

## HERMES: Um Sistema de Apoio à Formação de Grupos em Ambientes de Aprendizagem Colaborativa

Cícero Costa Quarto<sup>1</sup>, Antonio José G. Busson<sup>1</sup>, Daniel de Sousa Moraes<sup>2</sup>,  
Edson Nascimento<sup>2</sup>, Necio de Lima Veras<sup>4</sup>, Francisco Silva<sup>1</sup>, Magda Bercht<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>4</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

**Abstract.** *Forming collaborative learning groups without criteria generates problems such as individual's disproportionate participation, demotivation and resistance to group work. Given this context, this study presents the HERMES, a system to support optimized groups formation for collaborative learning. The study articulates knowledge of Positive Psychology, Education and Computing. The system was developed as a result of a doctoral thesis and is conceived in light of the Prometheus methodology, the JaCaMo framework, Genetic Algorithms and Data Mining. Experiments are performed in MOODLE, a virtual learning environment, from which HERMES is validated*

**Resumo.** *Formar grupos de aprendizagem colaborativa sem critérios gera problemas como a participação desproporcional de indivíduos, desmotivação e resistência ao trabalho de grupo. Diante deste contexto, este estudo apresenta o HERMES, um sistema de apoio à formação otimizada de grupos em ambientes de aprendizagem colaborativa. O estudo articula saberes da Psicologia Positiva, Educação e Computação. O sistema foi desenvolvido como resultado de tese de doutorado e é concebido à luz da metodologia Prometheus, do framework JaCaMo, de Algoritmos Genéticos e Mineração de Dados. Experimentos são realizados no AVEA MOODLE, a partir dos quais validam-se instâncias do HERMES.*

### 1. Introdução

Em [Roschelle et al. 1995] frisa-se que a colaboração é uma atividade coordenada e síncrona, resultado de uma tentativa contínua de construir e manter um entendimento compartilhado de um problema. Em [Reis et al. 2014, Järvelä et al. 2015] tem-se que quando o trabalho acontece de forma colaborativa, as capacidades individuais podem ser complementadas por conhecimentos e experiências de outros membros do grupo. Além disso, a interação entre pessoas possibilita que os membros do grupo identifiquem inconsistências e falhas em seu raciocínio ao depararem com outros pontos de vistas e entendimentos. A partir de [Stahl et al. 2006], chama-se a atenção que com o suporte à colaboração entre os indivíduos, em contextos de aprendizagem virtual, o campo CSCL (do inglês *Computer-Supported Collaborative Learning*) pode fornecer relevantes contribuições, porém emerge alguns desafios para a área, tais como: a) qual a mais adequada representação afetiva dos alunos para a aprendizagem colaborativa? b) qual a

melhor distribuição dos alunos em grupos, de forma a potencializar a aprendizagem de grupo? e c) como modelar e implementar tal abordagem?

Diante deste cenário, esta pesquisa busca contribuir na atenuação dos problemas de má formação de grupos para aprendizagem colaborativa. Para tal, o trabalho alicerça-se nas áreas de Psicologia Positiva, Educação e Ciência da Computação para fundamentar a construção do HERMES, um sistema baseado em agentes que oferece apoio para a formação otimizada de grupos em ambientes de aprendizagem colaborativa.

Além da Seção 1, o trabalho é estruturado em mais cinco seções, a saber: A Seção 2, apresenta conceitos que apoiam a pesquisa em psicologia positiva. A Seção 3 traz alguns trabalhos correlatos. O sistema HERMES é descrito na Seção 4. Na Seção 5, apresenta-se a validação do sistema. Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros são apresentadas na Seção 6.

## **2. Psicologia Positiva**

A Psicologia Positiva [Seligman et al. 2005] é explorada como uma nova abordagem voltada para a construção de instrumentos de avaliação, modelos de intervenção e aplicação no curso desenvolvimental do indivíduo [Paludo and Koller 2007]. O objetivo desta é promover um ajuste no foco da psicologia para que aspectos saudáveis do indivíduo também recebam atenção, aspectos estes capazes de fazer com ele e sua comunidade prosperem e se desenvolvam de forma saudável.

