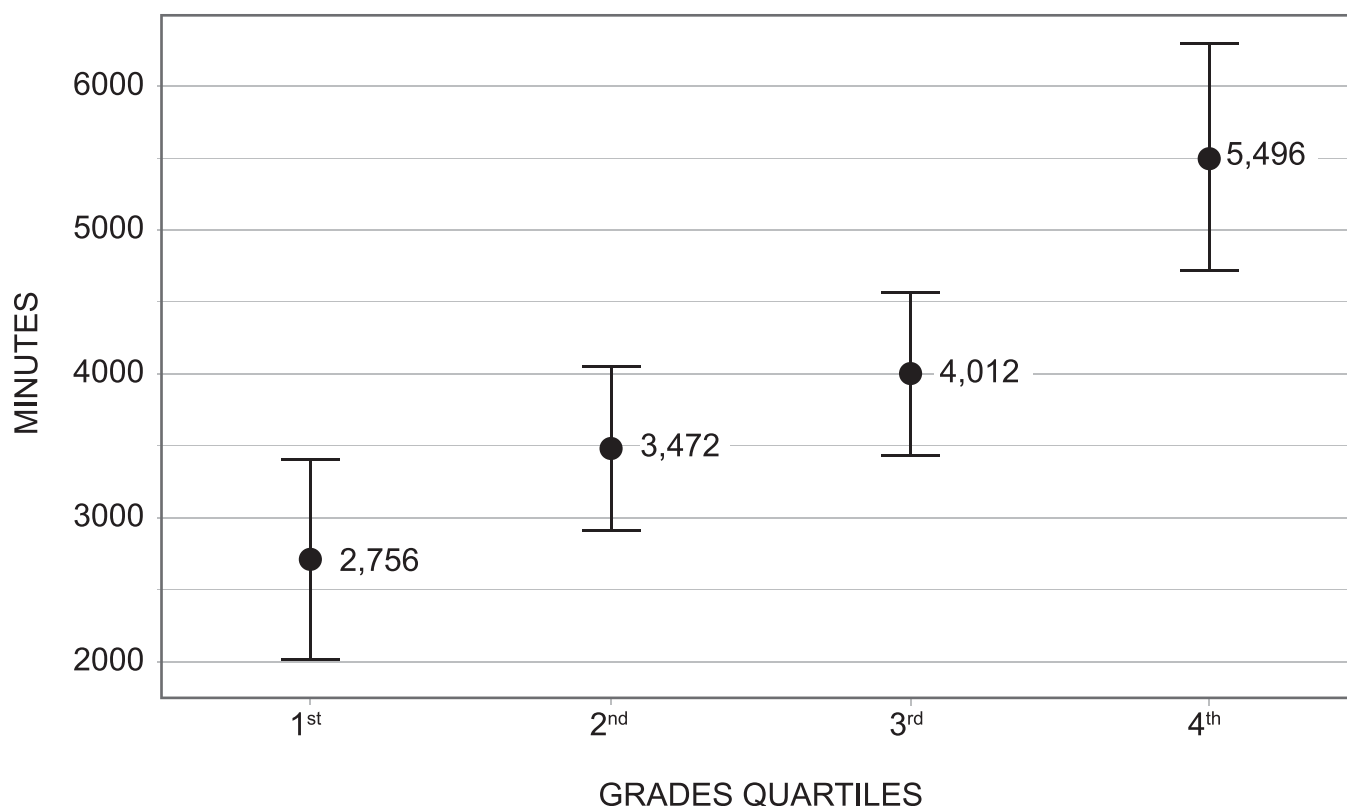


Fig 5. Confidence interval between minutes logged on during the rotation period and final grade. Confidence interval between minutes logged on during the rotation period and final grade (divided in quartiles).

doi:10.1371/journal.pone.0152462.g005

students were, in rank order, (1) systematization of clinical reasoning, (2) structuring of learning materials (common complaints, syndromic diagnosis and patient evolution), (3) gaining of knowledge and (4) confidence. Some statements represent these opinions:

“Virtual Round made me reflect on how to reach the patient’s diagnosis. It encouraged me to think about differential diagnosis and it gave me more tools to do so. Besides, it is so similar to real ER cases that I felt more capable to deal with doctor’s day-to-day life”.

“When you come in contact with your colleagues’ opinions about the topic, and later with the answers to their questions, you feel more comfortable to discuss it in a real medical encounter. It brings a greater sense of confidence to assess and discuss the cases. ...”.

Some answers related to the Virtual Rounds also shows how some students perceive the differences between the cognitive load of the “real world” and the “virtual world”:

“Patients usually stay at the ER for a short period of time, being difficult to develop a clear line of thought about his or her history and diagnosis. Virtual Rounds provided a systematization of the clinical reasoning, helping me to understand the cases.”

Table 4. Number of minutes logged on during the rotation period and the probability of being in better grades quartiles.

Quartiles	Odds ratio	Each extra 60 min logged on	P—value
2 nd x 1 st	1.0002	1.014	0.0440
3 rd x 1 st	1.0003	1.021	0.0031
4 th x 1 st	1.0005	1.033	< 0.001

Number of minutes logged on during the rotation period and the probability of being in better grades quartiles.

doi:10.1371/journal.pone.0152462.t004

Forum discussions regarding diagnostic tests helped 97% of respondents in interpreting them by allowing (1) the recognition of patterns and (2) the organization of the reasoning behind them. A particular response to exemplify it was:

“They increased my ability to analyze these tests. The way in which these challenges are answered helped me to learn more about them. I was able to interpret these tests before but the course gave me the ability to organize my reasoning, standardizing the way to analyze them, which made me get much more information than I was able to before”.

The great majority of respondents (93%) felt better prepared for rendering emergency care after participating in the course, mainly due to, in rank order, (1) the systematization of knowledge, (2) greater confidence, (3) the fact that the content reflected reality and (4) the strong theoretical substrate. We identified the following responses that exemplify this finding:

“The course is complete and very close to the reality. I never found anything that helped me learn in such a real and practical manner”.

“The course was based on cases that I encountered in my emergency internship. The virtual activities expanded my knowledge of basic emergency situations. It was easy for me to look up the website after any case. Most importantly, I first saw some cases in the course and then in real life, which helped me to better address the real case”.

“Despite the lack of confidence for being on my own to assess a case from now on, the course helped me by showing the steps to be followed, approaching the signs and symptoms. It was not like the textbooks that just show the previously diagnosed disease. This approach is much closer to our reality and that is why the course will always be a great study source for me”.

Some statements show the relation between the online course and students' motivation:

“After studying and researching to answer Virtual Rounds, I developed the habit to solve clinical cases, virtual or real. When facing a real case in which the diagnosis is not evident, I found myself willing to solve it, instead of waiting for the teacher to give me the solution.”

Measurement of cognitive load

Among 100 students of 2015 academic year, 59 filled out the questionnaire to assess cognitive load. Considering a Likert scale from 1 (minimum load) to 7 (maximum load), the scores and standard deviations for total cognitive load were 4.79 ± 2.2 for Virtual Rounds and 5.56 ± 1.96 for real medical rounds ($p < 0.01$).

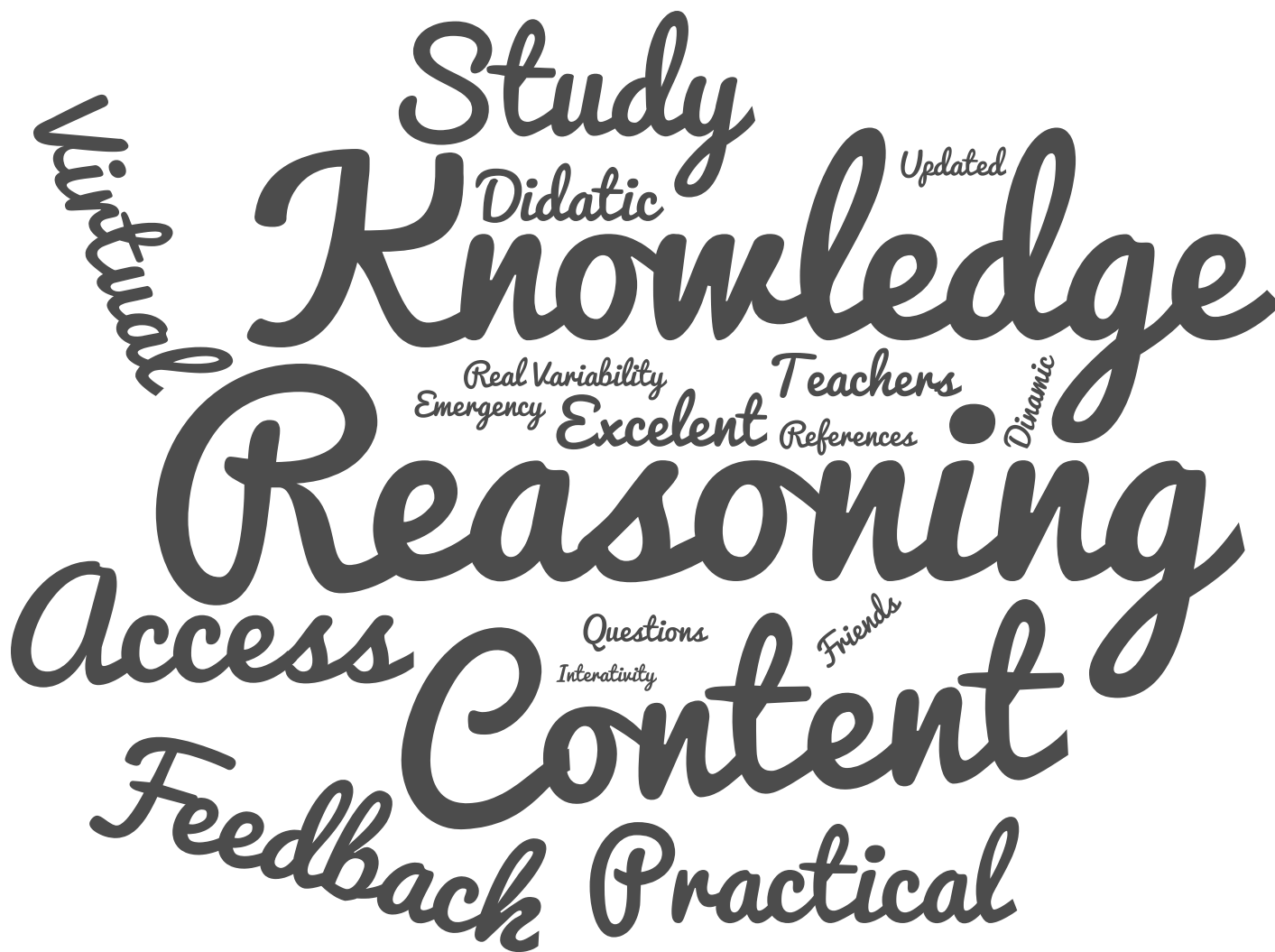


Fig 6. Reasons that motivated students to participate on our online course. Word cloud presenting the reasons that motivated students to participate on our online course.

doi:10.1371/journal.pone.0152462.g006

The difficulty of the online content received a score on Likert scale (1–7) of 4.35 ± 1.32 ; the difficulty to navigate on the platform had a score of 1.74 ± 1.05 ; the amount of knowledge acquired with the course received a score of 6.32 ± 0.70 ; and concentration achieved a score of 6 ± 1.18 .

When asked to grade their motivation to participate in the online course, using a similar Likert scale from 1 (no motivation) to 7 (maximum motivation), score was 6 ± 1.15 .

