



## **HABILIDADE ESPACIAL E COLABORATIVA DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL: ADAPTANDO PBL PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA DESCRITIVA.**

**Ana Cláudia Rocha Cavalcanti** – rochacavalcanti@gmail.com

**Flávio Antonio Miranda de Souza** – fdesouza67@gmail.com

**Sadi da Silva Sebra Filho** – sadi@sadiseabra.com

**Gisele Lopes de Carvalho** – giseledecarvalho@gmail.com

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Expressão Gráfica

Av.: Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária

CEP: 50670-901 – Recife–PE

***Resumo:** Esse trabalho investiga alternativas para desenvolver a habilidade de visualização espacial em alunos de engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco por meio de Project Based Learning (PBL), aplicado ao ensino-aprendizagem de geometria descritiva. Experimentos foram realizados concomitantemente em três turmas, por meio de projetos objetivando a resolução de problemas em equipes, de forma a estimular a colaboração e a iniciativa dos participantes como forma de apreensão dos conteúdos. Os resultados dão suporte às premissas de que se pode estimular e melhorar habilidades espaciais por meio de projetos coletivos e, o uso de PBL é uma ferramenta significativa ao ensino de geometria descritiva.*

***Palavras-chave:** Geometria descritiva; habilidade espacial; PBL.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Um aspecto fundamental nesse trabalho é a capacidade de visualização espacial por parte dos alunos de engenharia civil a ser trabalhada na disciplina de geometria descritiva. E, isso se dá porque, de acordo com Maier (1994), a capacidade de visualização espacial e as habilidades de rotação mental de objetos são essencialmente importantes para profissionais que se dedicam às engenharias. Por exemplo, os níveis de habilidade espacial são bastante significativos em determinar a capacidade dos profissionais em interagir e aproveitar interfaces computacionais em relação a bancos de dados (NORMAN, 1994), além de serem significativos para influenciar na capacidade de aprender de forma eficaz a usar programas do tipo *Computer Aided Design* (CAD).

A visualização envolve a habilidade de imaginar e, mentalmente transformar informações espaciais (UTALL et al, 2013; SEABRA e SANTOS, 2007), sendo influenciada por treinamento. Esse estudo adota uma visão exploratória para ampliar capacidades e habilidades por meio de estratégias que estimulem o envolvimento dos alunos de forma inovativa, participante e colaborativa como o *Project Based Learning* (PBL). PBL foi utilizado na tentativa de favorecer um ambiente onde as interações entre os alunos ajudem a estimular e aguçar as habilidades de visualização espacial dos alunos de engenharia civil.

O estudante de engenharia civil é capacitado tecnicamente para resolver problemas na área de engenharia civil, incluindo fundamentos teóricos e fundamentações matemáticas. Sua formação é generalista, voltada para atender demandas da sociedade, por meio de novas tecnologias. De modo geral, esse parece ser o perfil dos cursos de engenharia civil nas universidades brasileiras. No caso da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), os alunos ingressam no grupo das engenharias e, ao final do primeiro ano escolhem entre os diferentes cursos de graduação das engenharias oferecidos na UFPE, dependendo de seus rendimentos



escolares. A disciplina Geometria Descritiva oferecida para engenharia civil da UFPE vem sendo ministrada, aplicando de forma prática os conteúdos nela trabalhados, desde a década de 1990.

A amostra desse estudo consiste de três turmas de Geometria Descritiva, do curso de engenharia civil da Universidade Federal de Pernambuco, durante o segundo semestre de 2016. O número total de alunos matriculados nas turmas é de 62 alunos. A metodologia adotada foi de observação participante em sala de aula comparando meios tradicionais de ensino da geometria descritiva, e projetos de resolução de problemas de geometria descritiva.