[Carlomagno et al. 2014] apresentam evidências das implicações das variáveis positivas esperança, autoestima e autoeficácia no desempenho educacional do indivíduo. De [Bressler et al. 2011] considera-se esperança como sendo cognições voltadas para a obtenção de um objetivo, compostas por rotas e agenciamento. O agenciamento é a motivação do sujeito em perseguir a meta a ser alcançada, enquanto que as rotas são os caminhos planejados para obter tais objetivos. De acordo com [Carlomagno et al. 2014], dois dos conceitos mais amplamente pesquisados na psicologia positiva são a esperança e o otimismo. Dos estudos de [Snyder et al. 1996] pode-se afirmar que as pessoas com maior esperança envolvem mais autoafirmações e estimulam a motivação - por exemplo “eu posso fazer isso” - do que suas contrapartidas de menor esperança.

Em [Sbicigo et al. 2010] destaca-se que a autoestima representa um aspecto avaliativo do autoconceito e consiste em um conjunto de pensamentos referentes a si mesmo. Trata-se, de uma orientação positiva (autoaprovação) ou negativa (depreciação) de se voltar para si mesmo e, nessa concepção, ela é a representação pessoal dos sentimentos gerais e comuns de autovalor. A crença na capacidade de realizar uma determinada tarefa, com base nos próprios recursos, é definida como autoeficácia.

A partir das pesquisas e pelos estudos desenvolvidos pelo Laboratório de Mensuração, do Instituto de Psicologia da UFRGS, este trabalho investiga de que forma perfis e fitness de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia do indivíduo podem afetar a formação de grupos, de forma que a aprendizagem colaborativa ocorra em sua plenitude. Para as mensurações dos perfis e fitness de autorrelatos são utilizadas as escalas de Esperança Disposicional [Pacico and Bastianello 2014], Escala de Autoeficácia Geral [Pacico et al. 2014], a Escala de Autoestima [Sbicigo et al. 2010] e Algoritmo Genético (AG), respectivamente.

### 3. Trabalhos correlatos

[Silveira 2006] conclui que é possível, através da utilização de um agente modelado com algoritmos genéticos, formar grupos colaborativos em cursos a distância via Web de acordo com os estilos de aprendizagem dos alunos. O autor chegou a essa assertiva baseado no fato que os algoritmos genéticos, por utilizarem os princípios da evolução e da genética, são capazes de direcionar suas buscas de uma maneira mais eficiente do que um processo aleatório. Dos estudos de [Ounnas et al. 2008], tem-se que as ferramentas computacionais existentes muitas vezes não conseguem atribuir (ou alocar) alguns alunos a grupos, criando um problema conhecido como “estudantes órfãos”. Para estes autores, o uso das tecnologias da Web Semântica e da Programação Lógica, utilizadas para a modelagem de perfis de alunos, constituiu mais uma evidência positiva no sentido de aumentar a satisfação dos constrangimentos e superar o problema dos estudantes órfãos. Corroborando com as assertivas de [Silveira 2006], [Monteserin et al. 2010] analisaram se as características individuais de alunos influenciavam o desempenho do grupo, especificamente seus estilos de aprendizagem e suas habilidades de negociação. Seus achados sugerem que as habilidades cognitivas afetam o desempenho de um grupo. Lendo-se [Medina et al. 2013], constata-se que o método usado para formar grupos de alunos pode ser um elemento chave para alcançar uma colaboração bem sucedida. Os autores propõem um método de formação grupal usando indicadores que analisam atividades colaborativas, especificamente indicadores de análise do aluno e indicadores de análise do grupo. De acordo com [Medina et al. 2013], os indicadores de análise avaliam a atividade de cada membro do grupo. Para estes autores, exemplos de indicadores que se enquadram nesta categoria são o trabalho e a discussão. O indicador de trabalho avalia a dedicação do aluno na resolução da tarefa. O indicador de discussão avalia o nível de participação no debate e intercâmbio de ideias com o resto do grupo. Já os indicadores de análise do grupo, estes avaliam o comportamento de cada grupo. Por exemplo, dois desses indicadores são a coordenação e a velocidade. O indicador de coordenação mede o grau em que os membros do grupo geralmente concordam em como compartilhar a carga de trabalho e os espaços de trabalho. O indicador de velocidade avalia o tempo gasto na tarefa.