[Fig 6](#) shows the main reasons that motivated students to participate on our online course, grouped in a word cloud.

Discussion

In order to address the multi-challenged Emergency Medicine learning environment, we offered a Moodle-based course with online didactic activities inspired by real clinical situations. Sixth-year undergraduate medical students dedicated several hours studying the platform

content and used it during and after their Clinical Emergencies rotation. Their academic grades were somehow correlated with the intensity of their platform use.

Students' acceptance and satisfaction may be related, at first, with the fact that they are continuously connected to the internet and enjoy being able to study whenever and wherever they want. Besides, the course was based in the Cognitive Load Theory (CLT) and the Self Determination Theory (SDT), two conceptual frameworks that may have facilitated and optimized students' learning experiences and their academic performance [6,7,9,10].

CLT is relevant to activities that involve executing tasks, by focusing on the management of working memory during learning, especially through two major processes: schemata construction and automation. In this sense, three strategies may facilitate learning: decrease of extraneous load, management of intrinsic load and optimization of germane load [9,10].

Extraneous load encompasses everything that is not essential to the task, and may jeopardize schemata construction and automation [9,10]. In emergency department, student's anxiety, self-consciousness at being observed by an attending, fatigue, distractions and complex diseases may increase extraneous load and 'consume' working memory resources [37]. At our course, students could access the platform wherever they want, minimizing learning interruptions and the impact of environment on learning (multi-professional team interactions, crowded departments). Also, in Virtual Rounds we tried to reduce extraneous load by inviting students to complete a clinical problem in sequential days, taking the steps that were missing the day before, a technique known as problem completion. Finally, every case of Virtual Rounds activity remained available throughout the whole course, being studied as worked-examples by students.

We managed intrinsic load gradually increasing the amount of information and the complexity of the case through the week, in our Virtual Rounds category. Van Merriënboer and Sweller [38] consider approaches like "simple-to-complex" fully in line with cognitive load theory, as they start with few elements and gradually build up complexity [39]. In our course, each day students had to face activities that were more complex when compared with activities from the previous day. Students could activate prior knowledge daily, contrasting it to new information, in order to elaborate further knowledge.

Finally, germane load is the mental effort needed for learning [9,10]. It could be optimized by increasing the diversity of available tasks (discussion forums, quizzes, lessons, hyperlinks), and by stimulating students to imagine themselves solving those clinical problems. Beyond that, strategies like schemata creation and automation allows deep learning and systematization of knowledge. We provided schemata for every chief complaint (schemata creation) that were repeated in every case with the same chief complaint (automation).

Repetition and rehearsal may lead schemata to become automated. Information is then organized without excessive burden to working memory [9,10]. In our online course, Virtual Rounds category offered 144 cases, discussed following all the steps that would be necessary in the real world. The schemata directed to the initial chief complaint would be repeated in all cases that started with the same complaint. Of the respondents to our survey, 66% named the Virtual Rounds as the activity that contributed the most to their learning.

All these strategies were reflected in student's answers to our questionnaire to measure cognitive load. They provide small score for extraneous load and high scores for germane load.

In addition, motivation and emotion also influence learning and performance [6,7,9]. We looked for strategies to increase the intrinsic motivation of our students to learn Emergency. According to SDT, the internalization process (from the external regulation of behavior to self-regulation) may improve motivation for learning and could be facilitated by accomplishing three needs: autonomy, competence and relatedness to others [6,7].

Our students had autonomy to participate at our course, since it was not part of the summative assessment. They were also free to select the most relevant categories to them and

formulated their own learning objectives. Each student spent, in average, almost 70 hours in our platform.

Adult learning theories frequently state the importance of the perception of practical application of knowledge in the learning process [40]. As students performed the activities in several categories, they compared new information with what they already knew, completed quizzes, and received feedback, which may have improved their sense of competence. As a blended learning strategy, students could apply the knowledge acquired online on their real-world activities the next day, further increasing the sense of competence. This idea became palpable when 93% reported to be better prepared for rendering emergency care.

Students could collaboratively work in problems through shared forums, interacting with their colleagues and being exposed to their doubts and difficulties in a protected way. Furthermore, the professors who created the VLE course content were the same ones guiding the students in their medical rounds during those two months. Teachers were able to demonstrate the course practical applications on a daily basis, thereby boosting students' learning and knowledge retention [40]. In this sense, it was possible to address the need to relatedness, and 82% of respondents considered themselves better prepared to participate in the real daily medical rounds.

Students kept their interest in the Clinical Emergencies course during the internship and many months afterwards, an indirect evidence of motivation improvement. The mean time of platform use was 5.3 months, much longer than the two months allocated for the rotation. In this way, we could hypothesize that the senses of autonomy, competence and relatedness could promote self-regulation and intrinsic motivation for learning. Although some students may initially have participated in the online course concerned about tests and assessments (external regulation of behavior), they gained knowledge and progressively felt more competent. Their intrinsic motivation improved, and they were interested in acquiring and producing knowledge. Student's answer to our questionnaire indicate high score to motivation, and they named the three main reasons to their motivation improvement: clinical reasoning, knowledge acquisition and clinical content.

Feedback is an essential feature of every educational strategy, including online courses [3,31,41]. We have made feedback available to students immediately after their answers to multiple-choice questions and within 24 hours in Virtual Rounds discussion forums. It may have contributed to the course's wide acceptance by students.

We found positive correlations between online participation (time spent logged on to the platform during rotation period) and academic performance (final grades in the Clinical Emergency discipline), showing that students who used the platform more diligently during the rotation scored better. There was a positive correlation between the number of hours logged on and the grades on exams, as we found that to every 60 min logged on to our platform, there was an increase of 3.3% in the student's chance to be placed in the best grade's quartile. We hypothesize that learning helps to develop a sense of confidence which evolves to better performance. However, we should be careful interpreting these data, since our investigation was not randomized and it is possible that students who performed better, were initially more motivated, and therefore more prone to use the platform. In that case, it could be just an attitude issue, and not a direct effect of platform use. Unfortunately, we have not had access to students' performance in other disciplines to compare their grades and minimize this limitation.

A similar study based on virtual clinical cases did not find a positive correlation with exams [42]. There is a lack of definitive literature on the best ways to use e-learning, and its impact on academic performance [3,29–32,43].

Literature shows how difficult it is to build communication and empathy skills through virtual courses only [44–48]. We found a weak correlation between the number of hours students

Box 1. Important aspects to the development of an online medical course based on CLT and SDT

Online course development

Real clinical cases

Narrative format

Updated content

Continuous availability

Cognitive Load Theory

Schemata Construction

Automation

Simple-to-complex tasks sequencing

Problem completion

Worked examples

Reduced environment impact on learning

Self Determination Theory

Immediate feedback

Self-assessment questions

Shared forums

Same teacher in both environments (real and virtual)

Blended learning strategy

dedicated to the online course during the rotation and the attitudes and behaviors assessment (AAB) in the ER and EW/ICU. These grades reflected not only cognitive medical aspects but also attitudes and communication skills towards the patient and their family.

In [Box 1](#) we summarize important aspects for the development of an online medical course based on these two conceptual frameworks.

Our work has some limitations. There was no control group to compare academic performance. We did not use a specific tool to measure students' participation during real medical rounds or to assess gains in clinical reasoning. Instead, we measured the correlations between the theoretical and practical exams with participation in the course during the rotation period. As we have commented, it is an indirect measure which must be cautiously considered, since it cannot definitively prove a causal relationship between online learning and performance.

Besides, students of academic years 2013 and 2014 provided data related to participation in our course, correlations with academic performance and answers to the satisfaction survey and the students of academic year 2015 answered a questionnaire to measure cognitive load and motivation related to our course.

Conclusion

An online course, inspired in real patients and built in a narrative format that recreates every stage of emergency care, may be an effective way to provide students a theoretical basis in Emergency Medicine. The online course might also foster the confidence needed to adjust the learning process to their real experiences in the ER.

To assure effective learning in the clinical environment, it is fundamental to reduce the extraneous cognitive load, manage the intrinsic load and optimize germane load. When developing an online medical course, it is important to consider the cognitive load imposed to students, in order to attract their interest and stimulate their participation. It is also important to

use strategies to increase their motivation for learning, ensuring that the need for autonomy, competence and relatedness to others would be contemplated. In this context, the conceptual frameworks CLT and SDT complement each other, guiding the online course development and facilitating students' learning.

The following aspects may contribute to students' acceptance of a VLE course: schemata, automation, immediate feedback, interaction among peers, use of several online tools, continuous course availability, and the perception of the immediate application of knowledge.

Supporting Information

S1 File. Student's pageviews part I. Excel worksheet with logs produced by students. Legend: ID = each number represents an individual student; Action: URL of activity on our Moodle platform; Information: which specific activity was accessed by student; Category = which activity was accessed by student; Hour: time spent logged on; Rotation: during = log produced during emergency rotation period; outside: log produced outside emergency rotation period. (XLSX)

S2 File. Student's pageviews part II. Excel worksheet with logs produced by students. Legend: ID = each number represents an individual student; Action: URL of activity on our Moodle platform; Information: which specific activity was accessed by student; Category = which activity was accessed by student; Hour: time spent logged on; Rotation: during = log produced during emergency rotation period; outside: log produced outside emergency rotation period. (XLSX)

S3 File. Student's pageviews part III. Excel worksheet with logs produced by students. Legend: ID = each number represents an individual student; Action: URL of activity on our Moodle platform; Information: which specific activity was accessed by student; Category = which activity was accessed by student; Hour: time spent logged on; Rotation: during = log produced during emergency rotation period; outside: log produced outside emergency rotation period. (XLSX)

S4 File. Student's grades in Emergency Rotation. Student's grades in Emergency Rotation—final grades, theoretical exam and practical exam. (XLSX)

Acknowledgments

The authors presented portions of this work at the Association for Medical Education in Europe (AMEE) Conference in Prague, Czech Republic, September 2013, and at the Association for Medical Education in Europe (AMEE) Conference in Glasgow, Scotland, September 2015.

Author Contributions

Conceived and designed the experiments: TAGG MACF. Performed the experiments: TAGG BJ DF TMS MSVS MS MACF. Analyzed the data: TAGG BJ DF TMS MSVS MS MACF. Contributed reagents/materials/analysis tools: TAGG BJ MACF. Wrote the paper: TAGG BJ DF TMS MSVS MS MACF. Creation of the schemata and illness scripts: TAGG MACF.