O ensino de geometria descritiva nas engenharias tem passado por um processo de adaptação voltado a acompanhar os desafios profissionais contemporâneos, ao mesmo tempo em que novas ferramentas computacionais facilitam a interação dos usuários a programas e periféricos que auxiliam na fabricação e manipulação de sólidos e modelos (digitais e físicos), tais como cortadoras lasers, impressoras 3D, etc. Além disso, cada vez mais se demanda dos profissionais nas diferentes áreas atitudes proativas, colaborativas e flexíveis. Em estudo recente sobre novas experiências de trabalhos que demandam ações colaborativas, Cavalcanti et al (2015) concluem que houve envolvimento crescente por parte dos alunos nas atividades coletivas, demandando atitudes colaborativas, utilizando técnicas tradicionais de fabricação de modelos físicos e digitais. A aplicação dos conteúdos programáticos da geometria descritiva em problemas resolvidos por meio de construção/manipulação de sólidos geométricos e modelos auxiliaram positivamente na apreensão desses conteúdos. Esse trabalho dá continuidade a tais experimentos, aprofundando questões sobre alternativas de como estimular os alunos para a apreensão dos conteúdos da geometria descritiva e melhorar suas habilidades espaciais visuais, uma vez que tais habilidades melhoram significativamente na aprendizagem nos campos das ciências, tecnologias, engenharia e matemática (UTTAL et al, 2013).

## **2. DESAFIOS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO**

Em nível internacional, as empresas têm procurado por profissionais que possuam a habilidade de trabalhar efetivamente em equipe, se adaptando à cultura do ambiente de trabalho e, que consigam transmitir ideias de forma eficiente (EUROPEAN COMMISSION, 2013). Entretanto, os currículos tradicionais não estão conseguindo desenvolver tais competências em seus currículos, e diferentes experiências de ensino vem ocorrendo em adaptação às recentes transformações. Muito se tem falado sobre as mudanças nas formas de produção de bens e consumo, nas formas de organização da sociedade, nos meios de comunicação digital, nas formas de ensinar e aprender, entre outras. No caso do ensino e aprendizagem, pode-se observar um crescente número de experiências didático-pedagógicas por meio de estratégias usando os princípios do PBL no ensino universitário em diversos países (CHANDRASEKARAN et al, 2012; GRAHAM, 2010), incluindo o Brasil (GIANNOTTI et al, 2008).

De acordo com Ribeiro (2008), PBL refere-se à aprendizagem baseada no enfrentamento de problemas. Pode ser também considerado um ambiente de aprendizagem onde o problema motiva os alunos a aprenderem. PBL é essencialmente uma abordagem de ensino colaborativa, construtivista e contextualizada que usa problemas na vida real para motivar a construção do conhecimento (BARROWS, 1996), influenciado por fatores contextualizados que muito dependem da interação entre os estudantes na busca por resoluções dos projetos. No processo de ensino e aprendizagem há uma prática social complexa entre alunos e professores que engloba tanto a ação de ensinar como de aprender



(PIMENTA e ANASTASIOU, 2002). Tal processo não se resume ao momento de sala de aula (LIBÂNEO, 1990), ou seja, inclui o planejamento, as ações participativas dos sujeitos (alunos e professores) propriamente ditas em sala, os acompanhamentos e as avaliações.

Com o intuito de realizar levantamentos de diagnósticos sobre a situação dos alunos foram realizadas diversas enquetes ao longo do semestre. Logo no primeiro dia de aula, aplicou-se um teste de visualização espacial baseado em Montenegro (2003). Foi observado que os alunos apresentavam um bom nível de visualização de sólidos geométricos. Ao final da segunda unidade foram aplicados questionários para identificar os perfis dos alunos antes de escolherem cursar engenharia civil, durante o período em curso e suas auto-avaliações quanto às suas percepções visuais espaciais. Coletas de depoimentos durante o decorrer do semestre também foram realizadas por meio de perguntas semi-estruturadas para acompanhar os graus de dificuldades percebidas em cada uma das etapas dos projetos desenvolvidos. Por fim, na terceira unidade uma enquete final foi aplicada para avaliar a disciplina, as atividades e seus graus de recomendações sobre o andamento dos projetos para serem replicados no semestre seguinte. Esse processo de auto-avaliação das atividades da disciplina serve para indicar possíveis correções ao longo da disciplina e tem auxiliado nos ajustes quase imediatos da disciplina. Nenhuma alteração significativa foi necessária até o momento.