A partir dos trabalhos correlatos trazidos e descritos, pode-se crer que esta pesquisa enquadra-se na temática principal e que é adequada para contribuir nas soluções demandadas pela área de aprendizagem colaborativa quando propõe um sistema computacional capaz de apoiar a formação otimizada de grupos colaborativos, considerando perfis de autorrelatos de alunos, aspectos estes sendo um diferencial em relação aos trabalhos correlatos abordados.

### 4. O sistema HERMES

O sistema HERMES foi concebido a partir da área de Sistemas Multiagentes (SMA). Tais sistemas possuem certos graus de interação em que os agentes executam um conjunto de tarefas de forma autônoma e social. Fundamentalmente, um agente é uma entidade capaz de perceber seu ambiente através de sensores (percepções) e atuar sobre o mesmo por meio de atuadores (ações). A concepção do modelo se constituiu das etapas de modelagem, arquitetura, desenvolvimento e validação.

## 4.1. Modelagem

A modelagem do HERMES envolveu as fases de Especificação do Sistema, Projeto Arquitetural, Projeto Detalhado e a Implementação. A especificação objetivou descrever os requisitos de sistema (metas e submetas) e detalhar em termos de percepções e ações a interface entre os agentes e o ambiente no qual eles estão situados. A etapa projeto arquitetural focou em decidir os tipos de agentes que constituem o sistema, minuciar as interações entre os mesmos através de diagramas e protocolos de interação e expor a arquitetura global do sistema, através de um diagrama de sistema panorâmico. A etapa de modelagem do projeto detalhado objetivou descrever uma visão geral dos agentes envolvidos.

## 4.2. Arquitetura do sistema

O HERMES é composto por três componentes: os Agentes, as Bases de Dados e as Interfaces de Visualização. A Figura 1 ilustra a arquitetura do sistema HERMES.

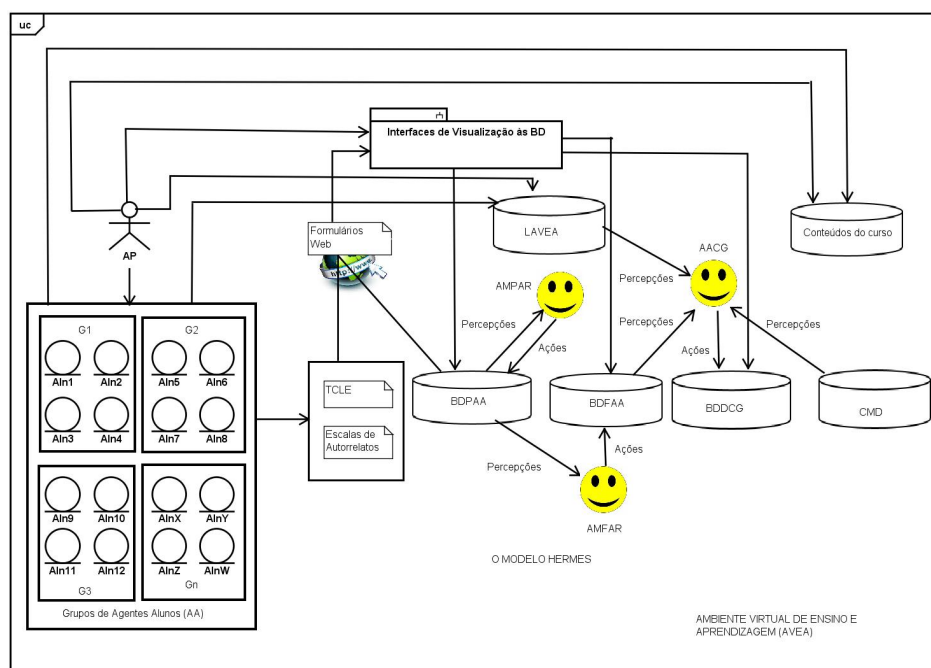


Figura 1. Arquitetura do sistema HERMES.