References

1. Ende J. What if Osler were one of us: impatient teaching today. JGIM. 1992; 12(suppl 2): s41–s48.

2. Ramani S, Leister S. AMEE Guide no. 34: Teaching in the clinical environment. *Med Teach*. 2008; 30: 347–364. doi: [10.1080/01421590802061613](https://doi.org/10.1080/01421590802061613) PMID: [18569655](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18569655/)
3. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. The impact of e-learning in medical education. *Acad Med*. 2006; 81: 207–12. PMID: [16501260](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16501260/)
4. Tews MC, Hamilton GC. Integrating emergency medicine principles and experience throughout the medical school curriculum: why and how. *Acad Emerg Med*. 2011; 18: 1072–1080. doi: [10.1111/j.1553-2712.2011.01168.x](https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2011.01168.x) PMID: [21996073](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21996073/)
5. Johnson CE, Hurtubise LC, Castrop J, French G, Groner J, Ladinsky M. Learning management systems: technology to measure the medical knowledge competency of the ACGME. *Med Educ*. 2004; 38: 599–608. PMID: [15189256](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15189256/)
6. Ryan RM, Deci EL. Self-Determination Theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *Am Psychol*. 2000; 55(1): 68–78. PMID: [11392867](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11392867/)
7. Ten Cate J, Kusurkar RA, Williams GC. AMEE Guide no.59: How Self-determination Theory can assist our understanding of the teaching and learning process in medical education. *Med Teach*. 2011; 33: 961–973. doi: [10.3109/0142159X.2011.595435](https://doi.org/10.3109/0142159X.2011.595435) PMID: [22225433](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22225433/)
8. Coates MC. An educator's guide to teaching emergency medicine to medical students. *Acad Emerg Med*. 2004; 11: 300–306. PMID: [15001414](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15001414/)
9. van Marrienboer JJG, Sweller J. Cognitive Load Theory in health professional education: design principles and strategies. *Med Educ*. 2010; 44: 85–93. doi: [10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x) PMID: [20078759](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20078759/)
10. Young JQ, van Marrienboer J, Durning S, Ten Cate O. AMEE Guide no. 86: Cognitive Load Theory: implications for medical education. *Med Teach*. 2014; 36(5): 371–384. doi: [10.3109/0142159X.2014.889290](https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.889290) PMID: [24593808](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24593808/)
11. Naismith LM, Cheung JJH, Ringsted C, Cavalcanti RB. Limitations of subjective cognitive load measures in simulation-based procedural training. *Med Educ*. 2015; 49:805–814. doi: [10.1111/medu.12732](https://doi.org/10.1111/medu.12732) PMID: [26152492](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26152492/)
12. Brunken R, Plass JL, Leutner D. Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educ Psychol*. 2003; 38(1): 53–61.
13. Kalyuga S. Knowledge elaboration: A cognitive load perspective. *Learning and Instruction*. 2009; 19: 402–410.
14. Paas F. Training strategies for attaining transfer of problem solving skills in statistics: a cognitive load approach. *J Educ Psychol*. 1992; 84: 429–34.
15. Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research. In: Hancock PA, Meshkati N, eds. *Human Mental Workload*. Amsterdam: North Holland Press. 1988; 139–183.
16. Pass F, Tuovinen JE, Tabbers H, Van Gerven PWM. Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educ Psychol*. 2003; 38(1): 63–71.
17. Gormley GJ, Collins K, Boohan M, Bickle IC, Stevenson M. Is there a place for e-learning in clinical skills? A survey of undergraduate medical students' experiences and attitudes. *Med Teach*. 2009; 31(2): 6–12.
18. Cook DA, Levinson AJ, Garside S. Time and learning efficiency in Internet-based learning: a systematic review and meta analysis. *Adv in Health Sci Educ*. 2010; 15: 755–70.
19. Jwayyed S, Stiffler KA, Wilber ST, Southern A, Weigand J, Bare R. Technology-assisted education in graduate medical education: a review of the literature. *Int J Emerg Med*. 2011; 4: 1–13.
20. Jones R, Higgs R, de Angelis C, Prideaux D. Changing face of medical curricula. *Lancet*. 2001; 357: 699–703. PMID: [11247568](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11247568/)
21. Cook DA, Dupras DM. A practical guide to developing effective Web-based learning. *J Gen Intern Med*. 2004; 19: 698–707. PMID: [15209610](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15209610/)
22. Eva KW. What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ*. 2004; 39: 98–106.
23. McLaughlin SA, Hobgood C, Binder L, Manthey DE. Impact of the Liason Committee on medical education requirements for emergency medicine education at U.S. schools of Medicine. *Acad Emerg Med*. 2005; 12: 1003–1009. PMID: [16204146](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16204146/)
24. Cook DA, Thompson WG, Thomas KG, Thomas MR, Pankratz VS. Impact of self-assessment questions and learning styles in Web-based learning: a randomized, controlled, crossover trial. *Acad Med*. 2006; 81: 231–238. PMID: [16501263](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16501263/)
25. Farrell SE, Coates WC, Khun GJ, Fisher J, Shayne P, Lin M. Highlights in emergency medical education research. *Acad Emerg Med*. 2008; 16: 1318–24.

26. Putzer GJ, Park Y. Are physicians likely to adopt emerging mobile technologies? Attitudes and innovation factors affecting smartphone use in the Southeastern United States. *Perspect Health Inf Manag.* 2012; 9: 1–22.
27. Ellaway R, Masters K. AMEE Guide 32: e-learning in medical education. Part 1: learning, teaching and assessment. *Med Teach.* 2008; 30: 455–473. doi: [10.1080/01421590802108331](https://doi.org/10.1080/01421590802108331) PMID: [18576185](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18576185/)
28. Cook DA. Where are we with web-based learning in medical education? *Med Teach.* 2006; 28(7): 594–598. PMID: [17594549](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17594549/)
29. Kemp N, Grieve R. Face-to-face or face-to-screen? Undergraduates' opinions and test performance in classroom vs. online learning. *Front Psychol.* 2014; 12(5): 1278. doi: [10.3389/fpsyg.2014.01278](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01278) eCollection 2014.
30. Davis J, Graff M. Performance in e-learning: online participation and students grades. *Br J Educ Tech.* 2005; 36(4): 657–663.
31. Chen PSD, Lambert AD, Guidry AR. Engaging online learners: the impact of Web-based learning technology on college student engagement. *Comp Educ.* 2010; 54: 1222–1232.
32. Ituma A. An evaluation of student's perceptions and engagement with e-learning components in a campus based university. *Act Learn High Educ.* 2011; 12(1): 57–68.
33. Miller GA. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychol Rev.* 1956; 63: 81–97. PMID: [13310704](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13310704/)
34. Kirschner PA, Sweller J, Clark RE. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educ Psychol.* 2006; 41: 75–86.
35. Bowen JL. Educational strategies to promote clinical diagnostic reasoning. *N Engl J Med.* 2006; 355: 2217–2225. PMID: [17124019](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17124019/)
36. Paas F. Training strategies for attaining transfer of problem solving skills in statistics: a cognitive load approach. *J Educ Psychol.* 1992; 84: 429–34.
37. Young JQ, Sewell JL. Applying cognitive load theory to medical education: construct and measurement challenges. *Perspect Med Educ.* 2015; 4: 107–109. doi: [10.1007/s40037-015-0193-9](https://doi.org/10.1007/s40037-015-0193-9) PMID: [26016430](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26016430/)
38. Van Merriënboer JJG, Sweller J. Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educ Psychol Rev.* 2005; 17: 147–177.
39. de Jong T. Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought. *Instr Sci.* 2010; 38: 105–134.
40. Taylor DCM, Hamdy H. Adult learning theories: implications for learning and teaching in medical education: AMEE guide n. 83. *Med Teach.* 2013; 35: e1561–e1572. doi: [10.3109/0142159X.2013.828153](https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.828153) PMID: [24004029](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24004029/)
41. Frehywot S, Vovides Y, Talib Z, Mikhail N, Ross H, Wohltjen H, et al. E-learning in medical education in resource constrained low- and middle- income countries. *Human Resour Health.* 2013; 11: 4.
42. Abendroth M, Harendza S, Riemer M. Clinical decision-making: a pilot e-learning study. *Clin Teach.* 2013; 10: 51–55. doi: [10.1111/j.1743-498X.2012.00629.x](https://doi.org/10.1111/j.1743-498X.2012.00629.x) PMID: [23294745](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23294745/)
43. Smith PSW, Wigmore SJ, Paisley A, Lamb P, Richards JMJ, Robson AJ, et al. Distance Learning Improves Attainment of Professional Milestones in the Early Years of Surgical Training. *Ann Surg.* 2013; 258: 838–843. doi: [10.1097/SLA.0000000000000211](https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000000211) PMID: [24045454](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24045454/)
44. Deladisma AM, Cohen M, Stevens A, Wagner P, Lok B, Bernard T. Do medical students respond empathetically to a virtual patient? *Am J Surg.* 2007; 193: 756–760. PMID: [17512291](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17512291/)
45. Cook DA, Triola MM. Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps. *Med Educ.* 2009; 43: 303–311. doi: [10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x) PMID: [19335571](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19335571/)
46. Consorti F, Mancuso R, Nocioni M, Piccolo A. Efficacy of virtual patients in medical education: a meta-analysis of randomized studies. *Comp Educ.* 2012; 59: 1001–1008.
47. Wilson JL. A qualitative study of postgraduate students' perceptions of virtual patients in emergency medicine tutorials. *Int J Med Educ.* 2012; 3: 115–123.
48. Ellaway RH. Virtual patients as activities: exploring the research implications of an activity theoretical stance. *Perspect Med Educ.* 2014; 3(4): 266–277. doi: [10.1007/s40037-014-0134-z](https://doi.org/10.1007/s40037-014-0134-z) PMID: [25082311](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25082311/)

DISCUSSÃO GERAL

Nosso curso foi idealizado em 2011, tendo sido disponibilizado aos alunos do sexto ano de graduação de Medicina desde novembro de 2011. Desde 2008, a Disciplina de Emergências Clínicas tinha como rotina aulas teóricas diárias, de segunda à sexta feira, das 18h às 19h30min, ministrada pelos professores da Disciplina, totalizando cerca de 32 horas de aula durante o estágio. Essas aulas eram muito apreciadas pelos alunos, com presença de quase 100% deles. A partir do início das atividades do Moodle, os alunos foram progressivamente reduzindo sua participação nas aulas teóricas presenciais, o que fez, em 2013, que tomássemos a decisão de suspender o curso teórico noturno presencial. Os alunos relataram, na época, que preferiam estudar o curso de Emergências Clínicas na plataforma Moodle.

Embora inicialmente intrigados por este fato, o trabalho realizado nos anos subsequentes nos permitiu refletir sobre alguns motivos que poderiam explicar este evento e alguns dos nossos resultados.

Para lidar com os desafios de ensino e aprendizado no setor de Emergência, oferecemos um curso de Emergências Clínicas em plataforma Moodle, com atividades didáticas inspiradas por situações clínicas reais, colocando o aluno na posição do protagonista, do médico que precisa tomar rápidas decisões.

Os estudantes de Medicina do sexto ano de Graduação dedicaram várias horas estudando o conteúdo da plataforma e a utilizaram durante e após o período de estágio obrigatório de Emergências Clínicas. Como vimos nos resultados, suas notas acadêmicas de alguma forma se correlacionaram com a intensidade do uso da plataforma, determinada, sobretudo, pelo número de horas logadas no curso.

Podemos inferir que a satisfação e aceitação dos alunos podem estar relacionadas, em primeiro lugar, com o fato de que eles estão continuamente conectados à Internet.⁹⁶ Os alunos da geração atual são verdadeiros “nativos virtuais”, e já nascem imersos em tecnologia, especialmente as que utilizam a Internet.⁹⁷

Há discussão atual na literatura que compara o comportamento do aluno no mundo virtual e no mundo real. Muitas pessoas têm comportamentos distintos nestes

mundos. Seria como se o aluno tivesse um “Avatar”, uma personalidade no mundo digital muito distinta daquela que apresenta no mundo real.⁹⁸ Ainda não há consenso de como isso pode influenciar diretamente a Educação Médica, mas não há dúvida de que a criação de estratégias didáticas que possam ser eficazes nesses “2 mundos”, possa expandir nossa capacidade de ensino. Como nosso curso, no mundo virtual, foi diretamente conectado às atividades do mundo real (“blended learning”), de alguma forma pudemos contemplar as “2 personalidades”.

Além disso, é notório que os alunos gostam de ser capazes de estudar quando quiserem, onde quer que eles estejam. Como o curso poderia ser acessado de qualquer local com acesso à Internet, inclusive dos próprios smartphones, o acesso era muito fácil.