### **3. A EXPERIÊNCIA COM SUAS CONQUISTAS E DESAFIOS**

A visualização espacial é muito importante para o engenheiro (NORMAN, 1994; SEADRA e SANTOS, 2002; CAVALCANTI et al, 2015) e a disciplina de Geometria Descritiva amplia o desenvolvimento dessa habilidade, havendo, entretanto, dificuldades na apreensão dos conteúdos de geometria descritiva. Portanto, nesse trabalho buscou-se relatar uma experiência de sala de aula visando melhorar a aprendizagem dos alunos de engenharia em geometria descritiva por meio do PBL. A disciplina foi trabalhada em duas partes. Na primeira, correspondente à primeira unidade, os conteúdos da geometria clássica foram trabalhados de forma tradicional e, na segunda, trabalhou-se com PBL, na segunda e terceira unidades. Não foi realizada uma experimentação onde todos os conteúdos de geometria descritiva fossem adquiridos por meio de PBL. Reconhece-se aqui uma limitação na metodologia adotada. Na primeira unidade, os alunos foram submetidos a um exame individual (Ver Figura 1). Os resultados dessa atividade foram variados e as posturas dos alunos foram individualizadas, conseqüência da natureza da atividade.

**Figura 1 – Prova individual realizada como primeiro exame.**



Aparentemente, essa etapa foi fundamental para o sucesso dos alunos no desenvolvimento das atividades subsequentes devido à fixação dos conteúdos iniciais. Entretanto, não se pode associar o fato dos alunos obterem sucesso por meio das abstrações e sínteses exigidas, generalizando tais resultados para todos (PIMENTA e ANASTASIOU, 2002).



Para a segunda e a terceira unidades os trabalhos produzidos de forma coletiva e colaborativa, por meio de PBL, e três projetos foram postos em prática. No Projeto 1, descrito abaixo, os conteúdos trabalhados na primeira unidade foram aplicados na produção e manipulação de volumes para o estudo do ponto, da reta e do plano.

### **3.1. PROJETO 1 – Modelo tridimensional de volumes para estudo do ponto, da reta e do plano.**

Para esse projeto foram executadas três atividades: a) estudo do ponto, da reta e do plano em modelos em sabão em pedra produzidos por alunos do semestre anterior, b) produção de modelos em sabão em barra, c) arranjo de volumes variados em madeira.

Os alunos foram agrupados aleatoriamente pelos professores em equipes de 5. Foram entregues a eles modelos tridimensionais em sabão em pedra, produzidos por alunos do semestre anterior. Foram solicitados a manipularem os volumes, discutindo sobre os conteúdos apreendidos na primeira unidade. Após, cada equipe estudou as posições das retas, representando suas épuras e determinando os pontos e as classificações das retas no espaço, para apreender melhor os conteúdos.

Em seguida, mantendo-se a formação das equipes, os alunos produziram seus próprios volumes (Figura 2), repetindo as atividades anteriores, e produzindo a planificação dos sólidos que foram recortados e montados para promover a apreensão dos conteúdos.

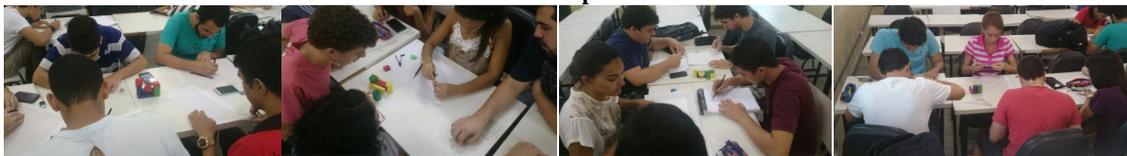
**Figura 2 – Peças de sabão produzidas pelos alunos para estudo do ponto, da reta e do plano.**



Finalmente, os alunos manipularam volumes diversos produzidos em madeira pintadas em cores distintas, contendo cilindros, cones, pirâmides, paralelepípedos, entre outros. Os volumes foram fornecidos pelos professores. Após manipulação dos volumes, os alunos reorganizaram-nos, produzindo novos conjuntos de volumes (Figura 3) mais complexos, a serem representados em épura.

A produção de modelos físicos auxiliou na visualização de conteúdos abstratos por meio da constante comparação entre as noções de ponto, reta e plano com os objetos concretos, assim como, por meio da manipulação de sólidos preexistentes, os conteúdos foram adquiridos. As relações interpessoais parecem ter sido estreitadas e atitudes de liderança foram revezadas entre os componentes das equipes. Por vezes, as atividades foram realizadas individualizadas, mas coordenadas. Por vezes, as discussões ocorriam entre os membros das equipes, e até mesmo entre equipes, pela curiosidade em ver os outros trabalhos.