Grupos de Agentes Alunos – grupos de Agentes Alunos (AA) são um subsistema de relações sociais, de interações entre alunos, que compartilham certas características, interagem uns com os outros, aceitam direitos e obrigações. São aqueles em que todos os membros compartilham as decisões tomadas e são responsáveis pela qualidade do que é produzido em conjunto, conforme suas possibilidades e interesses. Agente Professor – o Agente Professor (AP) é responsável pela formação do agrupamento inicial de alunos, pelo planejamento e organização da disciplina no Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA), além da gestão de alunos (social e técnica). Conteúdos do curso – materiais instrucionais digitais para apoiar a aprendizagem do aluno (p.ex. software, jogos, vídeos, docs, links, áudios, imagens, e-books, blogs, pdfs).

Agente AMPAR – o Agente de Mensuração de Perfil de Autorrelatos (AMPAR), o agente disponibiliza o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos alunos, que têm a opção de participar ou não da pesquisa. O aluno, ao aceitar participar, são coletados dados básicos sobre o mesmo, como nome, idade e sexo. Logo em seguida, ele é instruído a responder a um questionário quantitativo referente às três escalas de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia. Ao responder todas as escalas, é mostrado ao aluno o seu perfil de autorrelatos obtido, considerando a relação Perfis de autorrelatos Vs. Percentis, conforme descrito na seção 2. Agente AMFAR - o Agente de Mensuração de Fitness de Autorrelatos (AMFAR) é responsável pelo cálculo do Potencial de Colaboração do Aluno (PCAj).

O agente AMFAR é baseado em Algoritmos Genéticos (GAs) [Monteverde et al. 2016]. Sendo assim, o agente usa os perfis de autorrelatos de cada aluno para representar os genes dos cromossomos de uma população, onde cada cromossomo representa um grupo de alunos. Com isto, busca-se melhorar os fitness de cada cromossomo aplicando-se os operadores genéticos seleção, cruzamento e mutação, alcançando o melhor fitness possível para uma população, o que significa alcançar a melhor organização para os grupos. Agente AACG - o Agente Avaliador de Colaboração de Grupo (AACG) é responsável em calcular o Potencial de Colaboração do Grupo (PCGj).

Bases de Dados - são as Base de Dados de Perfis de Autorrelatos do Aluno (BD-PAA), Base de Dados de Fitness de Autorrelatos do Aluno (BDFAA), Base de Dados de Desempenho de Colaboração de Grupo (BDDCG) e Logs do AVEA (LAVEA). No contexto deste trabalho, A é um perfil ar e B estaria associado a um papel do aluno no grupo, onde o agente monitoria a mudança do estado afetivo do aluno (autorrelatos). O Componente de Mineração de Dados (CMD) permite identificar se o Perfil ar Vs. Papel no grupo e/ou fitness inicial do aluno, definido inicialmente através de autorrelatos, se mantém ou se modifica durante o processo de aprendizagem. Em caso de modificação, é necessário redefinir novos grupos de aprendizagem com objetivo de otimizar a aprendizagem colaborativa de cada grupo. Interfaces de visualização - as Interfaces de Visualização têm a função de apresentar os dados armazenados nas BDPAA, BDFAA, BDDCG e LAVEA sob a forma de relatórios de tabelas e gráficos. Além disso, o componente também oferece suporte para exibição de outras informações através de formulários Web, como o TCLE e o questionário de autorrelatos, quando solicitado pelos agentes do SMA-HERMES.

### 4.3. Desenvolvimento do sistema

Para implementação do sistema HERMES, foram utilizadas tecnologias computacionais como o framework JaCaMo<sup>1</sup> e Algoritmos Genéticos (GAs). A implementação do agente AMPAR alicerçou-se em ferramentas de engenharia de software para agentes (metodologia Prometheus), Eclipse<sup>2</sup>, Plataforma Java<sup>3</sup>, Linguagem PHP<sup>4</sup>, Banco de Dados MySQL<sup>5</sup> e Apache Server. Já a implementação do agente AMFAR é feita com a lingua-

---

<sup>1</sup><http://jacamo.sourceforge.net>

<sup>2</sup><https://eclipse.org>

<sup>3</sup><https://www.oracle.com/br/java/>

<sup>4</sup><https://secure.php.net/>

<sup>5</sup><https://www.mysql.com/>

gem C++<sup>6</sup>, de forma a representar as turmas de alunos como as populações do GA, calculando o fitness individual de cada aluno, dos grupos e das turmas com as organizações dos grupos. Neste aspecto, o Algoritmo Genético tem, portanto, como parâmetros de entrada, os perfis de autorrelatos dos alunos e a organização destes nos grupos iniciais.