Por fim, o curso foi baseado na Teoria da Carga Cognitiva (TCG) e a Teoria da Autodeterminação (TAD), dois modelos conceituais que podem ter facilitado e otimizado as experiências de aprendizagem dos alunos e seu desempenho acadêmico^{69,72,73,88,89}.

TCG é relevante para as atividades que envolvem a execução de tarefas, concentrando-se sobre a gestão da memória de trabalho durante a aprendizagem, especialmente através de dois processos principais: construção de esquemas e automação. Neste sentido, três estratégias podem facilitar a aprendizagem: diminuição de carga extrínseca, gerenciamento de carga intrínseca e otimização da carga germânea^{69,72,73}.

Carga extrínseca engloba tudo o que não for essencial para a tarefa e que possa comprometer a construção de esquemas e automação^{69,72,73}.

No departamento de emergência, a ansiedade do aluno, a percepção de estar sendo avaliado durante o atendimento de um paciente (seja pelo professor ou por membro da equipe multiprofissional), fadiga, distrações e a necessidade de lidar com doenças complexas são alguns elementos que podem aumentar a carga extrínseca e 'consumir' recursos de memória de trabalho.⁷⁶

Além disso, o ambiente comumente barulhento e “caótico” pode minar as vias visual e auditiva para a MS, o que pode impedir o aluno de prestar atenção em determinadas informações ou tarefas fundamentais, como por exemplo, a explicação do professor sobre um determinado tema. Com isso, as informações não chegam na MT, o que impedirá a aquisição do aprendizado cognitivo efetivo.

Visando contornar essas dificuldades do mundo real, em nosso curso online os alunos poderiam acessar a plataforma onde quer que quisessem, minimizando as interrupções do aprendizado e o impacto do ambiente no aprendizado (interações de equipe multiprofissional, ambiente caótico). Portanto, o impacto que o ambiente real tem na Carga cognitiva do aluno foi reduzido.

Além dos aspectos da carga extrínseca no mundo real, tentamos minimizar a carga extrínseca também no ambiente online, utilizando estratégias específicas fornecidas pela TCG.^{69,72,73}

Inicialmente, modificamos o Layout do Moodle, permitindo ao aluno localizar as informações com muito mais rapidez e intuição, de forma praticamente automática, reduzindo as unidades de informação alocadas na MT. A utilização do menu Acesso Rápido e a utilização de cores como identificação visual para cada categoria exemplificam isso.

Acreditamos que duas estratégias utilizadas na criação de conteúdo tenham tido maior impacto na redução da carga extrínseca: 1) Na Visita Virtual nós reduzimos a carga extrínseca por convidar alunos para completar um problema clínico em dias sequenciais, tomando as providências que estavam faltando no dia anterior, compatível com a técnica de “atividade para completar”; 2) Para as atividades da Visita Virtual, Decisões Extremas, Desafios de Eletrocardiograma e Desafios Radiológicos, criamos um repositório com os casos antigos, já solucionados, que os alunos poderiam estudar antes de participar do caso novo da semana, em concordância com a técnica “exemplos prévios”.

Também utilizamos estratégias para otimizar a carga intrínseca. Van Merriënboer e Sweller⁷³ consideram abordagens como “simples ao complexo” totalmente em sintonia com a TCG, pois as atividades se iniciam com tarefas mais simples, evoluindo gradualmente sua complexidade. Na categoria Visita Virtual

gerenciamos a carga intrínseca, aumentando gradualmente a quantidade de informações e a complexidade do caso durante a semana. A cada dia os alunos tinham que enfrentar atividades que eram mais complexas quando comparadas com as do dia anterior, e que as complementavam. Foi permitido aos alunos refletir sobre os casos e as tarefas de cada dia durante toda a semana, com ativação do conhecimento prévio e comparação com o que já conheciam, permitindo elaboração de novos esquemas ou melhorias daqueles pré-existentes.

Acreditamos que redução da carga extrínseca e o gerenciamento da carga intrínseca podem explicar por que Visita Virtual foi a categoria mais acessada (44% do tempo logado na plataforma). Essas abordagens proporcionaram a sistematização do raciocínio clínico, estruturação de esquemas, maior aprendizado, ganho de conhecimento e maior confiança.

Finalmente, o esforço mental necessário para o aprendizado deve ser estimulado^{45,46}. Embora a carga germânea ainda seja motivo de muita discussão na literatura, seja eminentemente teórica e de difícil aferição, a maioria dos autores identificam que sua ausência reduz muito a efetividade do aprendizado.^{69,73,74,80} Ao criarmos um curso, algumas estratégias podem se relacionar diretamente com o surgimento da carga germânea. Como exemplo, citamos: 1) o fornecimento de diversas tarefas em diferentes formatos (fóruns de discussão, questionários, lições, hiperlinks); 2) atividades que se correlacionem com as atividades diárias dos alunos (percepção imediata da importância do aprendizado); 3) e, fundamentalmente, estratégias que visem a criação de esquemas e a automação, o que irá permitir o aprendizado profundo e a sistematização do conhecimento.

Inicialmente, considerando os casos da Visita Virtual, foram fornecidos diversos casos, que a partir de uma mesma queixa principal, tinham diferentes desfechos. Isto é diretamente relacionado ao que identificamos no mundo real. Isto pode estar de acordo com o Princípio da Variabilidade, uma estratégia na TCG para aumentar a carga germânea.⁷³ Além disso, os casos nos repositórios estavam distribuídos de forma randômica, ou seja, não havia uma ordem pré-definida, o aluno escolheria os casos que gostaria de ver, sem saber qual era o desfecho do caso, de acordo com o Princípio da Randomização.⁷³

Nós fornecemos esquemas para cada queixa principal (criação de esquemas) que foram repetidos em todos os casos com a mesma queixa principal (automação). Após o curso, 93% dos nossos alunos se sentiram mais preparados para atendimentos de Emergência, especialmente através da sistematização do conhecimento.

Repetição pode tornar os esquemas automáticos. Informação passa a ser então organizada sem sobrecarga excessiva para memória de trabalho^{69,72,73}. Em nosso curso on-line, A categoria Visita Virtual ofereceu 135 casos, discutindo todos os passos que seriam necessários no mundo real. Os esquemas dirigidos para a queixa principal inicial foram repetidos em todos os casos que começaram com a mesma queixa. Dos alunos que responderam ao nosso questionário de satisfação ao término do curso, 66% nomearam Visita Virtual como a atividade que contribuiu mais para o seu aprendizado.

Além disso, motivação e emoção também influenciam a aprendizagem e desempenho.^{69,72,73} Procuramos por estratégias para aumentar a motivação intrínseca dos nossos alunos para aprender Emergência. De acordo com TAD, o processo de internalização (desde a regulação externa do comportamento à auto-regulação) pode melhorar a motivação para a aprendizagem e poderia ser facilitado por suprir três necessidades psicológicas: autonomia, competência e relacionamento com os outros.^{88,89}

Nossos alunos tiveram autonomia para participar no nosso curso, pois não recebiam notas pela participação, que era totalmente voluntária. Eles também estavam livres para selecionar as categorias mais relevantes para eles e formular seus próprios objetivos de aprendizagem. Cada aluno gastou, em média, mais de 70 horas em nossa plataforma, mais do que o dobro do tempo que utilizávamos em nossas aulas presenciais (32 horas), que realizávamos no período noturno anteriormente à introdução do nosso curso online.

Teorias da aprendizagem do adulto freqüentemente destacam a importância da percepção da aplicação prática do conhecimento no processo de aprendizagem.⁷⁰ Como os alunos realizam as atividades em várias categorias, eles compararam novas

informações com o que eles já sabiam, concluía quizzes e recebiam feedback, podiam melhorar sua sensação de competência. Como uma estratégia de “blended learning”, estudantes puderam aplicar os conhecimentos adquiridos on-line em suas atividades reais no dia seguinte, aumentando ainda mais o sentido de competência. Esta ideia tornou-se palpável quando 93% relataram estar mais bem preparados para atendimentos de Emergência.

Os alunos podiam trabalhar de forma colaborativa em problemas através de fóruns compartilhados, interagindo com seus colegas, com exposição de suas dúvidas e dificuldades de forma protegida. Além disso, os professores que criaram o conteúdo do curso no AVA foram os mesmos que orientavam e tutoravam os alunos nas atividades práticas diárias durante o estágio de Emergências Clínicas. Eles foram capazes de demonstrar as aplicações práticas do curso diariamente, aumentando, assim, retenção de conhecimento e aprendizagem dos alunos. Neste sentido, 82% dos alunos se consideraram melhor preparados e mais motivados para participar ativamente das visitas médicas reais.

Embora não planejamos o estudo para efetivamente verificar esse fato, uma de nossas teorias era de que se estimulássemos o raciocínio clínico através de casos clínicos reais, os alunos passariam a participar mais das visitas médicas reais, o que em nossa impressão, efetivamente ocorreu. Incomodava-nos o fato de que muitas vezes os alunos se sentiam constrangidos e até com medo de ser questionado ou de participar das visitas médicas, mas nossa impressão foi de que com a participação no curso, os alunos se tornavam mais confiantes e participaram mais ativamente das visitas médicas reais.

Os alunos mantiveram seu interesse no curso de Emergências Clínicas durante o estágio e muitos meses depois, uma evidência indireta de aumento da motivação. O tempo médio de uso da plataforma foi 5,3 meses, muito maior que os dois meses destinados para o estágio. Como hipótese, os sentidos de autonomia, competência e relacionamento poderiam promover a auto-regulação e a motivação intrínseca para a aprendizagem. Embora alguns alunos inicialmente podem ter participado do curso online preocupado com testes e avaliações (regulação externa do comportamento), eles ganharam conhecimento e se sentiram progressivamente

mais competentes. Houve aumento da motivação intrínseca, e eles se interessaram pela aquisição e produção de conhecimento.

Feedback é uma característica essencial de todas as estratégias educacionais, incluindo cursos online.⁹⁸⁻¹⁰⁰ Nós disponibilizamos feedback para os estudantes imediatamente após suas respostas para questões de múltipla escolha e dentro de 24 horas em fóruns de discussão das Visitas Virtuais. Isso pode ter contribuído para a larga aceitação do curso pelos alunos.

Por fim, o uso mais adequado da linguagem é etapa fundamental. Para um curso ser realmente efetivo, o professor precisa se adaptar à forma de comunicação dos alunos. Neste contexto, acreditamos que é essencial um profissional competente e especialista em comunicação, que possa tornar mais eficiente a comunicação entre aluno e professor. Isto permite a transformação das ideias do professor em mensagens visuais e verbais mais atrativas ao aluno. No nosso curso, tivemos a ajuda deste profissional, que conseguiu realizar modificações efetivas que tornaram nossa comunicação visual e verbal mais eficiente. Como exemplo, as mudanças de layout da nossa plataforma e as postagens das atividades diárias.

Encontramos uma correlação positiva entre participação online (número de horas logadas) e desempenho acadêmico (notas finais na disciplina clínica de emergência). Houve uma correlação positiva entre o número de horas logadas e as notas nos exames, como identificamos que a cada 60 min conectado à nossa plataforma, houve um aumento de 3,3% na chance do estudante estar no melhor quartil de notas. Acreditamos que o aprendizado ajuda a desenvolver um sentimento de confiança que evolui para melhor desempenho. Um estudo semelhante, com base em casos clínicos virtuais não encontrou uma correlação positiva com os exames.²⁷ Outro estudo, na área de administração, identificou uma correlação entre uso de AVA e desempenho acadêmico, havendo destaque para a interação entre os alunos o principal fator determinante para esse resultado.¹⁰²

A literatura mostra como é difícil construir habilidades de comunicação e empatia através de cursos puramente virtuais.^{101,103-105} Encontramos uma fraca correlação entre o número de horas dedicados ao curso on-line e a avaliação de atitudes e comportamentos (AAC) no PS e EEUTI. Estas avaliações avaliam e refletem

não só aspectos médicos cognitivos, mas também atitudes e habilidades de comunicação para com o paciente e sua família.