**Figura 3 – Modelos produzidos pelos alunos pela união de sólidos em madeira para estudo do ponto, da reta e do plano.**





Dando prosseguimento aos projetos, os alunos foram solicitados a resolverem problemas de interseção de planos em resoluções de telhado, atividade descrita no Projeto 2 abaixo.

### **3.2. PROJETO 2 – Modelo tridimensional de volumes para resolução de interseção de planos – telhados.**

Para esse projeto foram executadas duas atividades: a) resolução de telhado em forma de caracteres (letras, números) por meio de programas gráficos (SketchUP e AutoCAD), b) produção de modelos em papel colorido.

Em equipes de 2 alunos, compostas pelos alunos, são apresentados um retângulo de lados 12x16cm, onde deverá ser inscrito um dos caracteres para compor a expressão #PROJECTBASEDLEARNINGENGENHARIACIVIL2016.1. Cada um dos caracteres deverá ser resolvido com uma solução de coberta representada em 5 vistas básicas, incluindo a vista superior. As soluções dos telhados foram realizadas no SketchUP, modelando-as de forma simultânea (Figura 4). Após, o desenho técnico foi realizado no AutoCAD. As verdadeiras grandezas dos segmentos de reta e dos planos foram desenvolvidas, e a planificação do volume executado em modelo físico. Ao final, a expressão acima foi montada e visualizada por todos (Figuras 5a e 5b).

**Figura 4 – Resolução dos caracteres em equipes utilizando SketchUP.**



Como pode ser visto na Figura 4, a organização na distribuição dos componentes das equipes variou, assim como variou a interação entre componentes das equipes. Cada vez mais as dúvidas eram compartilhadas e o aprendizado era adquirido de forma colaborativa. As modelagens iniciais feitas no SketchUP foram utilizadas para a visualização das interseções dos planos, ao mesmo tempo em que serviram de material didático produzido pelos próprios alunos. Os alunos usaram também o papel e o lápis para resolver as interseções dos planos que não estavam muito claras no meio digital, sendo depois levadas para a resolução em AutoCAD, para uma maior precisão e consolidação do uso da ferramenta.

**Figura 5 – (a) Expressão montada com os caracteres produzidos pelos alunos.  
(b) Expressão complementada com volumes de telhados.**



O desenvolvimento das etapas de resolução dos telhados, modelos digitais, etc., foi realizado por todas as equipes, entretanto, quatro equipes não entregaram os produtos finais e faltaram as letras C, G, C e o numeral 6 (Figuras 5a e 5b), comprometendo o resultado do



grupo. Em avaliação com os alunos foi declarado que essa atividade tomou muito tempo deles, mas foi motivadora e estimulante.

### 3.3. PROJETO 3 – Modelo tridimensional de estrada e plataforma.

Para esse projeto foram executadas três atividades: a) estudo de superfícies topográfica em meio tradicional, lápis e papel, b) produção de modelo físico em placas de Etil Vinil Acetato (EVA) e, c) representação de estrada e plataforma em meio digital com modelagem 3D. As equipes foram formadas entre 6 e 8 alunos, compostas pelos próprios alunos.

A primeira atividade foi desenvolvida por meio de estudos de superfícies topográficas realizados em mídia tradicional, lápis e papel. Os alunos ficaram livres para escolher se resolveriam essas atividades individualmente ou em grupos. Essa parte do projeto serviu para estimular os alunos na aquisição do conhecimento necessário para a realização do projeto.

Após essa fase, os alunos foram solicitados a resolverem uma superfície topográfica com determinação de estradas e plataformas. A superfície topográfica geral era formada por 8 terrenos e cada equipe ficou responsável pela solução da superfície em um dos terrenos. Como uma das principais dificuldades foi a visualização espacial, os alunos receberam uma superfície topográfica impressa numa folha de papel A4 que apresentava linhas de cotas de níveis e uma diretriz de uma estrada principal, que interliga os acessos a cada um dos terrenos, sendo a estrada principal, comum a todas as plataformas.

Foi solicitado que fossem produzidos modelos físicos reproduzido em cortes de camadas em EVA colorido (três tons de verde) para formar cada uma das superfícies dos terrenos individualmente. Entretanto, os trabalhos foram estimulados a serem colaborativos internamente nas equipes e entre as equipes, uma vez que juntos formariam um único modelo físico de toda a superfície, devendo ser coordenadas as cores de cada uma das camadas (por equipe e no grupo final), assim como a conectividade/continuidade das curvas de nível entre os modelos produzidos isoladamente, mas que ao serem montados lado a lado, formariam uma superfície topográfica geral em um grande modelo físico.