## 5. Validação do sistema

Para a validação do HERMES, um planejamento e execução de ações metodológicas foram necessárias, de forma a testar e verificar seus requisitos funcionais projetados. Não é objetivo deste trabalho comparar as funcionalidades do SMA-HERMES com outros modelos de formação de grupos colaborativos de ambientes virtuais de ensino e aprendizagem existentes, entretanto, acredita-se que suas contribuições venham subsidiar ações e trabalhos futuros com o objetivos do tipo supracitado. Para tal, a validação se constituiu de três módulos metodológicos, a saber: 1) Experimentos, 2) Apresentação de resultados e 3) Análise e discussões de resultados.

### 5.1. Experimentos

Foram realizados três experimentos para a validação do modelo SMA-HERMES. Como passos metodológicos, foi definida a seguinte sequência: a) definição do universo de aplicação dos experimentos, b) definição das amostras, c) mensuração dos perfis e fitness de autorrelatos de alunos, d) preparação da sala virtual, e) formação de grupos, f) definição das atividades de aprendizagem, e g) avaliação da colaboração de grupo.

**a) Campo de aplicação:** aplicou-se os experimentos com alunos da graduação, por razões que estes tinham em sua maioria idade igual e/ou superior a dezoito anos, requisito este que atendia ao consentimento de concordar ou não com o TCLE.

**b) Amostras:** as amostras dos experimentos foram turmas de alunos da graduação, do curso de Engenharia de Computação, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). A primeira turma era composta de trinta e seis alunos. Com esta amostra, foram realizados dois experimentos (1 e 2), nos períodos letivos de 2015.1 e 2015.2, respectivamente. Para o período letivo 2015.1, trabalhou-se com a disciplina de Matemática Discreta Básica. Já para o período letivo 2015.2, trabalhou-se com a disciplina de Matemática Discreta Avançada. No período letivo de 2016.1, a turma era composta de quarenta e cinco alunos. Sendo os trinta e seis da primeira mais nove alunos novos. Com essa turma, realizou-se o experimento 3, trabalhando-se, desta vez, com a disciplina de Estrutura de Dados Avançados.

**c) Mensuração dos perfis e fitness:** etapa de mensuração dos perfis e fitness de autorrelatos de alunos pelos agentes AMPAR e AMFAR, respectivamente e depois armazenados nas bases de dados BDPAA e BDFAA para formações de grupos.

**d) Sala virtual:** a sala virtual foi criada para o professor no MOODLE, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que era acessado pela URL moodle2.cinted.ufrgs.br. Na sala virtual, o professor disponibilizou os conteúdos do curso, atividades de aprendizagem, referentes aos experimentos 1, 2 e 3. Para apoiar a aprendizagem no AVEA MOODLE, os alunos utilizaram as ferramentas de Chat, Fórum e E-mail.

---

<sup>6</sup><https://isocpp.org/>

**e) Formações de grupos:** para as composições dos grupos, definiu-se os seguintes critérios: i) formações aleatórias (randômicas), ii) formações pelo sistema (a partir da formação desejada pelo professor e sistema) e iii) Formações livres (os alunos escolhem seus próprios pares).