No **box 1** resumimos aspectos importantes para o desenvolvimento de um curso online de Medicina baseado nestes dois modelos conceituais.

Box 1 – aspectos importantes para o desenvolvimento de um curso on-line com base na TCG e TAD

Desenvolvimento do curso online <i>Baseado em casos reais</i> <i>Formato narrativo</i> <i>Disponibilidade contínua</i> <i>Atualização permanente</i>
Teoria da Carga Cognitiva <i>Construção de esquemas</i> <i>Automação</i> <i>Aumento progressivo da complexidade</i> <i>Redução do impacto do ambiente no aprendizado</i>
Teoria da Autodeterminação <i>Feedback imediato</i> <i>Questões de auto-avaliação</i> <i>Fóruns compartilhados</i> <i>Mesmo tutor no mundo real e no virtual</i> <i>Blended learning</i>

Este trabalho tem algumas limitações. Não havia nenhum grupo de controle para comparar o desempenho acadêmico dos alunos. Nós não usamos uma ferramenta específica para medir a participação dos alunos nas visitas médica reais nem ganho de raciocínio clínico.

Em vez disso, nós medimos as correlações entre os exames cognitivos e OSCE com participação no curso durante o período do estágio.

Esta é uma medida indireta que deve ser considerada com cautela, já que definitivamente não podemos provar uma relação causal entre desempenho e aprendizagem on-line.

Além disso, alunos dos anos letivos, 2013 e 2014 forneceram dados relacionados à participação em nosso curso, que foram utilizados para as correlações com o desempenho acadêmico. Foram esses alunos que proveram as respostas para o questionário de satisfação. Já os alunos do ano letivo 2015, submetidos ao mesmo curso, responderam um questionário para medir a carga cognitiva e motivação relacionadas ao nosso curso.

Esse trabalho e seus resultados nos forneceram diversas reflexões e perspectivas futuras.

Seria muito importante tentar correlacionar não apenas a quantidade de participação e acessos à plataforma, mas também a qualidade do acesso e correlacionar com o desempenho acadêmico do aluno, ou seja, identificar quais atividades e quais formatos foram os que propiciaram os melhores resultados.

Percebemos que embora os alunos tenham acessado intensamente a plataforma, o número de postagens foi inferior ao número de acessos. Embora tenhamos avaliado o número absoluto de postagens dos alunos, não avaliamos as respostas de forma qualitativa. Analisar se a qualidade e a quantidade de respostas dos alunos podem ter impacto no desempenho acadêmico pode nos fazer estimular mais a participação dos alunos (em postar suas respostas), caso o impacto seja positivo.

Também seria fundamental o desenvolvimento de escalas específicas que avaliassem os subtipos de carga cognitiva, fazendo avaliações múltiplas e seriadas durante a toda a participação no curso. Isto nos permitiria avaliar se o ganho de experiência e de conhecimentos afeta de forma decisiva cada subtipo de carga cognitiva e a motivação para a participação no curso, o que poderia nos levar a moldar o curso a depender da fase de desenvolvimento do aluno.

CONCLUSÃO

Estratégias didáticas que usem metodologias ativas de ensino, sejam baseadas em casos reais e permitam interação entre os alunos e destes com os professores são eficazes para o Ensino de Emergência, sendo uma atividade complementar às atividades presenciais de uma Disciplina fundamentalmente prática.

A Teoria da Carga Cognitiva fornece um modelo conceitual que auxilia no manejo da carga cognitiva. Neste contexto, estratégias didáticas devem visar à diminuição de carga cognitiva extrínseca, o gerenciamento de carga intrínseca e a otimização da carga germânea.

Além de utilizar estratégias didáticas indicadas pela TCG, como “atividades para completar” e “exemplos prévios”, a redução da carga extrínseca é obtida ao minimizar o impacto do ambiente no aprendizado, o que permite a separação dos desafios cognitivos dos comportamentais.

Permitir ao aluno vivenciar um grande número de casos reais, refletir por um longo período, e tomar decisões com aumento progressivo de complexidade, é passo fundamental para o gerenciamento da carga intrínseca.

Repetição de casos com a mesma queixa principal e a criação de esquemas permite a automação das informações e conexões coerentes com prévios conhecimento que podem ser alocadas na memória de longa duração. Isto permite a otimização da carga germânea.

A criação de um Curso de Ensino Virtual de Emergências Clínicas utilizando um ambiente virtual de aprendizado e baseado na TCG pode ser portanto uma excelente forma de enfrentar os desafios do ensino de Emergência.

Além da preocupação com a carga cognitiva, é fundamental o aumento da motivação para participação do curso online, que pode ser obtida quando respeitamos as necessidades de autonomia, competência e vínculo.

Cursos com participação voluntária, no qual os alunos podem decidir o conteúdo que irão acessar, e no momento que escolherem, sustentam a sensação de autonomia.

Feedback imediato, utilização de questões de múltipla escolha e a aplicação imediata do conhecimento no ambiente presencial são importantes para a sensação de competência.

A presença do mesmo tutor nos “mundos real e virtual” e a utilização de fóruns compartilhados por alunos e professores garantem a sensação de relacionamento, de vínculo.

Assim, um curso online, inspirado em pacientes reais e construído em um formato narrativo que recria todos os estágios de cuidados de emergência, e que é baseado nas TCG e TAD, pode ser uma forma eficaz para proporcionar aos alunos uma base teórica em medicina de emergência, e aumentar o interesse dos alunos em seu aprendizado por um tempo além daquele alocado ao estágio específico. O curso online também pode promover a confiança necessária para ajustar o processo de aprendizagem de suas experiências reais no pronto-socorro.

Isto pode se refletir de forma positiva no desempenho acadêmico dos alunos e no interesse para educação continuada em Emergência.

São necessários mais estudos que avaliem a carga cognitiva e principalmente seus subtipos, analisando especialmente como cada um se relaciona com outras teorias do aprendizado, para que possamos extrair o máximo destes importantes modelos conceituais, TCG e TAD.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil 1988**. Seção II – Da Saúde. Artigo 196. Presidência da República.
2. Brasil. **Portaria GM/MS n. 2048, de 5 de novembro de 2002**. Urgências e Emergências. Introdução. Ministério da Saúde.
3. Ruggeri K, Farrington C, Brayne C. **A global model for effective use and evaluation of e-learning in health**. *Telemed J E Health* 2013; 19(4): 312-21.
4. Thomas TL. **Developing and implementing emergency medicine programs globally**. *Emerg Med Clin North Am* 2005; Feb 23(1):177-97.
5. Abramede. **Programa de Residência em Medicina de Emergência**. Abramede. In: <http://www.abramede.com.br>.
6. Courtney DM, Neumar RW, Venkatesh AK, Kaji AH, Cairns CB, Lavonas E, et al. **Unique characteristics of emergency care research: scope, populations, and infrastructure**. *Acad Emerg Med* 2009; Oct 16(10):990-4.
7. Neumar RW. **The Zerhouni challenge: defining the fundamental hypothesis of emergency care research**. *Ann Emerg Med* 2007; May 49(5):696-7.
8. Wald DA, Lin M, Manthey DE, Rogers RL, Zun LS, Christopher T. **Emergency Medicine in the Medical School curriculum**. *Acad Emerg Med* 2010; 17: 26-30.
9. Fessler HE. **Undergraduate medical education in critical care**. *Crit Care Med* 2012; 40(11): 3065-69.
10. Frankel HL, Rogers PL, Gandhi RR et al. **What is taught, what is tested: Findings and competency-based recommendations of the Undergraduate Medical Education Committee of the Society of Critical Care Medicine**. *Crit Care Med* 2004; 32: 1949-56.
11. Zink BJ. **Anyone, anything, anytime - a history of emergency medicine**. 1st ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2006.
12. Razzak JA, Kellerman AL. **Emergency medical care in developing countries: is it worthwhile?** *Bulletin of the World Health Organization* 2002; 80(11):900-5.
13. Kirsch TD. **Emergency medicine around the world**. *Ann Emerg Med* 1999; 32(2):237-8.

14. Brasil. **Lei N.12.871 de 22 de outubro de 2013.** Institui o Programa Mais Médicos, altera as leis n 8.745 de 9 de dezembro de 1993, e n. 6.932 de 7 de julho de 1981.
15. Chudgar SM, Cox CE, Que LG et al. **Current teaching and evaluation methods in critical care medicine: Has the Accreditation Council for Graduate Medical Education affected how we practice and teach in the intensive care unit?** *Crit Care Med* 2009; 39: 49-60.
16. Tews MC, Hamilton GC. **Integrating Emergency Medicine Principles and Experience Throughout the Medical School Curriculum: Why and How.** *Acad Emerg Med* 2011; 18: 1072-1080.
17. Brazil V. **Past and future of emergency medicine education and training.** *Emerg Med Australas* 2014; 26: 69-71.
18. Ende J. **What if Osler were one of us: impatient teaching today.** *JGIM* 1997;12(suppl 2): s41-s48.
19. Ramani S, Leister S. **AMEE Guide no. 34: Teaching in the clinical environment.** *Med Teach* 2008; 30: 347-364.
20. Spencer J. **Learning and teaching in the clinical environment.** *Br Med J* 2003; 326: 591–594.
21. Ward EC, Kwan J, Garlan K, Bassett E, Klein L. **‘To teach or not to teach?’ Factors that motivate and constrain Australian emergency medicine physicians to teach medical students.** *Emerg Med Australas* 2013; 25: 353–358.
22. Coates WC. **An Educator’s Guide to Teaching Emergency Medicine to Medical Students.** *Acad Emerg Med* 2004; 11(3): 300-306.
23. Ruiz JG, Mintzer MJ, Leipzig RM. **The impact of e-learning in medical education.** *Acad Med* 2006; 81: 207-12.
24. Myers JD, Didwania A, Shah C et al. **E-learning the new frontier: a report from the APDIM e-learning task force.** *Am J Med* 2012; 125(12): 1234-37.
25. Gormley GJ, Collins K, Boohan M et al. **Is there a place for e-learning in clinical skills? A survey of undergraduate medical students’ experiences and attitudes.** *Med Teach* 2009; 31(2): 6-12
26. Frehywot S, Vovides Y, Talib Z et al. **E-learning in medical education in resource constrained low- and middle- income countries.** *Hum Resour Health* 2013; 11(1): 4.