A resolução de problemas foi feita inicialmente com mídia tradicional, de forma colaborativa. Os alunos determinaram estratégias de resolução de problemas estabelecendo papéis e responsabilidades dos membros das equipes. Por vezes, soluções de uma equipe foram apresentadas para todos os alunos de todos os grupos (Figura 6).

**Figura 6 – Liderança espontânea dos alunos apresentando soluções para todo o grupo.**



Em seguida, realizaram a modelagem física de uma superfície topográfica, de forma colaborativa (Figura 7), em equipe, usando cortes de camadas de cada curva de nível para ser usada na compreensão da modelagem física (Figura 8), e posterior modelagem digital.

**Figura 7 – Atividades colaborativas durante as resoluções dos problemas.**



De posse desse material produzido em sala de aula, os alunos iniciaram estudos para resolver a estrada de acesso comum aos terrenos a partir da diretriz dada. Lançaram a plataforma da estrada, determinaram a crista da estrada e a linha de offset.



**Figura 8 – Atividades colaborativas integrando mídias tradicionais e digitais.**



Em seguida, tiveram que definir a melhor localização da plataforma evitando aterros e cortes, e determinar uma estrada de acesso ao lote até a plataforma, por eles locada (Figura 9).

**Figura 9 – Modelos físicos e digitais da superfície topográfica.**



A modelagem gráfica computacional foi realizada de forma colaborativa, de modo a aplicar os conhecimentos adquiridos em processo gradativo e reflexivo, possibilitando interações entre os alunos de mesma equipe, assim como entre as equipes, uma vez que os modelos dos terrenos adjacentes tinham que ser bem coordenados.

#### **4. DESAFIOS A SEREM ENFRENTADOS**

Uma vez que a abordagem do PBL consiste na aprendizagem como um processo ativo, integrado e construtivo (BARROWS, 1996), considerou-se ser importante a compreensão do PBL como sendo centrada no estudante e suas atitudes perante o problema, ao invés de concentrar esforços no próprio problema. Por isso, foi importante o engajamento dos alunos no desenvolvimento do projeto para evitar insucessos no projeto, tendo o aluno o sentimento persistente de motivação.

Análise qualitativa dos dados sugere que, por muitas vezes, uma das principais motivações apresentadas por alunos seria a nota atribuída ao trabalho para conseguir lograr melhores resultados nos coeficientes de rendimento escolar. Nesse sentido, os alunos se deparam com um desafio constante em PBL: incerteza na solução do problema.

O perfil dos alunos de engenharia civil é muito centrado nos trabalhos individualizados enquanto que, mais recentemente, o perfil demandado dos profissionais tem sido cada vez mais voltado para atividades colaborativas, com criatividade, em ambientes de trabalho com profissionais de diferentes áreas, etc. Ao observarmos o caso em estudo, se por um lado os alunos se apropriaram de forma autônoma das estratégias de resolução de problemas diante das incertezas, por outro lado, ao lidar com incertezas na realização de uma atividade que tem caráter avaliativo, os alunos se sentiram inseguros, e por vezes, desmotivados e resistentes. Entretanto, observações em sala de aula nos levam a perceber que os entraves foram gradativamente superados por meio de contínua tentativa de resolver os projetos. Nem sempre os alunos apresentam iniciativa própria de forma persistente. Improvisações motivacionais se fazem necessárias durante as interações entre alunos e



professores, tais como mostrar exemplos de trabalhos de profissionais que resolveram, de forma criativa e inovativa, exemplos de projetos semelhantes ao trabalhado em sala, quando possível. Ou até mesmo mostrar e comentar os trabalhos dos colegas e questionar sobre os problemas enfrentados nesses trabalhos. É importante relatar que ao final da segunda unidade, 100% dos alunos opinavam pela repetição das atividades da disciplina para as próximas turmas, mas, ao final da terceira unidade, ao se depararem com desafios maiores, 3 alunos (do total de 58) não mais a recomendaram.