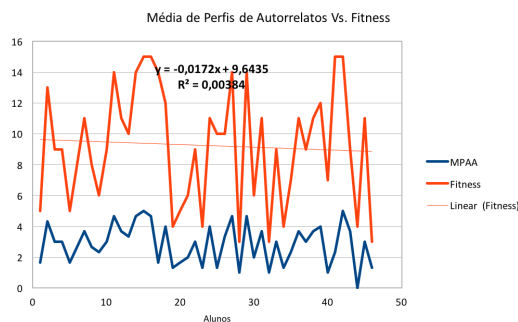
**f) Atividades de aprendizagem:** as atividades de aprendizagem foram estabelecidas da seguinte forma. Para o experimento 1, o professor definiu que os grupos de alunos deveriam trabalhar na produção textual acerca da disciplina de Matemática Discreta Básica. A atividade foi composta por três itens sobre a disciplina, a saber: 1) “pesquise sobre a importância do estudo da Matemática Discreta”, 2) “aponte os principais campos de aplicações da Matemática Discreta” e 3) “cite e descreva conceitos básicos sobre Matemática Discreta”. O texto construído pelos alunos deveria conter elementos estruturais como introdução, desenvolvimento, conclusões e referências. Para o experimento 2, o professor utilizou uma lista de exercícios acerca da disciplina de Matemática Discreta Avançada, mais especificamente sobre a teoria dos grafos. Já para o experimento 3, o professor da disciplina de Estrutura de Dados Avançados definiu como atividades de aprendizagem projetos que constavam de implementações de árvores AVL. Os projetos foram divididos em três subatividades (subprojetos) de implementações de algoritmos de árvores AVL. Os critérios de formação de grupos foram os mesmos adotados nos experimentos 1 e 2. No experimento 3, os alunos deveriam entregar os algoritmos de implementação referentes às três atividades definidas pelo professor e mais a produção textual contendo a fundamentação teórica acerca de cada implementação sobre árvores AVL.

**g) Avaliação da colaboração de grupo:** para avaliar a colaboração de grupo, utilizou-se a variável PCGj, além desta, criou-se a variável PMOA (Pontuação Máxima Obtida na Atividade). Outro instrumento utilizado na avaliação da colaboração de grupo foi o teste sociométrico. O teste é constituído de duas perguntas: a) “Com quem você mais gostou de trabalhar em grupo e por quê?” e b) “Com quem você menos gostou de trabalhar em grupo e por quê”? O objetivo do teste foi descobrir afinidades entre os perfis de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia dos alunos, bem como as suas características sociais, baseado nos perfis supracitados. Para representar as duas perguntas do teste sociométrico, de forma a capturar suas respostas, a amostra de 36 alunos foi disposta em forma matricial, com cada elemento da matriz representado por 1, quando um aluno expressou que gostou de trabalhar com outro, e 0 caso contrário.

## 5.2. Resultados

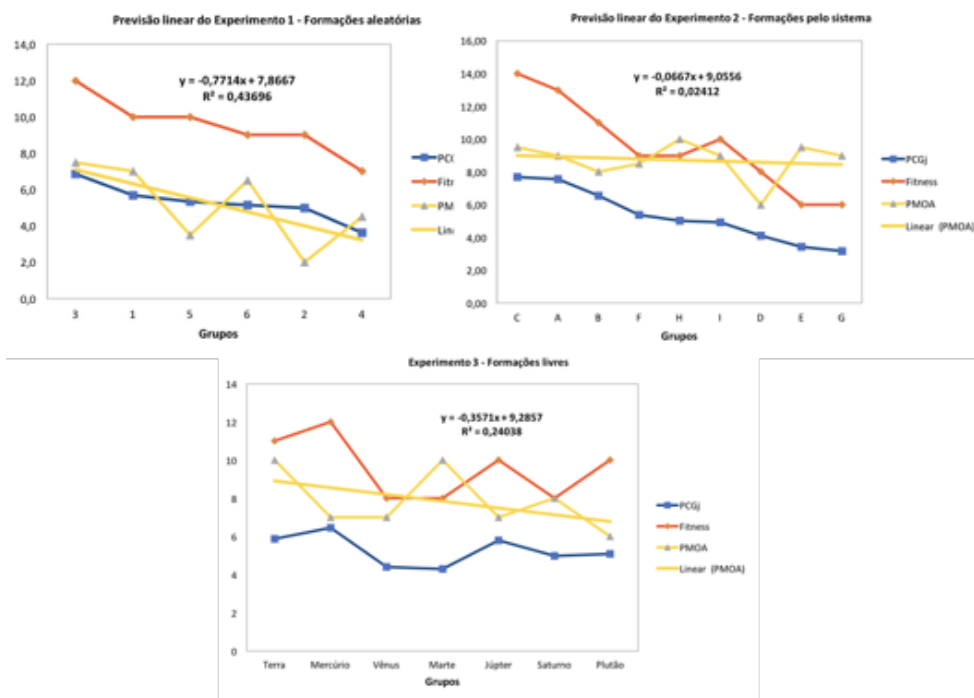
Nesta seção, são apresentados os resultados dos experimentos que subsidiarão as análises e discussões, bem como as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros para a pesquisa. Para tanto, a partir dos dados coletados, organizados e manipulados, mostra-se, através das figuras 2 e 3, os achados, tais como: a) a correlação entre perfis e fitness de autorrelatos de alunos, b) desempenho colaborativo de grupos Vs. Variáveis PCGj, PCAj e PMOA, c) previsões lineares de colaboração de grupos e d) afinidades entre pares capturadas através do teste sociométrico.