27. Asarbakhsh M, Sanders DJ. **E-learning: the essential usability perspective.** *Clin Teach* 2013; 10: 47-50.
28. Abendroth M, Harendza S, Riemer M. **Clinical decision making: a pilot e-learning study.** *Clin Teach* 2013; 10: 51-55.
29. Boulos NMK, Maramba I, Wheeler S. **Wikis, blogs and podcasts: a new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education.** *BMC Med Educ* 2006; 6: 41.
30. Chumley-Jones HS, Dobbie A, Alford CL. **Web-based learning: sound education method or hype? A review of the evaluation literature.** *Acad Med* 2002; 77(10): s86-s93.
31. Kleinpell R, Ely EW, Williams G et al. **Web-based resources for critical care education.** *Crit Care Med* 2011; 39(3): 541-53.
32. Sisson SD, Hill-Briggs S, Levine D. **How to improve medical education website design.** *BMC Med Educ* 2010; 10: 30.
33. Cook DA. **Where are we with web-based learning in medical education?** *Med Teach* 2006; 28(7): 594-598.
34. Mallin M, Schlein S, Doctor S, Stroud S, Dawson M, Fix M. **A Survey of the Current Utilization of Asynchronous Education Among Emergency Medicine Residents in the United States.** *Acad Med* 2014; 89(4): 598-601.
35. Jwayyed S, Stiffler KA, Wilber ST et al. **Technology-assisted education in graduate medical education: a review of the literature.** *Int J Emerg Med* 2011; 4: 1-13.
36. Cook DA, Levinson AJ, Garside S. **Time and learning efficiency in Internet-based learning: a systematic review and meta analysis.** *Adv in Health Sci Educ* 2010; 15: 755–70.
37. Farrell SE, Coates WC, Khun GJ et al. **Highlights in Emergency Medical Education Research: 2008.** *Acad Emerg Med* 2009; 16: 1318-24.
38. Herbert M, Bright A, Jhun P, James D. **Brave new world of emergency medicine education.** *Emerg Med Australas* 2014; 26: 84-88.
39. Thoma B, Joshi N, Trueger NS, Chan TM, Lin M. **Five Strategies to effectively use online resources in Emergency Medicine.** *Ann Emerg Med* 2014; 64: 392-395.

40. Fletcher J. **Effectiveness and cost of interactive video disk instruction in defense training and education** Alexandria, VA: Institute for Defense Analysis, 1990.
41. Sandars J, Schroter S. **Web 2.0 technologies for undergraduate and postgraduate medical education: an online survey.** *Postgrad Med J* 2007; 83: 759-62.
42. Codogan M, Thoma B, Chan TM, Lin M. **Free Open Access Meducation (FOAM): the rise of emergency medicine and critical care blogs and podcasts (2002–2013).** *Emerg Med J* 2016; 31: 76-77.
43. Gardois P, Colombit N, Grillo G et al. **Implementation of Web 2.0 services in academic, medical and research libraries: a scoping review.** *Health Info Libr J* 2012;29(2):90-109.
44. Brasil. **Decreto número 5622, de 19 de dezembro de 2005.** Regulamenta o artigo 80 da lei número 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Casa Civil – Presidência da República.
45. Campbell M, Gibson W, Hall A, Richards D, Callery P. **Online vs. face-to-face discussion in a web-based research methods course for postgraduate nursing students: A quasi-experimental study.** *Int J Nurs Studies* 2008; 45: 750-759.
46. Cantrell SW, O’Leary P, Ward KS. **Strategies for success in online learning.** *Nurs Clin N Am* 2008; 43: 547-555.
47. Kemp N, Grieve R. Face to face o face to screen? **Undergraduates’ opinions and test performance in classroom vs. online learning.** *Front Psych* 2014; 5: 1-11.
48. Wolbrink TA, Burns JP. **Internet-Based Learning and Applications for Critical Care Medicine.** *J Intensive Care Med* 2012; 27: 322-332.
49. Grunwald T, Corsbey-Massay C. **Guidelines for Cognitively Efficient Multimedia Learning Tools: Educational Strategies, Cognitive Load, and Interface Design.** *Acad Med* 2006; 81: 213-223.
50. Seixas CA, Mendes IAC, de Godoy S et al. **Virtual learning environment: script structure of na online course.** *Rev Bras Enferm* 2012; 65(4): 660-6.
51. Mariani AW, Terra RM, Pego-Fernandes PM. **E-learning: from useful to indispensable tool.** *Sao Paulo Med J* 2012; 130(6): 357-9.

52. Dinh M, Tan T, Bein K et al. **Emergency department knowledge management in the age of Web 2.0: evaluation of a new concept.** *Emerg Med Australas* 2011; 23: 46-53.
53. McKimm J, Jollie C, Cantillon P. **Web based learning.** *BMJ* 2003; 326: 870-73.
54. Silva CS, Souza MB, Silva Filho RS et al. **E-learning program for medical students in dermatology.** *Clinics* 2011; 66(4): 619-22.
55. Carley S, Mackway-Jones. **Developing a virtual learning course in emergency medicine for F2 doctors.** *Emerg Med J* 2007; 24: 525-28.
56. Cook DA, Dupras DM. **A practical guide to developing effective Web-based learning.** *J Gen Intern Med* 2004; 19: 698-707.
57. Wong G, Greenhalgh T, Pawson R. **Internet-based medical education: a realist review of what works, for whom and in what circumstances.** *BMC Med Educ* 2010; 10: 1-10.
58. Pormand A, Lucas R, Nouraie M. **Asynchronous Web-Based Learning, a Practical Method to Enhance Teaching in Emergency Medicine.** *Telemed E-Health* 2013; 19(3): 169-172;
59. Susana O, Juanjo M, Eva T, Ana I. **Improving graduate student's learning through the use of Moodle.** *Acad J* 2015; 10(5): 604-614.
60. Cook DA, Thompson WG, Thomas KG et al. **Impact of self-assessment questions and learning styles in Web-based learning: a randomized, controlled, crossover trial.** *Acad Med* 2006; 81: 231-38.
61. Johnson CE, Hurtubise LC, Castrop J et al. **Learning management systems: technology to measure the medical knowledge competency for ACGME.** *Med Educ* 2004; 38: 599-608.
62. Scherl A, Dethleffsen K, Meyer M. **Interactive knowledge networks for interdisciplinary course navigation within Moodle.** *Advan in Physiol Edu* 2012; 36: 284-97.
63. Roe D, Carley S, Sherratt C. **Potential and limitations of e-learning in emergency medicine.** *Emerg Med J* 2010; 27: 100-104.
64. Papa FJ, Aldrich D, Schumacker RE. **The effects of immediate online feedback upon diagnostic performance.** *Acad Med* 1999; 74(10): s16-s18.

65. Jones R, Higgs R, de Angelis C et al. **Changing face of medical curricula.** *Lancet* 2001; 357: 699-703.
66. Lau KHV. **Computer-based teaching module design: principles derived from learning theories.** *Med Educ* 2014; 48: 247-254.
67. Putzer GJ, Park Y. **Are Physicians Likely to Adopt Emerging Mobile Technologies? Attitudes and Innovation Factors Affecting Smartphone Use in the Southeastern United States.** *Perspect Health Inf Manag* 2012; 9: 1-22.
68. Bordage G. **Conceptual frameworks to illuminate and magnify.** *Med Educ* 2009; 43: 312-319.
69. Young JQ, van Marrienboer J, Durning S, Ten Cate O. **AMEE Guide no. 86: Cognitive Load Theory: implications for medical education.** *Med Teach* 2014; 36(5): 371-384.
70. Taylor DCM, Hamdy H. **Adult learning theories: implications for learning and teaching in medical education: AMEE guide n. 83.** *Med Teach.* 2013;35: e1561-e1572.
71. Williams GC, Saizow RB, Ryan RM. **The importance of self determination theory for medical education.** *Acad Med* 1999; 74: 992–995.
72. Sweller J. **Cognitive Load during problem solving: effects on learning.** *Cogn Sci* 1988; 12(2): 257-285.
73. van Marrienboer JJG, Sweller J. **Cognitive Load Theory in health professional education: design principles and strategies.** *Med Educ* 2010;44: 85-93.
74. Leppink J, van den Heuvel A. **The evolution of cognitive load theory and its application to medical education.** *Perspect Med Educ* 2015; 4: 119-127.
75. Pass F, Tuovinen JE, Tabbers H, Van Gerven PWM. **Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory.** *Educ Psychol* 2003; 38(1): 63-71.
76. Young JQ, Sewell JL. **Applying cognitive load theory to medical education: construct and measurement challenges.** *Perspect Med Educ* 2015; 4: 107–109.
77. Brunken R, Plass JL, Leutner D. **Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning.** *Educ Psychol* 2003; 38(1): 53-61.

78. DeLeew KE, Mayer RE. **A Comparison of Three Measures of Cognitive Load: Evidence for Separable Measures of Intrinsic, Extraneous, and Germane Load.** *J Educ Psychol* 2008; 100(1): 223-234.
79. Mayer RE. **Applying the science of learning to medical education.** *Med Educ* 2010; 44: 543-549.
80. de Jong T. **Cognitive load theory, educational research, and instructional design: some food for thought.** *Instr Sci* 2010;38: 105–134.
81. Paas F. **Training strategies for attaining transfer of problem solving skills in statistics: a cognitive load approach.** *J Educ Psychol* 1992; 84: 429–34.
82. Hart SG, Staveland LE. **Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research.**
83. Naismith LM, Cheung JJH, Ringsted C, Cavalcanti RB. **Limitations of subjective cognitive load measures in simulation-based procedural training.** *Med Educ* 2015; 49:805-814.
84. Haji FA, Rojas D, Childs R, de Ribaupierre D, Dubrowski A. **Measuring cognitive load: performance, mental effort and simulation task complexity.** *Med Educ* 2015; 49: 815-827.
85. Leppink J, Pass F, Van der Vleuten CPM, van Gog T, van Merriënboer JJG. **Development of an instrument for measuring different types of cognitive load.** *Behav Res* 2013; 45: 1058-1072.
86. Kusrkar RA, Croiset G. **Autonomy support for autonomous motivation in medical education.** *Med Educ Online* 2015; 20: 27951.
87. Orsini C, Evans P, Jerez O. **How to encourage intrinsic motivation in the clinical teaching environment? a systematic review from the self-determination theory.** *J Educ Eval Health Prof* 2015; 12: 8.
88. Ryan, RM, Deci EL. **Self-Determination Theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being.** *Am Psychol* 2000; 55(1): 68-78.
89. Ten Cate J, Kusrkar RA, Williams GC. **AMEE Guide no.59: How Self-determination Theory can assist our understanding of the teaching and learning process in medical education.** *Med Teach* 2011; 33: 961-973.

90. Lyness JM, Lurie SJ, Ward DS, Mooney CJ, Lambert DR. **Engaging students and faculty: implications of self-determination theory for teachers and leaders in academic medicine.** *BMC Med Educ* 2013; 13: 1-7.
91. ten Cate OTJ. **Why receiving feedback collides with self determination.** *Adv in Health Sci Educ* 2013; 18: 845-849.
92. Springer JB. **“I am very, very proud of myself”: improving youth activity levels using self-determination theory in program development.** *Frontiers in Public Health* 2014; 1(46): 1-9.
93. Friederichs SAH, Bolman C, Oenema A, Lechner L. **Profiling physical activity motivation based on self-determination theory: a cluster analysis approach.** *BMC Psychol* 2015; 3:1.
94. Dubin R, Taveggia TC. 1968. **The teaching learning paradox. A comparative analysis of college teaching methods.** Eugene OR: Center of Advanced Study of Educational Administration University of Oregon.
95. Albanese M. Problem-based learning: **Why curricula are likely to show little effect on knowledge and clinical skills.** *Med Educ* 2000; 34: 729–738.
96. Ellaway R, Masters K. **AMEE Guide 32: e-learning in medical education. Part 1: learning, teaching and assessment.** *Med Teach* 2008; 30: 455-473.
97. Pander T, Pinilla S, Dimitriadis K, Fischer MR. **The use of Facebook in medical education – A literature review.** *GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung* 2014, Vol. 31(3), ISSN 1860-3572.
98. Brunskill D. **Social media, social avatars and the psyche: is Facebook good for us?** *Australas Psychiatry* 2013; 21: 527-532.
99. Smith PSW, Wigmore SJ, Paisley A, Lamb P, Richards JMJ, Robson AJ, et al. **Distance Learning Improves Attainment of Professional Milestones in the Early Years of Surgical Training.** *Ann Surg* 2013;258: 838-843.
100. Deladisma AM, Cohen M, Stevens A, Wagner P, Lok B, Bernard T. **Do medical students respond empathetically to a virtual patient?** *Am J Surg* 2007;193: 756-760.
101. Davis J, Graff M. **Performance in e-learning: online participation and students grades.** *Br J Educ Tech* 2005; 36(4): 657-663.