Observações durante as atividades desenvolvidas em sala de aula nos levam a considerar que os alunos necessitaram buscar mais informações sobre os projetos nos quais estavam envolvidos. Outro fator relevante foram as habilidades necessárias para a realização das atividades objetivando as soluções possíveis e cabíveis. Não somente eles tiveram que se organizar individualmente, como também necessitaram coordenar, em grupo, as atividades de cada um deles, as atividades realizadas em pares, em grupos, etc.

Apesar das tentativas em sala de minimizar os desejos dos alunos de resolver problemas de forma linear, como se fosse uma atividade ortodoxa de resolução de um problema, algumas vezes esbarramos nesse tipo de abordagem durante as resoluções dos projetos. Os alunos demandavam de nós, professores, procedimentos de resolução de seus projetos, ao invés de trabalharem alternativas advindas de suas próprias interpretações das realidades. Por vezes, foi necessário chamar a atenção dos alunos que não poderíamos apresentar o passo a passo de suas alternativas, mas que eles deveriam refletir, discutir e buscar alternativas baseadas nas interpretações dos procedimentos apreendidos e aplicados aos projetos apresentados.

Enfatizamos ser primordial a consciência de que eles iriam aprender fazendo, e ser necessário a aprender a identificar o que eles já sabiam antes da realização das atividades, tomando consciência do que estavam descobrindo ao realizarem as atividades, e principalmente, tornarem-se protagonistas de suas escolhas e decisões ao resolverem os problemas. O processo de conscientização da aprendizagem não é linear, assim como o da própria aprendizagem, nem é linear a tomada do protagonismo.

Em depoimento tomado em sala de aula, um dos alunos declarou ter ele próprio formulado suas dúvidas, das quais ele queria as respostas e as buscava sozinho e com os colegas, aprendendo com os erros. Declarou ainda ser uma quebra do modelo de ensino, sendo muito difícil a adaptação, mas que valia a pena a aprendizagem.

Segundo outro aluno, dois entraves são relevantes: o comprometimento necessário de todos os membros da equipe e as dificuldades individuais em lidar com ferramentas digitais, sendo de extrema importância o domínio dos conteúdos de geometria descritiva individualmente, que colaborarão na resolução digital em grupo dentre aqueles que não dominarem os programas computacionais utilizados.

Para os alunos, há necessidade de coordenação e distribuição interna de atividades para aperfeiçoar os processos de realização dos projetos que envolvem muitos procedimentos e que podem comprometer o aprendizado. Sintetizando o processo de aquisição dos conhecimentos em PBL, nas palavras de uma aluna, que parafraseou Clarice Lispector, afirmou que: “Sozinhos podemos ir mais rápido, mas juntos podemos ir mais longe”.

## **5. CONCLUSÃO: QUESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS**

Uma questão óbvia sobre o PBL consiste no fato de que a aprendizagem resulta de trabalho com projetos. PBL é uma estratégia instrucional na qual os estudantes confrontam problemas contextualizados e se esforçam para apresentar soluções significativas. Defende-se



a ideia de que por meio de PBL os alunos não realizam um conjunto de procedimentos pré-estabelecidos para atingir um resultado satisfatório, ao contrário, ações de relações interpessoais, atividades colaborativas e iniciativa e liderança aparecem como componentes fundamentais para a realização dos projetos.

Os trabalhos desenvolvidos em equipe com o propósito de resolução de um projeto demandaram organização, planejamento, iniciativa, liderança, responsabilidade, colaboração e cooperação. O diferencial apontado nesse trabalho consiste na interação entre os participantes do projeto que buscam estratégias colaborativas e proativas.

Por muitas vezes, observou-se que uma das principais motivações apresentadas pelos alunos seria a nota atribuída ao trabalho para conseguir lograr melhores resultados nos coeficientes de rendimento escolar. Nesse sentido, os alunos se deparam com um desafio constante em PBL: incerteza na solução do problema, demandando antecipação de resultados espaciais. Observou-se ainda que como PBL é centrada no estudante e suas atitudes perante o problema, ao invés de concentrar esforços no próprio problema, foi importante o engajamento dos alunos no desenvolvimento do projeto para evitar insucessos, tendo o aluno o sentimento persistente de desafio e motivação.

Em todos os projetos os alunos demonstraram comprometimento com os propósitos dos projetos e entre os participantes, porém isso ocorreu de forma gradativa e crescente.