Do teste sociométrico, tem-se que características do aluno como “interesse”, “companheirismo”, “foco nas atividades”, “facilidade em colaborar”, “facilidade de dialogar”, “espírito cooperativo”, “solidariedade”, “se importa com a opinião dos colegas”, “apaziguador”, “mantém o grupo animado”, “comprometido”, “seriedade nas atividades”



**Figura 2. Média de perfis de autorrelatos de alunos Vs. Fitness.**

e “organizado” estavam associadas a perfis e fitness de autorrelatos de médio (M) a alto (A), especificamente os valores das variáveis positivas esperança e autoestima estavam de média (M) a alta (A). Já características do tipo “isolado”, “apático”, “gerador de conflitos”, “distraído”, “se exclui”, “contribui pouco” e “egocêntrico” estavam associadas a perfis e fitness de autorrelatos de baixo (B) a Médio (M), especificamente, os valores das variáveis positivas esperança e autoestima estavam de média baixa (MB) a média (M).



**Figura 3. Gráficos de previsões lineares dos experimentos 1, 2 e 3.**

### 5.3. Análise e discussões

Análises estatísticas como Correlação e Regressão Linear Simples foram utilizadas para descrever que tipo de relação (ou correlação) existe entre as variáveis PCGj, PCAj (fitness) e PMOA. A partir das análises estatísticas dos dados apresentados na Figura 2, pode-se observar que a média dos perfis de autorrelatos e fitness (PCAj) são diretamente proporcionais, podendo servir, portanto, para prever os valores de PCAj para um dado valor do perfil de autorrelato do aluno. Da Figura 3, tem-se que os melhores PCGj e fitness



são obtidos nas formações de grupos pelo sistema que os métodos aleatório e livre. Sendo este último não recomendável pelos seus dados descobertos e trazidos. Isto pode ser justificado pelo fato que quando um aluno escolhe seus próprios pares, essas formações podem gerar problemas como estudantes-órfãos, ao serem depois completados com outros alunos não fora deste critério, participações desproporcionais, onde um trabalha e os demais não, comprometendo a participação equilibrada e pontuação do grupo, levando a resultados discrepantes, como o do gráfico da Figura 3 relacionados com o critério de formação de grupos de forma livre.

A partir das linhas de regressão e  $R^2$  (resíduos), tem-se que  $R^2$  (FormaçãoPeloSistema) <  $R^2$  (FormaçãoLivre) <  $R^2$  (FormaçãoAleatória). Esta análise confirma que o diagrama de dispersão do par ordenado (PCGj, PMOA), em torno de suas respectivas linhas de ajustes, é menos acentuado nas formações de grupos pelo sistema, demonstrando que este método é o mais indicado para atribuir alunos nos grupos colaborativos, assim como seu modelo probabilístico de ajustes de pares, isto é, otimizações dos grupos, pois podem prever melhores resultados para as correlações entre as variáveis PCGj e PMOA. O valor de  $R^2$  é menor no modelo probabilístico linear  $f(x) = -0,0666666667x + 9,0555555556$ , que é a linha de ajuste referente ao método de formação pelo sistema. Isto significa que no gráfico da Figura 3, referente às formações pelo sistema, para um dado valor PCGj, d (distâncias) = (valor PMOA observado) – (valor PMOA previsto) são menores, indicando uma melhor dispersão em relação aos outros dois critérios de formações de grupos.