102. Cook DA, Triola MM. **Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps.** *Med Educ* 2009;43: 303-311.
103. Consorti F, Mancuso R, Nocioni M, Picollo A. **Efficacy of virtual patients in medical education: a meta-analysis of randomized studies.** *Comp Educ* 2012; 59: 1001-1008.
104. Wilson JL. **A qualitative study of postgraduate students' perceptions of virtual patients in emergency medicine tutorials.** *Int J Med Educ* 2012; 3: 115-123.
105. Ellaway RH. **Virtual patients as activities: exploring the research implications of an activity theoretical stance.** *Perspect Med Educ* 2014; 3(4): 266-277.

ANEXO 1 – AVALIAÇÃO DE ATITUDES E COMPORTAMENTOS

ANEXO 1A – Avaliação de atitudes e comportamentos no Pronto Socorro

Avaliação de habilidades, atitudes e comportamentos

Sala de emergência



	Nome		
	RA		Turma
	Data		

1. Disponibilidade para aprender

1	2	3	4	5	6	7	8	9
pouca disponibilidade			regular			disponível		
Desatento à discussão, preocupado apenas em passar para o próximo caso.			Atento à discussão, porém pouco participativo, faz poucas perguntas.			Interessado, atento, sempre perguntando sobre o assunto em questão e outros assuntos, relacionados ou não, muito participativo.		

2. História clínica

1	2	3	4	5	6	7	8	9
incompleta			parcial			completa		
História clínica incompleta, com dados insuficientes ou inconsistentes com aqueles obtidos junto ao paciente, prejudicando a elaboração de hipóteses diagnósticas e do plano terapêutico.			História clínica incompleta, porém com dados objetivos suficientes para elaborar hipóteses diagnósticas e esboçar o plano terapêutico.			História clínica completa e consistente, contemplando inclusive a interação doente-doença, e permitindo a elaboração de hipótese principal, diagnóstico diferencial e plano terapêutico.		

3. Exame físico

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			incompleto			bom		
Exame físico incompleto ou não realizado, insuficiente para testar as hipóteses formuladas ou desconectado do raciocínio realizado durante a história.			Exame físico completo, porém desconectado do raciocínio realizado durante a história.			Exame físico completo, relacionado às hipóteses levantadas e eficiente no teste do raciocínio clínico realizado.		

4. Raciocínio clínico

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			bom		
Passividade na discussão do caso, raramente levanta hipóteses diagnósticas.			Não demonstra que elaborou o diagnóstico durante o atendimento, raciocina apenas quando solicitado, ou não apresenta alternativas diagnósticas.			Levanta hipóteses ativamente, busca alternativas, e propõe métodos para diferenciação, mostrando ter elaborado o diagnóstico durante o atendimento, independente da discussão com o preceptor.		

5. Plano terapêutico

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			bom		
Não faz propostas de tratamento ou não parece preocupado com isso; não considera a realidade do paciente e sua possibilidade de executar o plano formulado.			Pouca iniciativa, faz propostas apenas quando solicitado; quando as faz, pouco considera a realidade do paciente e sua possibilidade de executar o plano formulado.			Faz propostas ativamente, compara suas propostas com as do preceptor, estando sempre preocupado em avaliar se o paciente poderá ou será capaz de executar o plano formulado.		

Avaliação de habilidades, atitudes e comportamentos

Sala de emergência



6. Profissionalismo: relação médico-paciente e empatia

1	2	3	4	5	6	7	8	9
indiferente			passivo			empático		
Impaciente, com dificuldade para ouvir e acolher os pacientes; queixando-se todo o tempo da sobrecarga de trabalho e pouco disponível para o paciente.			Ouve e acolhe o paciente, mas mantém-se passivo em relação ao que pode ser feito para melhorar a situação.			Ouve e acolhe o paciente, mostra que compreendeu seus sentimentos; é propositivo ao perceber situações de sofrimento e desconforto.		

7. Profissionalismo: relação com a equipe de saúde

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			boa		
Indisponível, não demonstra respeito pela equipe; não compreende a importância da abordagem multiprofissional.			Respeita a equipe, mas não consegue interagir para criar soluções para o seu paciente, parecendo não compreender as vantagens do trabalho multiprofissional.			Respeita equipe, sabe receber e elaborar propostas; está preparado para o trabalho em uma equipe multiprofissional.		

8. Profissionalismo: relação com a equipe médica

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			boa		
Não demonstra respeito pelos colegas, demonstrando atitude por vezes cínica e prepotente.			Sabe escutar, mas nem sempre ouve o que está sendo dito, e eventualmente cria situações de embate desnecessárias.			Ouve os colegas, e demonstra grande habilidade para resolver conflitos, antecipando crises desnecessárias.		

9. Atitude geral

1	2	3	4	5	6	7	8	9
desinteressado			envolvido			engajado		
Aluno desinteressado, pouco preocupado em aprender ou participar o serviço, claramente ainda não se apropriou da profissão.			Aluno interessado, mas se atém ao mínimo, tanto em relação ao aprendizado, quanto em relação a participação ativa no serviço, ainda não se apropriou da profissão, mas está no caminho.			Aluno interessado, participativo, motivado para aprender, entendeu a profissão médica e está à vontade no papel, respeita e acolhe pacientes e equipe.		

10. Comentários gerais sobre o aluno

11. Pontuação total do aluno

ANEXO 1B – Avaliação de atitudes e comportamentos na Enfermaria de Emergência e Unidade de Terapia Intensiva

Avaliação de habilidades, atitudes e comportamentos

Enfermaria de retaguarda e UTI



	Nome		
	RA	Turma	
	Data		

1. Disponibilidade para aprender

1	2	3	4	5	6	7	8	9
pouca disponibilidade			regular			disponível		
Desatento à discussão, preocupado apenas em passar para o próximo caso.			Atento à discussão, porém pouco participativo, faz poucas perguntas.			Interessado, atento, sempre perguntando sobre o assunto em questão e outros assuntos, relacionados ou não, muito participativo.		

2. Visita médica - passagem do caso

1	2	3	4	5	6	7	8	9
desinteressado			interesse superficial			interessado		
Não entende a situação clínica do paciente e não demonstra preocupação com isso. Parece ansioso pelo término das atividades.			Entende parcialmente o que está acontecendo, mas não demonstra interesse em se apropriar do problema enfrentado pelo seu paciente.			Entende o caso, elabora diagnósticos sintomáticos da entrada, participa do diagnóstico diferencial e se envolve no plano terapêutico.		

3. Visita médica - evolução

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			boa		
Está apenas "canetando" na pasta, pouco mobilizado para entender e registrar o que realmente acontece com o seu paciente.			Evolui o paciente, tenta acompanhar o que está acontecendo, mas não participa ativamente das atividades da enfermaria.			Evolui o paciente, participa das decisões clínicas e dos momentos junto ao paciente e sua família, e acompanha a condução do caso e suas intercorrências ao longo do dia.		

4. Raciocínio clínico

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			bom		
Passividade na discussão do caso, raramente levanta hipóteses diagnósticas.			Não demonstra que elaborou o diagnóstico durante o atendimento, raciocina apenas quando solicitado, ou não apresenta alternativas diagnósticas.			Levanta hipóteses ativamente, busca alternativas, e propõe métodos para diferenciação, mostrando ter elaborado o diagnóstico durante o atendimento, independente da discussão com o preceptor.		

5. Reunião de caso clínico

1	2	3	4	5	6	7	8	9
indiferente			passivo			participativo		
Pouco participativo, não faz perguntas e não as responde mesmo quando solicitado. Não demonstra interesse na atividade.			Participa da reunião somente quando solicitado, e não parece mobilizado para entender e ajudar a resolver o caso.			Participa ativamente da reunião, contribuindo com perguntas e observações. Demonstra grande interesse para aprender e colaborar com o caso.		

Avaliação de habilidades, atitudes e comportamentos

Enfermaria de retaguarda e UTI



6. Reunião de ética - clínica

1	2	3	4	5	6	7	8	9
indiferente			passivo			participativo		
Pouco participativo, não faz perguntas e não as responde mesmo quando solicitado. Não demonstra interesse na atividade.			Participa da reunião somente quando solicitado, e não parece mobilizado para entender e ajudar a resolver o caso.			Participa ativamente da reunião, contribuindo com perguntas e observações. Demonstra grande interesse para aprender e colaborar com o caso.		

7. Organização do prontuário

1	2	3	4	5	6	7	8	9
desorganizado			regular			organizado		
Prontuário desorganizado, com folhas soltas e evolução desconectada da visita médica.			Prontuário organizado, mas com evolução desconectada da visita médica.			Prontuário organizado e evolução conectada com a visita médica; contempla as mudanças clínicas do paciente, o raciocínio clínico realizado e o plano terapêutico elaborado.		

8. Profissionalismo: relação médico-paciente e família

1	2	3	4	5	6	7	8	9
indiferente			passivo			engajado		
Não participa das conversas com o paciente e sua família, e não parece preocupado com isso.			Participa passivamente das conversas com o paciente e sua família, mas é capaz de relatar e interpretar a realidade dessas pessoas.			Participa ativamente das conversas com o paciente e sua família, envolvendo-se na dinâmica destas relações, sempre com atitudes propositivas.		

9. Profissionalismo: relação com a equipe de saúde

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			boa		
Indisponível, não demonstra respeito pela equipe; não compreende a importância da abordagem multiprofissional.			Respeita a equipe, mas não consegue interagir para criar soluções para o seu paciente, parecendo não compreender as vantagens do trabalho multiprofissional.			Respeita equipe, sabe receber e elaborar propostas; está preparado para o trabalho em uma equipe multiprofissional.		

10. Profissionalismo: relação com a equipe médica

1	2	3	4	5	6	7	8	9
insuficiente			regular			boa		
Não demonstra respeito pelos colegas, demonstrando atitude por vezes cínica e prepotente.			Sabe escutar, mas nem sempre ouve o que está sendo dito, e eventualmente cria situações de embate desnecessárias.			Ouve os colegas, e demonstra grande habilidade para resolver conflitos, antecipando crises desnecessárias.		

11. Atitude geral

1	2	3	4	5	6	7	8	9
desinteressado			envolvido			engajado		
Aluno desinteressado, pouco preocupado em aprender ou participar o serviço, claramente ainda não se apropriou da profissão.			Aluno interessado, mas se atém ao mínimo, tanto em relação ao aprendizado, quanto em relação a participação ativa no serviço, ainda não se apropriou da profissão, mas está no caminho.			Aluno interessado, participativo, motivado para aprender, entendeu a profissão médica e está à vontade no papel, respeita e acolhe pacientes e equipe.		