De modo particular, os processos de interação entre os atores observados envolvidos no processo de ensino e aprendizagem relatados nesse trabalho deram suporte à ideia de que as atividades realizadas ampliaram a compreensão sobre geometria descritiva, habilidade visual espacial e colaboração. Apesar do grande volume de atividades realizadas durante os projetos, os alunos pareciam motivados, se sentindo desafiados a cumprirem com responsabilidade suas tarefas. Em parte, as lideranças encontradas em cada equipe motivaram seus colegas e, em parte, motivações individuais, como por exemplo, os relatos de que há a sensação de que a disciplina foi uma aplicação prática dos conteúdos com significados para a futura vida profissional dos alunos, tal motivação foi suficiente para estimular cada aluno no enfrentamento das dificuldades encontradas nas resoluções das tarefas longas, cansativas, mas prazerosas.

PBL foi considerado bastante apropriado para ampliar os resultados tangíveis e intangíveis nas realizações de cada projeto. Mesmo sem ser quantificado, pode-se observar uma melhora sensível no grau de participação dos alunos nas atividades mais complexas e trabalhosas, como por exemplo, o último projeto. Esse trabalho conclui que ensino e aprendizagem fazem parte de um processo dinâmico, por natureza, colaborativo, por essência, e coletivo, por finalidade.

### ***Agradecimentos***

Os autores agradecem aos alunos que os ensinam a serem mais atentos às diferenças.





## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROWS, H. S. "Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview." In L. WILKERSON & W. H. GIJSELAERS (Eds.), *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996, pp. 3-12.
- CAVALCANTI, A. C. R., De SOZUA, F. A. M., e CARVALHO, G. L. *Processos colaborativos na aprendizagem da geometria descritiva para o curso de engenharia civil*. In Anais do XLIII COBENGE, Mauá, 2015.
- CHANDRASEKARAN, S.; STOJCEVSKI, A.; LITTEFAIR, G.; JOORDENS, M. Learning through projects in engineering education. ANAIS, 40<sup>th</sup> Societé Européene pour la Formation des Ingénieurs Annual Conference, Thessaloniki, SEFI, 2012.
- EUROPEAN COMMISSION. *European classification of skills/competences, qualifications and occupations*. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 2013.
- GIANNOTTI, M.; NERI, A.; SILVA, D.; SCHUTZ, I. *Proposta de aplicação do PBL nos cursos de engenharia*. ANAIS, XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, São Paulo, ABENGE, 2008.
- LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1990.
- MONTENEGRO, G. *Habilidades espaciais: exercícios para o despertar de idéias*. Santa Maria: sCHDs, 2003.
- NORMAN, K. L. "Spatial visualization – A gateway to computer-based technology", *Journal of Special Educational Technology*, Vol. XII, No. 3, 1994, pp. 195-206.
- PIMENTA, S. G. e ANASTASIOU, L. D. G. C. *Docência no ensino superior*. São Paulo: Cortez, 2002.
- SEABRA, R.; SANTOS, E. *Avaliação da eficácia de um curso de geometria gráfica para engenharia no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial*. ANAIS, XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Curitiba, ABENGE, 2007.
- SORBY, S. A. "Spatial abilities and their relationship to effective learning of 3-D modeling software", *Engineering Design Graphics Journal*, Vol. 64, No. 3, 2000, pp. 30-35.
- UTTAL, D.; MEADOW, N.; TIPTON, E.; HAND, L.; ALDEN, A.; WARREN, C. The Malleability of Spatial Skills: A Meta-Analysis of Training Studies. *Psychological Bulletin*, 2013, Vol. 139, No. 2, pp. 352-402.

## **SPATIAL AND COLABORATIVE SKILLS OF THE STUDENTS OF CIVIL ENGINEERING: ADAPTING PBL FOR TEACHING-LEARNING DESCRIPTIVE GEOMETRY**

**Abstract:** *This work investigates alternatives to develop the visual spatial ability on the part of undergraduate students of civil engineering at Federal University of Pernambuco through Project Based Learning (PBL) applied to the teaching-learning of descriptive geometry. Experiments were carried out in three concurrent classes performing projects aimed at solving problems in teams, in order to encourage cooperation, collaboration and initiative as a way to seize the contents. The results support the assumptions that one can stimulate and improve spatial skills through collective projects and, that the use of PBL is a significant tool in the teaching-learning descriptive geometry.*

**Key-words:** *descriptive geometry, spatial skills, PBL.*