## 6. Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

No objetivo de avançar nas soluções das formações de grupos de alto desempenho para a aprendizagem colaborativa, este trabalho apresentou o HERMES, um sistema multiagentes que visa o supracitado objetivo. Para tal, o modelo considera perfis e fitness de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia para a formação de grupos de alunos. Os resultados dos experimentos mostraram evidências positivas em relação à melhoria dos desempenhos de grupos quando as formações destes aconteceram pelo sistema, em relação aos métodos de formação aleatória e livre. Isto apoia que é possível otimizar formações de grupos colaborativos considerando perfis e fitness de autorrelatos esperança, autoestima e autoeficácia de alunos, principalmente quando a média de perfis e fitness se encontra de média (M) a alta (A). Outrossim, dos resultados trazidos, podemos evidenciar, também, que as formações de grupos de forma aleatória é uma alternativa otimizada depois da formação pelo sistema e que as atribuições de alunos nos grupos pelo método livre não deve ser adotado. Como trabalhos futuros, o sistema demandará a implementação de seu agente AACG, o desenvolvimento de um plugin para o MOODLE e/ou outros AVEAs e a construção de uma ontologia de colaboração modelada a partir da associação Perfis de autorrelatos Vs. Papeis no grupo.

## Referências

Bressler, L. A., Bressler, M. S., and Bressler, M. E. (2011). Demographic and psychographic variables and the effect on online student success. *Journal of Technology Research*, 2:1.

- Carlomagno, L. L. L., Natividade, J. C., Oliveira, M. Z. d., and Hutz, C. S. (2014). Relações entre criatividade, esperança, otimismo e desempenho profissional. *Temas em Psicologia*, 22(2):497–508.
- Järvelä, S., Kirschner, P. A., Hadwin, A., Järvenoja, H., Malmberg, J., Kollar, I., Stegmann, K., Fischer, F., Erkens, G., Lajoie, S. P., et al. (2015). Regulated learning in cscl: Theoretical progress for learning success. *Keynote from Nov*, 26:2015.
- Medina, R. D., Gómez-Pérez, D., Nieto-Reyes, A., and Santos, C. B. (2013). A method to form learners groups in computer-supported collaborative learning systems. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*, pages 261–266. ACM.
- Monteserin, A., Schiaffino, S., García, P., and Amandi, A. (2010). Análisis de la formación de grupos en aprendizaje colaborativo soportado por computadoras. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 1.
- Monteverde, I., Ramos, D., Gadelha, B., Oliveira, E., and do Nascimento, P. (2016). Formação de grupos em ambientes virtuais de aprendizagem: Uma revisão sistemática da literatura. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 27, page 310.
- Ounnas, A., Davis, H., and Millard, D. (2008). A framework for semantic group formation. In *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT'08. Eighth IEEE International Conference on*, pages 34–38. IEEE.
- Pacico, J. and Bastianello, M. (2014). Instrumentos para avaliação da esperança disposicional e escala de esperança cognitiva. *Avaliação em Psicologia Positiva/Organizador, Cláudio Simon Hutz-Porto Alegre: Artmed*.
- Reis, H. M., de Oliveira, B., Isotani, S., and Gasparini, I. (2014). Investigando os aspectos culturais na formação de grupos da aprendizagem colaborativa: uma revisão da literatura. *Cadernos de Informática*, 8(3):25–29.
- Roschelle, J., Teasley, S. D., et al. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In *Computer-supported collaborative learning*, volume 128, pages 69–197.
- Sbicigo, J. B., Bandeira, D. R., and Dell’Aglío, D. D. (2010). Escala de autoestima de rosenberg (ear): validade fatorial e consistência interna. *Psico-USF*, 15(3):395–403.
- Seligman, M. E., Steen, T. A., Park, N., and Peterson, C. (2005). Positive psychology progress. *American psychologist*, 60(5):410–421.
- Silveira, S. R. (2006). Formação de grupos colaborativos em um ambiente multiagente interativo de aprendizagem na internet: um estudo de caso utilizando sistemas multiagentes e algoritmos genéticos.
- Snyder, C. R., Sympson, S. C., Ybasco, F. C., Borders, T. F., Babyak, M. A., and Higgins, R. L. (1996). Development and validation of the state hope scale. *Journal of personality and social psychology*, 70(2):321.
- Stahl, G., Koschmann, T. D., and Suthers, D. D. (2006). Cscl: An historical perspective.