12. Comentários gerais sobre o aluno

13. Pontuação total do aluno

ANEXO 2 – Escala CARE – Avaliação dos Pacientes

Favor qualificar as afirmações abaixo em relação à consulta de hoje:					
Como foi o médico ao:	Péssimo	Ruim	Bom	Muito bom	Excelente
Deixar você a vontade (Sendo amigável e carinhoso, tratando você com respeito, sem frieza ou rispidez)					
Deixar você contar sua história? (Dando-lhe tempo para descrever sua doença com suas próprias palavras, sem lhe interromper ou desviar o assunto)					
Realmente ouvir? (Prestando atenção às suas palavras, sem olhar anotações enquanto você falava)					
Estar interessado em você? (Perguntando ou sabendo de detalhes importantes sobre a sua vida, sua situação, sem lhe tratar como apenas mais um)					
Entender suas preocupações? (Comunicando que entendeu corretamente suas preocupações, sem ignorar ou desvalorizar nada)					
Demonstrar carinho e compaixão? (Parecendo genuinamente preocupado, conectando-se a você de forma humana, sem parecer indiferente ou desapegado)					
Ser positivo? (Tendo uma abordagem propositiva e uma atitude positiva; sendo honesto, mas não negativo em relação aos seus problemas)					
Explicar as coisas claramente? (Respondendo completamente suas questões; explicando claramente, dando a você informações adequadas, sem ser vago)					
Ajudar você a tomar o controle? (Explorando com você o que você pode fazer para melhorar sua saúde; encorajando você sem parecer que está lhe dando uma aula)					
Fazer um plano de ação com você? (Discutindo as opções, envolvendo-lhe nas decisões exatamente o quanto você quer ser envolvido, sem ignorar seus pontos de vista)					

ANEXO 3 – Carta convite para participação no curso

ENSINO VIRTUAL – EMERGÊNCIAS CLÍNICAS

Convite aos alunos de Medicina da Unicamp (Sexto Ano)

APRESENTAÇÃO

Meu nome é Tiago de Araujo Guerra Grangeia. Sou médico assistente vinculado à Faculdade de Ciências Médicas, e sou membro integrante da Disciplina de Emergências Clínicas (MD 136) da Unicamp. Sou da turma 35 da Unicamp, formado em 2002, fiz residência em Clínica Médica e depois em Pneumologia, com término em 2007.

Sob orientação do Prof. Dr. Marco Antonio de Carvalho Filho, docente da disciplina MD 136, foi desenvolvida em conjunto com a Comissão de Ensino a Distância da Unicamp um curso de ensino virtual para nossa disciplina. Para tanto, utilizaremos uma plataforma de ensino virtual conhecida como Moodle. É nosso objetivo fornecer a aos alunos de Medicina da Unicamp uma nova opção para obtenção de conhecimento relacionado a área específica de Emergências Clínicas, disciplina da área de Clínica Médica.

MODO DE USO

Para facilitar o acesso a esta área de ensino virtual (Moodle) utilizaremos uma página na Internet, que será diariamente atualizado com os links que guiarão o aluno para os assuntos específicos do Moodle. Ao clicar no link específico, o aluno será dirigido para o Moodle, diretamente no assunto selecionado. Assim, para que o aluno tenha acesso às informações do Moodle, poderá acessar a página do blog, verificar as atualizações e clicar no link desejado, nas categorias que estarão disponíveis.

COMO SE INSCREVER?

Para que o aluno tenha acesso ao conteúdo de ensino virtual do Moodle, deverá ser feita uma inscrição no site <http://www.ggte.unicamp.br/moodle/>, onde deverá ser selecionada a disciplina MD 136 – Emergências Clínicas, na categoria FCM.

Todos os alunos estão cadastrados no sistema, pela Diretoria Acadêmica.

Contudo, todo aluno deve fazer login uma vez para poder ser inscrito em uma área de ensino.

No campo username, coloque apenas o número do RA.

No campo senha, coloque sua senha da Diretoria Acadêmica

Se você tiver problemas com este procedimento, faça o cadastramento manual, disponível na mesma página.

O aluno não terá acesso imediato ao conteúdo do Moodle, pois deverá aguardar a autorização do administrador do Moodle MD 136. No momento em que colocarem o RA e a senha da DAC, aparecerá uma mensagem: "você não pode se matricular neste curso", pois é um curso que necessita de autorização para poder ser visualizado. Aguardem por minha autorização, que será realizada na semana anterior ao início do sexto ano letivo. Qualquer dúvida entrem em contato comigo, pessoalmente ou por e-mail, os contatos estão no final desta carta.

CONTEÚDOS PROGRAMADOS

No curso serão realizadas atualizações diárias. Colocar-se-ão os links para os assuntos atualizados de cada categoria do Moodle. Também se disponibilizará informações sobre artigos de relevância em Revistas Médicas e serão fornecidos links para páginas que consideramos importantes, nas diversas categorias.

As categorias que serão disponibilizadas são:

VISITA VIRTUAL -> toda semana discutiremos 1 caso clínico. Na segunda feira, serão fornecidas informações iniciais do caso e serão feitas perguntas abertas sobre o caso. Nos dias seguintes (terça, quarta e quinta) será fornecida a resposta a pergunta do dia anterior, fornecidas novas informações sobre o caso e feitas novas perguntas. Na sexta-feira o caso será concluído. Assim, cada caso será discutido em 5 partes, 1 parte por dia, com atualização diária.

QUIZ DA EMERGÊNCIA -> toda semana será fornecido um questionário com questões de múltipla escolha, 3 a 4 perguntas por semana. Para cada resposta, certa ou incorreta, será fornecido um comentário justificando o acerto ou o erro. Cada questão poderá ser respondida quantas vezes o aluno quiser.

DESAFIOS DE ELETROCARDIOGRAMA -> fóruns de discussão para interpretação de eletrocardiogramas e de condutas específicas em casos clínicos.

DESAFIOS RADIOLÓGICOS -> fóruns de discussão para descrição e interpretação de exames radiológicos, com aplicação em casos clínicos.

DECISÕES EXTREMAS -> caso clínico composto de perguntas de múltipla escolha sucessivas, da admissão ao pronto socorro até a resolução do caso.

DESAFIOS GASOMÉTRICOS -> fóruns de discussão para análise e interpretação de exames gasométricos, em contexto de um caso clínico.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA -> serão fornecidos os links específicos para páginas do PUBMED ou SCIELO, para obtenção, pelo portal CAPES, dos artigos que compõem nossa bibliografia mínima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Convidamos todos vocês a participarem deste curso. Estamos muito animados com a possibilidade de estarmos em contato com você durante todo o sexto ano de Medicina.

Lembramos que não haverá avaliação formal, não haverá fornecimento de notas ou necessidade de cumprimento de créditos. A participação é voluntária.

Nosso principal objetivo é o aprendizado mútuo, fornecendo informações e recebendo em troca a participação de vocês, com a qual tenho certeza que aprenderemos muito.

Em havendo dúvida estou no Pronto Socorro diariamente pela manhã; Os ramais são 18770 ou 18771.

Muito obrigado e aguardo todos no curso,

Tiago de Araujo Guerra Grangeia

Médico da disciplina de Emergências Clínicas (MD 136)

E-mail: tagg.unicamp@gmail.com

Facebook: <https://www.facebook.com/#!/profile.php?id=100000143889131>

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Visita Virtual: uma nova metodologia de ensino de Emergências Clínicas

Pesquisador: Tiago de Araujo Guerra Grangeia

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 20424013.1.0000.5404

Instituição Proponente: Faculdade de Ciências Médicas - UNICAMP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 451.130

Data da Relatoria: 14/11/2013

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo retrospectivo em que o proponente pretende comparar as notas obtidas pelos alunos de uma disciplina de emergências clínicas do curso de Medicina da UNICAMP com o uso de uma ferramenta computacional de ensino à distância via internet. As turmas analisadas utilizaram as ferramentas entre novembro de 2011 e outubro de 2012. Casos reais de atendimentos, entre novembro de 2011 e outubro de 2012, serão utilizados como base de estudos, porém nenhum dado que possa identificar o paciente será fornecido.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar a eficiência de um ambiente de ensino virtual através da plataforma Moodle na disciplina de emergências clínicas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não observamos riscos aparentes. O benefício potencial é a melhora da disciplina de emergências clínicas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os autores pretendem verificar a eficácia de um curso à distância de emergências médicas, oferecido pela FCM via internet. Considerando que os alunos da disciplina correspondente (Emergências) do 6º ano do curso de medicina da UNICAMP utilizaram esta ferramenta, os autores propõem correlacionar as notas obtidas com a utilização da plataforma. Os dados estão registrados

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

Continuação do Parecer: 451.130

no sistema da DAC (diretoria acadêmica, responsável pelo registro das notas dos alunos) e no sistema computacional da plataforma, sendo portanto um estudo retrospectivo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: folha de rosto devidamente assinada, formulário gerado pela Plataforma Brasil e projeto detalhado e car ao CEP, na qual expõe detalhes sobre a casuística e solicita dispensa de aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Como justificativa, pesquisador aponta o desenho retrospectivo do estudo, esclarecendo que nenhum dado de identificação do participante será divulgado. Autor salienta ainda que os dados obtidos com as atividades propostas na disciplina sob estudo possibilitaram a elaboração de um projeto de pesquisa com TCLE a ser aplicado aos participantes, o qual já foi aprovado por este CEP. A justificativa foi aceita.

Recomendações:

--

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado após esclarecimentos e resposta a pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao pesquisador cabe desenvolver o projeto conforme delineado, elaborar e apresentar os relatórios parcial e final, bem como encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto (Resolução 466/2012 CNS/MS).

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

FACULDADE DE CIENCIAS
MEDICAS - UNICAMP
(CAMPUS CAMPINAS)



Continuação do Parecer: 451.130

CAMPINAS, 08 de Novembro de 2013

Assinador por:
Fátima Aparecida Bottcher Luiz
(Coordenador)

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

Anexo 5 - Autorização para publicação do Artigo na Dissertação (“Copyright”)

Foi enviado e-mail para a revista “Plos One”, na qual o artigo foi publicado, para autorização para reprodução do artigo como o Resultado dessa Dissertação.

Recebemos o seguinte e-mail de resposta:

“Dear Dr. Grangeia,

Thank you for your message. PLOS ONE publishes all of the content in the articles under an open access license called “CC-BY.” This license allows you to download, reuse, reprint, modify, distribute, and/or copy articles or images in PLOS journals, so long as the original creators are credited (e.g., including the article’s citation and/or the image credit). Additional permissions are not required. You can read about our open access license here: <http://journals.plos.org/plosone/s/licenses-and-copyright>. There are many ways to access our content, including HTML, XML, and PDF versions of each article. Higher resolution versions of figures can be downloaded directly from the article. Thank you for your interest in PLOS ONE and for your continued support of the Open Access model. Please do not hesitate to be in touch with any additional questions.

Kind Regards,

Emma Darkin

Staff EO

PLOS ONE

Case Number: 05000824”

Na página da Revista Plos One, em <http://journals.plos.org/plosone/s/licenses-and-copyright> temos as seguintes informações:



Licenses and Copyright

The following policy applies to all PLOS journals, unless otherwise noted.

What Can Others Do with My Original Article Content?

PLOS applies the Creative Commons Attribution (CC BY) license to articles and other works we publish. If you submit your paper for publication by PLOS, you agree to have the CC BY license applied to your work. Under this Open Access license, you as the author agree that anyone can reuse your article in whole or part for any purpose, for free, even for commercial purposes. Anyone may copy, distribute, or reuse the content as long as the author and original source are properly cited. This facilitates freedom in re-use and also ensures that PLOS content can be mined without barriers for the needs of research.